

# BIM w planowaniu przestrzennym – omówienie możliwości wykorzystania makiet BIM w procesie optymalizacji zarządzania przestrzenią w skali urbanistycznej

## BIM in Spatial Planning - Overview of the Possibilities of Using BIM Urban Mock-ups in the Process of Optimising the Management of Space on the Urban Scale

### Streszczenie

Artykuł zwraca uwagę na możliwości i perspektywy wykorzystania technologii BIM w organizacji danych przestrzennych i numerycznych stosowanych w zarządzaniu przestrzenią w skali urbanistycznej. Dotychczasowe wykorzystanie technologii BIM w urbanistyce ma charakter wybiórczy i jest zorientowane na dostarczanie danych użytecznych dla potrzeb realizacji konkretnych zamierzeń budowlanych. Postulowany model, zwany makietą BIM może funkcjonować jako zarządzana przez administrację publiczną baza danych, stanowiąca z jednej strony formę dostępu do informacji publicznej dla obywateli, a z drugiej jako materiał analityczny wspomagający realizację procesów decyzyjnych. Artykuł stawia sobie za cel uzasadnienie tezy, iż usystematyzowana informacja przestrzenna w postaci makiety BIM może wydatnie zwiększyć efektywność zarządzania przestrzenią w skali urbanistycznej.

### Abstract

The article points to the possibilities and perspectives of using BIM technology in the organisation of spatial and numerical data used in the management of space on the urban scale. The current use of BIM technology in urban planning has a selective character and is oriented towards providing data useful to the needs associated with carrying out specific construction projects. The postulated model, called the BIM Urban Mock-up can function as a database managed by the public administration, constituting a form of access to public information to citizens on the one hand, while on the other as analytical material supporting decision-making processes. The article's goal is to justify the assumption that systematised spatial data in the form of a BIM Urban Mock-up can exponentially increase the effectiveness of the management of space on the urban scale.

Słowa kluczowe: modelowanie informacji o budynku, BIM, makiety BIM, BIM w planowaniu przestrzennym, korzyści z BIM

Keywords: Building Information Modelling (BIM), BIM mock-up, BIM in urban planning, Benefits of BIM

### 1. Wstęp – korzyści z BIM

Akronim BIM cieszy się dzisiaj podobną popularnością, jak *projektowanie energooszczędne* w pierwszej dekadzie XXI w., albo *ekologia* w latach 90. XX w. Efektem ubocznym tej popularności jest szum informacyjny, przejawiający się w postaci mnogości popularno-naukowych publikacji i artykułów, w większości zorientowanych na promocję programów komputerowych. Marketingowe igrzyska rozgrywane

### 1. Introduction – the benefits of BIM

The BIM acronym is currently enjoying a similar popularity to that of *sustainable design* in the first decade of the twenty-first century or that of *ecology* in the 1990's. One side effect of this popularity is information noise taking the form of a multitude of popular scientific publications and articles, mostly oriented towards the promotion of computer software. The marketing show that surrounds BIM popularises the subject on the one hand, while on

wokół BIM z jednej strony popularyzują zagadnienie, a z drugiej rodzą uzasadnioną nieufność wokół kwestii, czy ta technologiczna rewolucja jest faktem i zarazem wyzwaniem, które warto podjąć, czy tylko modą, która przemienie. Wprowadzona w 2014r. dyrektywa UE, postrzegana przez orędowników BIM, jako preludium do obligatoryjnego wykorzystania tej technologii w procedurze zamówień publicznych nie przesądza jednoznacznie tej sprawy, chociaż daje wyraźne wytyczne, iż BIM powinien być rekomendowany w inwestycjach publicznych<sup>1</sup>. Tym bardziej zatem, zasadna jest obiektywna analiza korzyści jakie technologia ta oferuje zarówno obecnie, jak i wobec perspektywy wciąż udoskonalanych narzędzi. Korzyści te dają się obiektywnie ustalić i dotyczą wszystkich trzech obszarów życia obiektu, a zatem są zauważalne na etapie projektowania, realizacji obiektu i potem w okresie jego funkcjonowania. Zagadnienie to jest przedmiotem szeregu badań realizowanych przynajmniej od 2005 roku. Opublikowane w 2017 roku badania Santos R., Costa A., Grilo A. wykazały, że w okresie od 2005 do 2015, wyłącznie w czasopiśmie o współczynniku Impact Factor większym niż 1, ukazało się 381 prac naukowych poświęconych poszczególnym zagadnieniom technologii BIM, z czego 15 z nich dotyczy bezpośrednio zagadnień *BIM Benefits & ROI (Return on Investment)*<sup>2</sup>. Przytoczone tam badania potwierdzają ekonomiczne korzyści związane z wdrożeniem BIM w szeroko rozumianej branży AEC (Architecture, Engineering, Construction), chociaż, co zrozumiałe, korzyści te mają różny charakter i skalę w odniesieniu do różnych uczestników procesu inwestycyjnego. Korzyści te najogólniej wynikają z usprawnienia procesów: wymiany informacji, produkcji dokumentacji, kosztorysowania, określania harmonogramów i organizacji logistycznej placu budowy. Korzyści ekonomiczne wynikają również z faktu, iż dokumentacja produkowana z wykorzystaniem narzędzi BIM jest wewnętrznie spójna i pozbawiona kolizji, a wynikająca z tej dokumentacji liczba błędów na budowie jest nieporównywalnie mniejsza. Wydaje się zatem zrozumiałe, iż realne, jak i potencjalne korzyści finansowe możliwe do uzyskania przez wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego są głównym uzasadnieniem rosnącej popularności idei. Jednakże oprócz korzyści o charakterze merkantylnym odpowiednio szerokie ujęcie zagadnienia wskazuje na istnienie również innych, nieco trudniejszych do oszacowania, ale nie mniej istotnych zalet wdrożenia tej technologii. Takie właśnie szerokie i wieloaspektowe omówienie korzyści związanych ze stosowaniem BIM prezentują Ghaffarianhoseini A., Tookey J., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Azhar S., Efimova O., Raahemifar K. w artykule *Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges*. Wyróżniają oni 9 obszarów korzyści, z których każdy został w określonym stopniu potwierdzony badaniami naukowymi<sup>3</sup>. Trzy spośród wymienionych obszarów, zdefiniowane przez autorów jako *knowledge management benefits*, *diversity management benefits* i *decision support benefits* odnoszą się do usprawnienia procesu zarządzania wiedzą, przeprowadzania analiz i podejmowania decyzji. Tak zdefiniowane zagadnienia przekraczają swoim zasięgiem skalę architektoniczną i mogą być śmiało odnoszone do wszelkich innych przejawów aktywności ludzkiej, w których udział biorą obiekty zbudowane. Dostatecznie szerokie ujęcie zagadnienia

