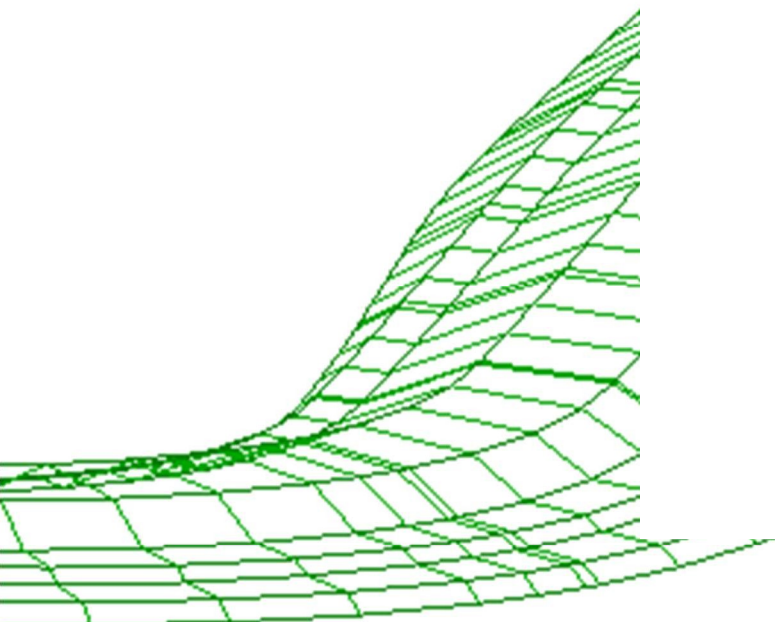


Wprowadzenie do stosowania technologii BIM w budownictwie drogowym

01-2022.06.27



Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu

BIM-D-01

BIM-D-01

Wprowadzenie do stosowania technologii BIM w budownictwie drogowym

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2022.06.27**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 27 czerwca 2022 r. (DDP-4.0600.10.2022)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane,
- 2) zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z odpowiedzialności zawodowej.

Opracował: Jacek Magiera

Koordynator zamówienia: Stanisław Gaca

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych

ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Grafika na okładce © Jacek Magiera, Fundacja EccBIM dla GDDKiA

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

- 2.1. Akty prawne
- 2.2. Normy
- 2.3. Pozostałe opracowania

3. Definicje i objaśnienia skrótów

4. Wprowadzenie

- 4.1. Cyfrowe technologie budowlane w projektowaniu infrastrukturalnym
- 4.2. BIM a cyfrowe budownictwo
- 4.3. Technologia i metodyka BIM – stadia/poziomy dojrzałości BIM
- 4.4. Model informacyjny a model BIM obiektu budowlanego
- 4.5. BIM w realizacji projektów budowlanych – nowy paradygmat zamówień
- 4.6. BIM a rodzaj kontraktu budowlanego

5. Proces informacyjny BIM poziomu dojrzałości 2 według ISO 19650

- 5.1. Rodzina norm ISO 19650 – uwagi wstępne
- 5.2. Proces informacyjny BIM w projektach budowlanych
 - 5.2.1. Proces informacyjny BIM jako zarządzany proces biznesowy
 - 5.2.2. Cele BIM
 - 5.2.3. Hierarchia wymagań informacyjnych BIM
 - 5.2.4. Role i odpowiedzialności
 - 5.2.5. Środowisko CDE
 - 5.2.6. Przebieg projektu z wymogiem stosowania metodyki BIM
- 5.3. Dokumenty procesu BIM poziomu/stadium dojrzałości 2

6. Zalecenia i wytyczne dla wymiany informacji w projektach realizowanych w metodyce BIM

- 6.1. Skuteczna wymiana informacji w oprogramowaniu BIM dla projektów drogowych
- 6.2. Semantyczne modele danych BIM
- 6.3. Stan rozwoju standardów OpenBIM dla projektów infrastrukturalnych
 - 6.3.1. Standard IFC Alignment
 - 6.3.2. Nowe standardy OpenBIM
 - 6.3.3. IFC Bridge
 - 6.3.4. Podsumowanie technologii OpenBIM
- 6.4. Formaty natywne i otwarte wymiany danych w projektach drogowych realizowanych w metodyce BIM

7. Wytyczne techniczne – nazewnictwo plików

- 7.1. Uwagi wstępne
- 7.2. Podstawowe koncepcje
- 7.3. Standard nazw plików dla projektów drogowych według Highways England
 - 7.3.1. Pole Projekt
 - 7.3.2. Pole Inicjator
 - 7.3.3. Pole Kubatura/System/Korytarz projektowy/Branża
 - 7.3.4. Pole Poziomy i lokalizacje
 - 7.3.5. Pole Typ
 - 7.3.6. Pole Rola
 - 7.3.7. Pole Numer
 - 7.3.8. Rewizje i kody zdatności

8. Wytyczne techniczne i zapewnienia jakości informacji

- 8.1. Układy współrzędnych stosowane w projekcie
- 8.2. Jednostki
- 8.3. Poziomy szczegółowości modelowania (LOGD/LOMI)
- 8.4. Planowanie pracy i systematyzacja danych
- 8.5. Zapewnienie jakości
- 8.6. Koordynacja i wykrywanie kolizji

9. Podsumowanie

Załącznik nr 1. Tabela ról i odpowiedzialności na etapie Strategii i Wytycznych dla projektów realizowanych w metodyce BIM poziomu/stadium dojrzałości 2

Załącznik nr 2. Tabela LOD/LOIN opublikowana w przetargu na obwodnicę Zatora

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Niniejsze opracowanie omawia warunki i zasady stosowania technologii i metodyki BIM poziomu dojrzałości 2 w projektach infrastrukturalnych i liniowych, i jest skierowane przede wszystkim do zamawiających i wykonawców projektów w branży drogowej. Jest opracowaniem analogicznym do opracowania BIM-M-01, omawiającego zagadnienia stosowania technologii i metodyki BIM w projektach mostów i obiektów inżynierskich. Pod wieloma względami opracowania BIM-D-01 i BIM-M-01 można traktować jako wzajemnie się uzupełniające.