the other it is a cause for sound wariness of the matter – whether this technological revolution is a fact and at the same time a challenge that is worthy of taking up, or is it just a fad that will soon fade. The EU directive introduced in 2014, which is viewed by the proponents of BIM as a prelude to the obligatory use of this technology in public procurement procedures, leaves this case open, although it does provide clear guidelines that BIM should be recommended in public projects<sup>1</sup>. An objective analysis of the benefits that this technology currently offers – as well as from the perspective of constantly perfected tools – is all the more justified. These benefits can be objectively defined and they apply to all of the three areas of the lifecycle of a structure, which means they are observable both during the design and construction stage and during its occupancy. This problem has been the subject of a number of studies that have been performed from at least 2005. The study published in 2017 by Santos R., Costa A., Grilo A. showed that as much as 381 scientific papers on the various subjects associated with BIM were published in journals with an Impact Factor higher than 1 in the period between 2005 and 2015, while 15 of them directly discussed the subject of BIM Benefits & ROI (Return on Investment)<sup>2</sup>. The studies cited in the work confirmed the economic benefits associated with the implementation of BIM in the widely understood AEC industry (Architecture, Engineering, Construction), although it is understandable that these benefits take on a different character and scale for the different participants of the building development process. These benefits, in the most general terms, result from making processes more efficient: exchanging information, preparing documentation, cost assessment, scheduling and the organisation of a construction site in terms of logistics. The economic benefits are also the result of the fact that documentation produced on the basis of BIM tools is internally coherent and devoid of collisions, and the number of construction mistakes made on the basis of this documentation is incomparably smaller. It appears understandable that both the real and potential financial benefits that can be gained by all of the participants of the development process are the main justification of the growing popularity of this concept. However, apart from benefits that are mercantile in character, an appropriately broad perspective on the problem points to the existence of other benefits stemming from the implementation of this technology, benefits that are much more difficult to evaluate, but are no less significant. It is this type of a broad and multi-aspect take on the benefits associated with BIM that was presented by BIM Ghaffarianhoseini A., Tookey J., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Azhar S., Efimova O., Raahemifar K. in the article *„Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges”*. They pointed to 9 areas in which BIM is beneficial, each of them being confirmed by scientific studies to some degree<sup>3</sup>. Three of the areas mentioned in the article, defined by the authors as *knowledge management benefits*, *diversity management benefits* and *decision support benefits* refer to the improvement of the process of knowledge management, performing analyses and decision-making. Issues formulated in this manner go far beyond the architectural scale and can easily be referred to all



i świadomość różnorodności korzyści wynikających z rozwoju technologii otwierają drogę do postawienia pytania o rolę BIM w urbanistyce, która nie powinna być rozumiana tylko jako proces projektowania i realizacji założeń o skali urbanistycznej, ale raczej jako ogół działań związanych z zarządzaniem przestrzenią w skali miast i obszarów.

## 2. Beneficjenci BIM – stan obecny i perspektywy

Klasyczny model BIM jest bazą danych, powstałą na etapie projektowania obiektu, i ciągle uaktualnianą w trakcie jego realizacji i w końcu uzupełnianą na etapie jego użytkowania. Wspólna baza danych jest dostępna i wykorzystywana przez szereg uczestników procesu budowy, a potem przez jednostki zajmujące się jego obsługą. Powstała w Wielkiej Brytanii klasyfikacja BIM 3D – 7D opisuje obszary działalności towarzyszące realizacji budynków, które obecnie mogą korzystać z walorów wspólnego modelu BIM. Głównymi beneficjentami technologii są aktualnie projektanci wszystkich branż, kosztorysanci, generalni wykonawcy oraz przede wszystkim inwestorzy, osiągający realne oszczędności finansowe. W bardziej ograniczonym zakresie korzyści ze wspólnego modelu zaczynają czerpać również zarządcy obiektami. Prowadzone obecnie badania dotyczące perspektyw BIM wprowadzają pojęcie BIM 3D-nD, które opisuje mnogość potencjalnych możliwości. Obecnie nie są one jeszcze realnie wdrożone, ale ich wdrożenie wydaje się kwestią czasu<sup>4</sup>. Przewidywane kierunki rozwoju narzędzi BIM dotyczą zwiększenia efektywności i różnorodności w zakresie szeroko pojmowanych analiz. Zważywszy na dowiedzione przez naukę korzyści płynące dla wszystkich stron biorących udział w kształtowaniu modeli BIM, oraz na fakt, iż prowadzone obecnie działania nad narzędziami służą zwiększeniu ich możliwości analitycznych, moż-

other forms of human activity that built structures are a part of. A sufficiently broad take on the problem and an awareness of the diversity of the benefits that are the result of technological development make it possible to ask the question about the role of BIM in urban planning, one which should not be understood solely as the process of design and implementation of layouts on the urban scale, but rather as the overall set of actions associated with spatial management on the scale of cities and regions.

## 2. The beneficiaries of BIM – current state and perspectives

The classic BIM model is a database created during the design stage of a building that is constantly being updated during its construction and, finally, during its operational stage.

The common database can be accessed and used by a large number of the participants of the construction process, and – afterwards – by entities that are meant to manage it. The BIM 3D – 7D classification that has been developed in Great Britain describes the fields that accompany the construction of buildings and which can currently make use of the advantages of the common BIM model. Currently, the main beneficiaries of the technology are all manners of designers, cost assessment specialists, general contractors, as well as – chiefly – real estate developers, who save themselves significant costs. The benefits of the common BIM model are also enjoyed by facility managers, although in a more limited manner. The current research on the perspectives of BIM introduce the concept of BIM 3D-nD, which describes a multitude of potential possibilities that are currently not yet implemented, but the implementation of which seems to only be a matter of time<sup>4</sup>. The expected directions of the development of BIM tools focus on increasing effectiveness and diversity in terms of broadly understood analyses. In light of the scientifically proven benefits enjoyed by all the parties who take part in the shaping of BIM models, as well as the fact that current operations regarding the tools are meant to increase their analytical capabilities, we can be sure that the number of parties participating in the shaping of future models will increase.

## 3. Is this done around the world? – BIM in spatial planning around the world – a short overview

It is difficult not to agree with the opinion of A. Tomana – the author of the first Polish book on this subject, that “when observing the current stage of the development of BIM, I am more inclined to describe it as a *state of maturation* rather than *full maturity*”<sup>5</sup>. This opinion focuses on the state of the development of the technology, treated as a support tool in the process of the development of construction projects, and thus refers to the architectural scale. The use of the technology being discussed on the urban scale presents itself much more modestly, although it does take place in some limited aspects already. The efforts that are being made to that end are, however, selective and are oriented towards meeting specific needs that make themselves known during the carrying out of specific construction projects. A general discussion of the direction of research associated with BIM and urban planning is contained in the work of Yalcinkaya M., Singh V [16]. Its authors point out that the first studies oriented in this direction are dated to 2007<sup>6</sup>, although the subject has greatly increased in popularity after 2012<sup>7</sup>. The examples that are listed below present forms of efforts that are al-

na przyjąć za pewnik, iż liczba stron biorących udział w kształtowaniu przyszłych modeli będzie wzrastać.

## 3. Czy to się robi na świecie? – BIM w planowaniu przestrzennym na świecie – krótkie omówienie

Trudno nie zgodzić się z opinią A. Tomany – autora pierwszego polskiego opracowania książkowego poświęconego tej tematyce, iż „obserwując aktualny etap rozwoju BIM, jestem bardziej skłonny określić go mianem *stanu dojrzewania* niż *pełnej dojrzałości*”<sup>5</sup>. Opinia ta dotyczy stanu rozwoju technologii traktowanej jako wsparcie w procesie realizacji inwestycji budowlanych, a zatem odnosi się do skali architektonicznej. Wykorzystanie omawianej technologii w skali urbanistycznej przedstawia się przy tym znacznie skromniej, chociaż w pewnych ograniczonych aspektach ma już miejsce. Działania realizowane w tym duchu mają jednak charakter wybiórczy i są skierowane na zaspokojenie szczególnych potrzeb ujawnionych w trakcie realizacji konkretnych inwestycji budowlanych. Oględne omówienie kierunków badań związanych z BIM i urbanistyką zawiera praca Yalcinkaya M., Singh V. [16]. Autorzy zwracają uwagę, iż pierwsze opracowania skierowane w tym kierunku datowane są na 2007<sup>6</sup> rok, chociaż temat znacząco zyskuje na popularności od 2012 roku<sup>7</sup>. Wymienione poniżej przykłady przedstawiają formy działań, które już mają miejsce, a które w jakimś sensie integrują możliwości BIM z problematyką o charakterze urbanistycznym.

### – Integracja BIM i GIS (Geographic Information System)

Termin GIS oznacza „system pozyskiwania, gromadzenia, aktualizacji, zarządzania, analizowania i udostępniania danych odniesionych przestrzennie do powierzchni Ziemi (danych geograficznych)”<sup>8</sup>. Integracja systemów BIM i GIS stanowi przedmiot rosnącego zainteresowania praktyków z obydwóch dziedzin. Kompleksowe omówienie dotychczasowych prób w tym zakresie przedstawiają Mignard C., Nicolle C. [12] Idea związania obydwu dziedzin w jedną całość łączy się również z pojęciem *katastru 3D* (3D Cadastres). Realne działania w tym zakresie zostały wprowadzone w Singapurze w latach 2005-2015. Szeroka analiza tych doświadczeń została opisana przez Ho S., Rajabifard A. [7].

### – Integracja BIM i map Web Map Service

W ramach certyfikacji LEED lub BREEAM wykonuje się analizy dostępności komunikacyjnej certyfikowanych budynków. Nawet w przypadku projektów realizowanych w BIM analizy te wykonuje się najczęściej w sposób manualny. W National Taiwan University trwają obecnie prace mające na celu integrację modeli BIM z ogólnodostępnym systemem zapisu map Web Map Service<sup>9</sup>.

### – BIM w budownictwie drogowym i w zarządzaniu infrastrukturą przesyłową

Budownictwo drogowe, kolejowe i przemysłowe to dziedziny, w których technologia BIM znalazła uznanie w pierwszej kolejności. Z uwagi na fakt, iż są to inwestycje bardzo kosztowne, nawet minimalna w przeliczeniu na procenty, oszczędność na etapie realizacyjnym przekłada się na znaczącą kwotę. Obecnie w Polsce funkcjonuje szereg firm, jak np. EKKOM sp. z o.o., czy PROCHEM, które w swoim portfolio posiadają zrealizowane projekty liniowe i powierzchniowe, których wielkość zdecydowanie odnosi się do skali urbanistycznej.

ready taking place and which in some manner integrate the capabilities of BIM with problems associated with urban planning.

### – The integration of BIM and GIS (Geographic Information System)

The term GIS describes “a system of obtaining, gathering, updating, managing, analysing and sharing data that is spatially referred to the surface of the Earth (geographic data)”<sup>8</sup>. The integration of BIM and GIS systems constitutes the subject of increasing interest from practitioners from both fields. A comprehensive overview of current attempts in this field was provided by Mignard C., Nicolle C. [12]. The concept of connecting these two fields into a single whole is also associated with the concept of 3D cadastres. Real world efforts to this end were being made in Singapore during the period between 2005 and 2015. A broad analysis of these experiences was described by Ho S., Rajabifard A. [7].

### – The integration of BIM and Web Map Service maps

As a part of the LEED and BREEAM certification, building traffic accessibility analyses are being performed for buildings. These analyses are usually performed manually even in the case of designs prepared using BIM. The National Taiwan University is currently working on integrating BIM models with the generally accessible Web Map Service map format<sup>9</sup>.

### – BIM in road construction and distribution infrastructure management

Road, rail and industrial construction are fields in which BIM has first found favour with. Due to the fact that projects in those fields are very costly, even a minimum amount of savings – in percentage terms – during the construction stage can amount to a significant sum of money. There are currently several companies in Poland, such as EKKOM sp.z o.o. or PROCHEM that have linear and surface projects whose size definitely refers to the urban scale.

### – BIM and building permits

The benefits associated with using BIM are perceptible to all the participants of the development process. In light of the awareness of this fact, individual countries have started to make efforts to include organs of the public administration that are responsible for the issuing of building permits into this process. An interesting discussion of the transcription of local construction law to the language of rules and algorithms necessary to automate the procedure of issuing building permits was taken up by Lee H., Lee J. K., Park S., Kimb I. [7]

### – Space Syntax

The idea of Space Syntax is at least 20 years older than that of BIM. It was popularised by the book *The social logic of space* written by B. Hillier and J. Hanson and published in 1984. The term covers a set of tools and techniques used in analysing the flow of people or vehicles in structures or in urban areas. Popular Space Syntax analyses are based on two-dimensional maps instead of three-dimensional models that are the essence of BIM. However, the idea of comparing the two-dimensional geometric data with semantic data is common for both Space Syntax and BIM and it shows many similarities on the urban scale. Studies focusing on integrating the idea of Space Syntax with GIS instruments were performed

Il. 1. Koło BIM – Projektowanie, Budowa, Zarządzanie/The BIM circle – Design, Construction, Management





– BIM i pozwolenia na budowę.  
Korzyści związane ze stosowaniem BIM są odczuwalne dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Wobec świadomości tego faktu poszczególne kraje rozpoczęły działania służące włączeniu w ten proces organów administracji publicznej odpowiedzialnych za wydawanie pozwoleń na budowę. Interesujące omówienie transkrypcji lokalnego prawa budowlanego na język reguł i algorytmów niezbędnych dla zautomatyzowania procedury uzyskiwania pozwolenia na budowę omawiają Lee H., Lee J. K., Park S., Kimb I. [7].

– Space Syntax  
Idea Space Syntax jest starsza od BIM o przynajmniej 20 lat. Została spopularyzowana przez wydane w 1984 opracowanie *The social logic of space* autorstwa B. Hillier i J. Hanson. Pojęcie obejmuje zbiór narzędzi i technik służących analizie przepływu ludzi lub pojazdów w obiektach, lub w obszarach urbanistycznych. Popularne analizy Space Syntax bazują na mapach płaskich, a nie na modelach 3D stanowiących sedno BIM. Niemniej jednak, idea zestawienia dwuwymiarowej informacji geometrycznej z danymi semantycznymi jest wspólna dla Space Syntax oraz BIM i w skali urbanistycznej wykazuje wiele podobieństw. Na przelomie XX i XXI wieku były prowadzone badania mające na celu integrację idei Space Syntax i instrumentów GIS. Działania te zostały opisane w publikacjach Jiang B., Claramuntz C., Klarqvist B. [10] oraz Jiang B., Claramunt C., Batty M. [9]. Metodologia Space Syntax jest również wiązana bezpośrednio z modelowaniem BIM, chociaż działania dotyczą obecnie wyłącznie w skali architektonicznej. Działania te opisują między innymi Jeong S., Ban Y [8].

Przedstawiona analiza kierunków badań związanych z integracją BIM i problematyki urbanistycznej pozwala postawić tezę, iż w chwili obecnej nie została w przestrzeni publikacji naukowych przedstawiona całościowa strategia, pomysł, czy też schemat logiczny opisujący formułę organizacji danych definiujących miasto, jako wspólną bazę danych użyteczną dla ogółu aktorów je kształtujących. Propozycją takiej strategii są zatem postulowane przez autora **Makiety BIM**.

#### 4. Propozycja struktury organizacji Makiety BIM w skali miasta lub obszaru

Makieta BIM to model BIM miasta, bądź też obszaru. Analogicznie jak klasyczny model BIM postulowana makieta powinna się składać z informacji geometrycznej oraz semantycznej (*geometric and semantic data*). Źródłem informacji geometrycznej dla modelu powinny być dane GIS udostępniane przez obsługujące je instytucje oraz możliwie zautomatyzowane pomiary fizyczne zabudowy.

Przyjmując jako punkt odniesienia klasyczne koło BIM dla architektury można przyjąć, iż około 40% aktywności (traktowanej łącznie jako kreacja i wykorzystanie modelu) przypada na etap projektowania, kolejne 40% na etap realizacji i około 20% na etap funkcjonowania<sup>10</sup>. Postulowane makiety BIM mają służyć przede wszystkim jako modele analityczne. Zwłaszcza na oczywisty fakt, iż każde miasto jest organizmem żywym, znajdującym się w ciągłej fazie przebudowy, można sobie wyobrazić, iż analogiczna klasyfikacja aktywności kształtowałaby się według poniższych proporcji:

during the turn of the twentieth and twenty-first century. These efforts were described in the publications of Jiang B., Claramuntz C., Klarqvist B. [10] and Jiang B., Claramunt C., Batty M. [9]. The Space Syntax methodology is also directly associated with BIM modelling, although this only takes place on the architectural scale. These efforts were described by, among others, Jeong S., Ban Y. [8].

The analysis of the directions associated with the integration of BIM and the subject of urban planning that has been presented allows us to make the assessment that an overarching strategy, idea or logical scheme describing the formula of the organisation of data that defines a city in the form of a common database that can be useful to the actors who shape it has not been presented in the space of scientific publications. One proposition of such a strategy is that of **BIM Urban Mock-ups**, postulated by the author.

#### 4. Proposition of the organisational structure of a BIM Urban Mock-up on the scale of a city or region

A BIM Urban Mock-up is a BIM model of a city or of a region. Analogously to a classic BIM model, the postulated Urban Mock-up should be composed of geometric and semantic data. The source of geometric data for the model should be GIS data made available through institutions that manage it, as well as feasibly automated physical measurements of buildings.

Taking the classic BIM circle for architecture as a point of reference, we can assume that around 40% of the activity (treated solely as the creation and application of the model) takes place during the design stage, an additional 40% during the construction stage and around 20% during the operational stage<sup>10</sup>. The postulated BIM Urban Mock-ups are meant to serve mainly as analytical models. Due to the obvious fact that every city is a living organism which is in a continuous stage of redevelopment, we can imagine that an analogous classification of activity would be shaped along the following proportions:

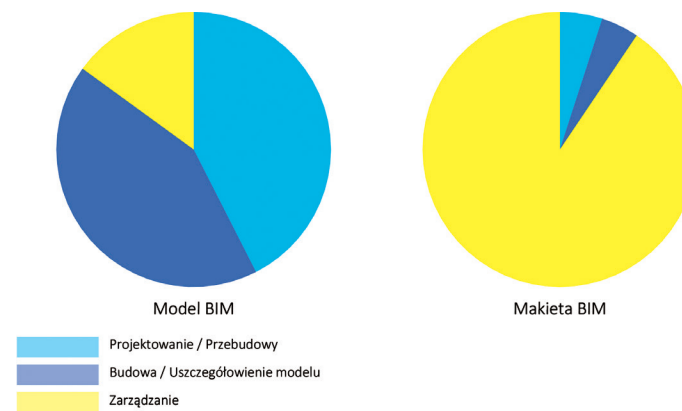
- 5% – mock-up design/redevelopment
- 5% – detailing the mock-up through adding new features and layers
- 90% – mock-up management – treated as the performing of new analyses that serve as a form of support for decision-making processes.

The structure of datasets placed in the urban mock-up should reflect the physical layers that make up the tissue of a city. The author proposes to initially adopt a classification based on six areas of data, according to the drawing below:

Every physical layer defined in this manner has its current state and is ceaselessly altered to a varying degree. Each of the listed layers is also the property, the object of management or supervision of some organisation. In the case of a building, we can assume that:

- it is the property of either a single owner or of a group of owners,
- the object of management of a facilities administration entity
- the object of supervision and controlling of a series of bodies, such as: the construction inspectorate, the architectural administration, the fire department, etc.

Each of these organisational bodies can be called



II. 2. Koła BIM dla modelu i makiety/BIM model and mock-up circles

II. 3. Warstwy fizyczne miasta/The physical layers of a city

- 5% – projektowanie / przebudowa makiety
- 5% – uszczegółowienie makiety poprzez dodawanie nowych funkcjonalności i warstw
- 90% – zarządzanie makieta – traktowane jako realizacja coraz to nowych analiz stanowiących wsparcie procesów decyzyjnych

Struktura zbiorów danych, umieszczonych w makieta, powinna odpowiadać warstwom fizycznym tworzącym tkankę miasta. Proponuje się przyjąć wstępnie klasyfikację opartą na sześciu obszarach danych, według poniższego rysunku.

Każda, tak zdefiniowana warstwa fizyczna posiada swój stan bieżący oraz jest nieustannie zmieniana w mniejszym lub większym zakresie. Każda z wyszczególnionych warstw jest również własnością, przedmiotem zarządu albo kontroli jakiejś jednostki organizacyjnej. W przypadku budynku można przyjąć, że jest:

- przedmiotem własności jednego, bądź kilku właścicieli
- przedmiotem zarządu jednostki administrującej nieruchomością
- przedmiotem nadzoru kontrolnego dla szeregu jednostek, takich jak: nadzór budowlany, wydział architektury, straż pożarna itp.

Każda z takich jednostek organizacyjnych w omawianym modelu może być nazwana Aktorem.

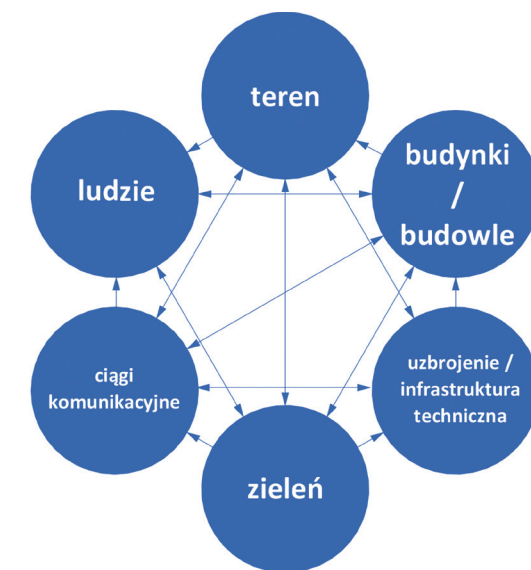
Aktorzy z zasady dzielą się na dwie kategorie:

- Jednostki publiczne (samorządowe, państwowe itp.).
- Jednostki niepubliczne (osoby fizyczne, firmy, stowarzyszenia – ogół niepublicznych bytów organizacyjnych).

Rola Aktorów w kreacji proponowanej makiety jest z zasady taka, iż tworzą ją wyłącznie jednostki publiczne. Informacja dotycząca jednostek prywatnych jest tylko zbiorem danych możliwych do zapisania w modelu, o ile zostanie to uznane za zasadne i będzie technicznie wykonalne.

Wszyscy aktorzy, biorący udział w kształtowaniu makiety, mogą czerpać korzyści z faktu jej istnienia. Charakter korzyści jest dwojaki i zależy od typu aktora.

Jednostka publiczna cechuje się tym, iż sprawuje nadzór nad jakimś obszarem funkcjonowania miasta bądź też w sposób



an Actor in the model being discussed.

The actors, as a rule, are divided into two categories:

- Public bodies (local government, government, etc.)
- Non-public bodies (persons, companies, associations – all manners of non-public organisational entities)

The role of actors in the creation of the proposed mock-up is, as a rule, that it is being solely modified by public bodies. Data regarding private entities is only a dataset that can be saved in the model, provided that it will be considered justified and technically possible.

All actors taking part in the shaping of the urban mock-up can derive benefits from it. The character of these benefits is twofold and depends on actor type.

A public entity is characterised by the fact that it supervises some area of the functioning of a city or manages it directly<sup>11</sup>. Every entity of this type performs actions oriented either internally or externally. Internal actions include all actions associated with management and organisation. External actions are actions that lead to the issuing of a decision, the sharing of information, taking action in reference to a separate body (e.g. issuing a copy of a survey map, a spatial development conditions decision or providing information that serves as the basis for the issuing of a decision by a different body). Every such body also makes use of information obtained from other actors. Currently, much of this information is obtained as a part of actions understood as the obligation of one body by the other to take action in order to disclose information. The idea of BIM mock-ups assumes that much of the data should be obtainable in a passive manner, without the necessity to use the human resources of a different body.

A non-public body is a term that includes both common citizens as well as a significant real estate development companies. The character of the activities described for public bodies can be employed in the context of some non-public actors, although we should assume that in the vast majority of cases it is limited to the potential disclosure of public information.



Il. 4. Warstwy fizyczne miasta z przykładowymi aktorami/  
Physical layers of a city with examples of actors

dostówny nim zarządza<sup>11</sup>. Każda taka jednostka podejmuje aktywności zorientowane wewnętrznie i zewnętrznie. Aktywności wewnętrzne to ogół działań z zakresu zarządzania i organizacji. Aktywności zewnętrzne to ogół działań prowadzących do wydania decyzji, udostępnienia informacji, podjęcia działań względem osobnej jednostki (np. wydanie kopii mapy do celów projektowych, decyzji WZ albo opracowanie danych służących innej jednostce do wydania decyzji). Każda taka jednostka korzysta też z informacji uzyskiwanych od innych Aktorów. W chwili obecnej wiele z takich informacji uzyskiwanych jest w drodze aktywności, rozumianej jako zobligowanie jednej jednostki przez drugą do podjęcia działania służącego udostępnieniu informacji. Idea makiet BIM zakłada, iż możliwie wiele informacji powinno dać się uzyskać w sposób bierny, czyli bez konieczności wykorzystywania zasobów ludzkich innej jednostki. Jednostka niepubliczna to pojęcie obejmujące zarówno zwykłego obywatela, jak i poważną spółkę deweloperską. Charakter aktywności opisanych dla jednostek publicznych ma zastosowanie w kontekście niektórych aktorów niepublicznych, chociaż należy przyjąć, iż wobec zdecydowanej większości ogranicza się wyłącznie do ewentualnego dostępu do informacji publicznej.

### 5. Jak zrobić model makiety? – Prolegomena dla określenia specyfikacji makiety BIM

Makieta BIM obejmująca możliwie wiele aspektów funkcjonowania miasta jest zamierzeniem bardzo rozległym. Obejmuje zbiory danych udostępniane przez mnogość instytucji, które z zasady gromadzone są w różny sposób. Ujednolicenie baz danych wymaga określenia formatu ich zapisu. W zakresie

### 5. How to create a BIM Urban Mock-up model? – A prolegomenon to the defining of a BIM Urban Mock-up's specifications

A BIM Urban Mock-up covering feasibly many aspects of the functioning of a city is a very distant possibility. It should include datasets shared by a multitude of institutions which are, out of necessity gathered, in different forms. The unification of databases requires defining a format that can be used to store them. In terms of spatial data, the most feasible option is the use of the IFC 4.0 format. This recommendation is motivated by its interoperability and the fact that it is a neutral format and as such is a part of the public domain. The IFC format has also been registered in the form of the ISO 16739:2013 standard since 2013. The problem of the IFC format in BIM was discussed by, among others, W. Sumlet in *Open BIM – O co chodzi z IFC* [14]. It appears to be justified to take into account available formats developed with terrain modelling in mind, such as LandXML, as well as the prototype CityGML format. Semantic data that will form the supplementation of the BIM mock-up can be organised on the basis of XML databases. The scope of the precision and volume of the modelled data depends only on the specific purposes that the mock-up is to be used for. At the current stage, it appears too early to define the specifics of the record of every physical layer, although in the future it will be inevitable.

### 6. Conclusion

The organisational scheme of the BIM Urban Mock-up described in the article is an initial proposition and at the same time a presentation of a budding idea. The observation of the direction of the de-



Il. 5. Makieta BIM – korzyści dla uczestników/BIM mock-up – benefits for participants

danych przestrzennych najbardziej zasadne wydaje się korzystanie z formatu IFC 4.0. Zalecenie to motywowane jest jego interoperacyjnością oraz faktem, iż jest to format neutralny, a zatem stanowi domenę publiczną. Od 2013 roku IFC jest również zarejestrowane jako norma ISO 16739:2013. Zagadnienie roli formatu IFC z tematyce BIM opisał między innymi W. Sumlet w *Open BIM – O co chodzi z IFC* [14]. Wydaje się zasadne uwzględnić w rozważaniach również dostępne formaty opracowane z myślą o modelowaniu terenu, a zatem LandXML oraz prototypowy format CityGML. Informacja semantyczna stanowiąca uzupełnienie makiety BIM może być zorganizowana w oparciu o bazy danych XML. Zakres dokładności i objętości modelowanych danych zależy wyłącznie od precyzacji celów, jakim makieta ma służyć. Na obecnym etapie wydaje się przedwczesne, aby określać specyfikację zapisu każdej z warstw fizycznych, aczkolwiek w przyszłości jest to nieuniknione.

### 6. Konkluzja

Opisany w artykule schemat organizacyjny makiety BIM jest wstępną propozycją i zarazem zapisem kiełkującej idei. Obserwacja kierunków rozwoju technologii oraz obiektywna analiza obecnie oferowanych przez nią korzyści wskazują na znaczny potencjał z nią związany. Wydaje się uzasadnione podjęcie działań, służących budowie pierwszej w Polsce, a być może i na świecie prototypowej makiety BIM dla obszaru jednej gminy lub dużego miejskiego osiedla. Bazując na takiej makiety można by przeprowadzić szczegółową analizę efektywności dostępnych i rozwijanych narzędzi analitycznych, a zarazem sprawdzić na ile realne jest przekucie drzemiącego w idei potencjału na faktyczne i przeliczalne korzyści.

### PRZYPISY

<sup>1</sup> DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/

velopment of technologies as well as an objective analysis of the benefits that it currently offers indicate that there is a lot of potential associated with it. It appears justified to initiate efforts to build the first prototypical BIM Urban Mock-up – either of the area of a single community or of a large urban housing estate – in Poland, or perhaps even in the world. Based on such a mock-up, we will be able to perform a detailed analysis of the effectiveness of analytical tools – both current ones and those under development – and at the same time verify the viability of turning the potential that is in this idea into actual and measureable benefits.

### ENDNOTES

<sup>1</sup> DIRECTIVE 2014/24/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on public procurement and repealing Directive 2004/18/EC, art. 22 pt. 4. states: „For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, such as of building information electronic modelling tools or similar.” The phrase „may require” does not constitute a mandatory obligation to use these tools.

<sup>2</sup> Santos R., Costa A., Grilo A. *Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015*, [in:] *Automation in Construction* vol. 80 (2017) p.126

<sup>3</sup> The areas listed are: Technical benefits, Knowledge management benefits, Standardization benefits, Diversity Management benefits, Integration benefits, Economic benefits, Planning/scheduling benefits, Building LCA benefits and Decision support benefits; after: Ghaffarianhoseini A., Tokeley J., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Azhar S., Efimova O., Raahemifar K.; *Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges* [in:] *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol. 75 (2017) pp. 1047-1048

<sup>4</sup> After: Ding L., Zhou Y., Akinci B. *Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD* [in:] *Automation in Construction* vol. 46 (2014); p. 83

<sup>5</sup> Tomana A., *BIM Innowacyjna technologia w budownictwie, Podstawy, Standardy, Narzędzia*, publ. Andrzej Tomana, ISBN 978-83-943060-0-7, Kraków 2015, p.1

<sup>6</sup> Yalcinkaya M., Singh V. *Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic*



WE, art. 22 pkt 4. stanowi: „W odniesieniu do zamówień publicznych na roboty budowlane i konkursów państwa członkowskie mogą wymagać zastosowania szczególnych narzędzi elektronicznych, takich jak narzędzia elektronicznego modelowania danych budowlanych lub podobne.” Zapis „mogą stosować” nie stanowi obligatoryjnego zobowiązania do stosowania tych narzędzi.

<sup>2</sup> Santos R., Costa A., Grilo A. *Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015*, [w:] *Automation in Construction* vol. 80 (2017) s. 126

<sup>3</sup> Wyróżnione obszary to: Technical benefits, Knowledge management benefits, Standardization benefits, Diversity Management benefits, Integration benefits, Economic benefits, Planning/scheduling benefits, Building LCA benefits and Decision support benefits; za: Ghaffarianhoseini A., Tookey J., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Azhar S., Efimova O., Raahemifar K.; *Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges* [w:] *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol. 75 (2017) ss. 1047-1048

<sup>4</sup> Za: Ding L., Zhou Y., Akinci B. *Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD* [w:] *Automation in Construction* vol. 46 (2014); s. 83

<sup>5</sup> Tomana A., *BIM Innowacyjna technologia w budownictwie, Podstawy, Standardy, Narzędzia*, wyd. Andrzej Tomana, ISBN 978-83-943060-0-7, Kraków 2015r., s. 1

<sup>6</sup> Yalcinkaya M., Singh V. *Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis* [w:] *Automation in Construction* Vol. 59 (2015) s. 77

<sup>7</sup> W latach 2007 – 2014 ukazały się przynajmniej 62 prace naukowe poświęcone perspektywom wykorzystania BIM w urbanistyce, w tym 33 w latach 2012 – 2014. Za: Yalcinkaya M., Singh V. *op.cit.* s. 72

<sup>8</sup> Bielecka E., *Systemy Informacji Geograficznej – teoria i zastosowania*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2006, s. 1

<sup>9</sup> Chen P., Nguyen T., *Integrating web map service and building information modeling for location and transportation analysis in green building certification process*; [w:] *Automation in Construction*, vol. 77 (2017); ss.52–66

<sup>10</sup> Dane szacunkowe oparte na doświadczeniach autora we współpracy z Klasterem BIM.

<sup>11</sup> Różnica pomiędzy nadzorem a zarządem może być ukazana na przykładzie takich jednostek jak PINB i ZIKIT (Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie). PINB wyłącznie sprawuje nadzór nad egzekwowaniem przepisów budowlanych na obszarze Krakowa, natomiast ZIKIT sprawuje nadzór i realny zarząd nad szeregiem terenów będących pod jego opieką.

## LITERATURA

- [1] Bielecka E., *Systemy Informacji Geograficznej – teoria i zastosowania*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2006.
- [2] Bryde D., Broquetas M., Volm J. M.; *The project benefits of Building Information Modelling (BIM)* [w:] *International Journal of Project Management* vol. 31 (2013) pp. 971–980
- [3] Chen P., Nguyen T., *Integrating web map service and building information modeling for location and transportation analysis in green building certification process*; [w:] *Automation in Construction*, vol. 77 (2017); s. 52–66
- [4] Ding L., Zhou Y., Akinci B. *Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD* [w:] *Automation in Construction* vol. 46 (2014); s. 82–93
- [5] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/WE za: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1498904346932&uri=CELEX:32014L0024>; data wejścia: 01.07.2017 r.
- [6] Ghaffarianhoseini A., Tookey J., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Azhar S., Efimova O., Raahemifar K.; *Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges* [w:] *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol. 75 (2017) s. 1046–1053
- [7] Ho S., Rajabifard A.; *Towards 3D-enabled urban land administration: Strategic lessons from the BIM initiative in Singapore*; [w:] *Land Use Policy* vol. 57 (2016) s. 1–10
- [8] Jeong S., Ban Y. Developing a topological information extraction model for space syntax analysis [w:] *Building and Environment* 46 (2011) s. 2442–2453
- [9] Jiang B., Claramuntz C., Batty M. *Geometric accessibility and geographic information: extending desktop GIS to space syntax* [w:] *Computers, Environment and Urban Systems* vol. 23 (1999) ss. 127–146
- [10] Jiang B., Claramuntz C., Klarqvist B. *Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces* [w:] *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*; Vol. 2 – Issue 314 (2000); s. 161–171
- [11] Lee H., Lee J. K., Park S., Kimb I. *Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements*; [w:] *Automation in Construction* vol. 71 (2016); s. 49–61
- [12] Mignard C., Nicolle C., *Merging BIM and GIS using ontologies application to urban facility management in ACTIVE3D* [w:] *Computers in Industry*; vol. 65 (2014) s. 1276–1290
- [13] Santos R., Costa A., Grilo A. *Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015*, [w:] *Automation in Construction* vol. 80 (2017) s.118–136
- [14] Sumlet W., *Open BIM – o co chodzi z IFC?*, [w:] *Archivolta*, zesz. 2(66)/2015 s. 86–92, wyd. Archivolta, ISSN 1506-5928, Węgrzce 2015
- [15] Tomana A., *BIM Innowacyjna technologia w budownictwie, Podstawy, Standardy, Narzędzia*, wyd. Andrzej Tomana, ISBN 978-83-943060-0-7, Kraków 2015r.
- [16] Yalcinkaya M., Singh V. *Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis* [w:] *Automation in Construction* Vol. 59 (2015) s. 68–80

*Analysis* [in:] *Automation in Construction* Vol. 59 (2015) p. 77

<sup>7</sup> At least 62 scientific papers on the perspectives of using BIM in urban planning were published in the years 2007–2014, with 33 being published in the years 2012–2014. After: Yalcinkaya M., Singh V. *op.cit.* p. 72

<sup>8</sup> Bielecka E., *Systemy Informacji Geograficznej – teoria i zastosowania*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2006, p. 1

<sup>9</sup> Chen P., Nguyen T., *Integrating web map service and building information modeling for location and transportation analysis in green building certification process*; [in:] *Automation in Construction*, vol. 77 (2017); p.52–66

<sup>10</sup> The data estimates are based on the author's experiences gained during cooperation with BIM Klaster.

<sup>11</sup> The difference between supervision and management can be shown on the example of such bodies as PINB (Powiatowy Inspektorat Nadzoru Budowlanego – Powiat Construction Supervision Inspectorate in English) and ZIKIT (Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie – Municipal Infrastructure and Transport Authority in Krakow in English). PINB supervises compliance with construction laws across Krakow, while ZIKIT supervises and manages the areas placed under its care.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] Bielecka E., *Systemy Informacji Geograficznej – teoria i zastosowania*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2006.
- [2] Bryde D., Broquetas M., Volm J. M.; *The project benefits of Building Information Modelling (BIM)* [in:] *International Journal of Project Management* vol. 31 (2013) pp. 971–980
- [3] Chen P., Nguyen T., *Integrating web map service and building information modeling for location and transportation analysis in green building certification process*; [in:] *Automation in Construction*, vol. 77 (2017); pp.52–66
- [4] Ding L., Zhou Y., Akinci B. *Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD* [in:] *Automation in Construction* vol. 46 (2014); pp. 82–93
- [5] DIRECTIVE 2014/24/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on public procurement and repealing Directive 2004/18/EC after: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1498904346932&uri=CELEX:32014L0024>; retrieved on: 01.07.2017
- [6] Ghaffarianhoseini A., Tookey J., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Azhar S., Efimova O., Raahemifar K.; *Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges* [in:] *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol. 75 (2017) pp. 1046–1053
- [7] Ho S., Rajabifard A.; *Towards 3D-enabled urban land administration: Strategic lessons from the BIM initiative in Singapore*; [in:] *Land Use Policy* vol. 57 (2016) pp. 1–10
- [8] Jeong S., Ban Y. Developing a topological information extraction model for space syntax analysis [in:] *Building and Environment* 46 (2011) pp. 2442–2453
- [9] Jiang B., Claramuntz C., Batty M. *Geometric accessibility and geographic information: extending desktop GIS to space syntax* [in:] *Computers, Environment and Urban Systems* vol. 23 (1999) pp. 127–146
- [10] Jiang B., Claramuntz C., Klarqvist B. *Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces* [in:] *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*; Vol. 2 – Issue 314 (2000); pp. 161–171
- [11] Lee H., Lee J. K., Park S., Kimb I. *Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements*; [in:] *Automation in Construction* vol. 71 (2016); pp. 49–61
- [12] Mignard C., Nicolle C., *Merging BIM and GIS using ontologies application to urban facility management in ACTIVE3D* [in:] *Computers in Industry*; vol. 65 (2014) pp. 1276–1290
- [13] Santos R., Costa A., Grilo A. *Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015*, [in:] *Automation in Construction* vol. 80 (2017) p.118–136
- [14] Sumlet W., *Open BIM – o co chodzi z IFC?*, [in:] *Archivolta*, b. 2(66)/2015 pp.86-92, publ. Archivolta, ISSN 1506-5928, Węgrzce 2015
- [15] Tomana A., *BIM Innowacyjna technologia w budownictwie, Podstawy, Standardy, Narzędzia*, publ. Andrzej Tomana, ISBN 978-83-943060-0-7, Kraków 2015
- [16] Yalcinkaya M., Singh V. *Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis* [in:] *Automation in Construction* Vol. 59 (2015) pp. 68–80