(2) Przedmiotem opracowania jest opis struktury procesów informacyjnych BIM poziomu dojrzałości 2 i ich poprawnego powiązania z obszarem projektów drogowych, szczególnie w kontekście poprawnego zdefiniowania procesów wytwarzania i wymiany informacji w projektach drogowych, zarówno wewnątrz poszczególnych branż jak i na poziomie międzybranżowej wymiany informacji oraz wymiany informacji z zamawiającym. Dołożono starań, aby opis zaleceń był zgodny z międzynarodowymi normami [13], [14], [15], [16] dla zapewnienia skutecznej współpracy stron w całym cyklu życia obiektu, począwszy od definiowania wymagań dla fazy prac projektowych, poprzez wymianę informacji w fazie projektowania i realizacji inwestycji drogowej, aż do wsparcia procesów eksploatacji i utrzymania dróg z wykorzystaniem wytworzonych modeli informacyjnych obiektów drogowych.

(3) Celem opracowania jest wskazanie sposobów unifikacji i standaryzacji podejść do zamawiania i realizacji zadań inwestycyjnych w drogownictwie z wykorzystaniem metodyki BIM poziomu dojrzałości 2 zarówno po stronie zamawiających jak i po stronie wykonawców, i w rezultacie stworzenia ram dla wypracowania i wdrożenia standardów typu najlepszych praktyk w pełni zgodnych z międzynarodowymi normami procesów BIM serii ISO 19650 [13], [14], [15], [16]. Ponieważ inwestycje drogowe są realizowane praktycznie całkowicie ze środków publicznych, w opracowaniu szczególny nacisk położono na otwarte standardy i formaty wymiany informacji, zwłaszcza te opracowane przez organizację buildingSMART International. Omówiono stan ich rozwoju dla obszaru projektów liniowych i infrastrukturalnych, wskazano wiele praktycznych zaleceń dotyczących ich stosowania.

(4) Opracowanie obejmuje zasady konstrukcji procesu informacyjnego BIM poziomu dojrzałości 2, zasady przygotowania ram dla zarządzanego procesu informacyjnego, wymagania techniczne dla przygotowania modeli informacyjnych projektowego (PIM – Project Information Model) i eksploatacyjnego (AIM – Asset Information Model) będących odpowiedzialnością wykonawców na cele BIM i wymagania informacyjne zamawiających, oraz zasady zapewnienia jakości wytwarzanych i dostarczanych modeli informacyjnych.

(5) Opracowanie dotyczy wszelkich typów projektów drogowych i – w ogólnym sensie, w zakresie zasad skutecznej wymiany informacji – infrastrukturalnych, niezależnie od typu projektowanych i realizowanych obiektów, charakteru projektu (nowa inwestycja, przebudowa, rewitalizacja infrastruktury drogowej). Tam, gdzie rodzaj kontraktu (tradycyjny – osobno etap „zaprojektuj”, osobno „wybuduj”, lub kontrakt typu „zaprojektuj i wybuduj”) ma wpływ na przebieg procesu informacyjnego BIM, poczyniono odpowiednie uwagi i zastrzeżenia.

(6) Z braku ogólnodostępnych poradników i szerszej literatury przedmiotu i stopnia zaawansowania metodyki BIM w krajowych projektach drogowych, niniejsze opracowanie ma pod wieloma względami charakter edukacyjny. Jakkolwiek większość rozważań jest skoncentrowanych na przygotowaniu i realizacji fazy CAPEX, nie należy zapominać, że ostatecznym celem jest całościowe ujęcie problemu cyfryzacji w obszarze budownictwa drogowego, włączając w to fazę OPEX. Dlatego gdzie to zasadne, opracowanie odwołuje się do takiej szerszej perspektywy transformacji cyfrowej budownictwa drogowego w Polsce, sygnalizując lub uwzględniając elementy związane z budową przyszłych systemów komputerowego zarządzania infrastrukturą drogową, w oparciu o inteligentne modele cyfrowe obiektów drogowych i inżynierskich, które z jednej strony zasilone będą informacją z modeli BIM, a z drugiej strony z pracujących on-line:

- a) systemów monitorowania obiektów drogowych z wykorzystaniem sieci sensorów (ang. Sensor Networks),
- b) rozwiązań Internetu Rzeczy IoT (ang. Internet of Things),
- c) systemów wizyjnych 2D/3D wspieranych przez narzędzia sztucznej inteligencji AI (ang. Artificial Intelligence),

- d) systemów rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości AR/VR (ang. Augmented/Virtual Reality),
- e) systemów monitoringu strukturalnego SHM (ang. Structural Health Monitoring),
- f) oraz innych systemów realizujących fundamentalną dla cyfrowego budownictwa koncepcję cyfrowego bliźniaka DT (ang. Digital Twin).

(7) Kluczowym etapem dla urzeczywistnienia tej wizji i fundamentem całego podejścia jest wytworzenie poprawnych metodologicznie i bogatych informacyjnie modeli BIM, które wraz z innymi bazami danych cyfrowych (np. danych geograficznych GIS) stanowiąc będą oparcie dla rozwoju modeli cyfrowych bliźniaków DT. Właśnie temu podstawowemu celowi – powiązania wymagań technicznych dotyczących projektów drogowych z wymaganiami technologii i metodyki BIM, celem opracowania dobrych i użytecznych modeli BIM, zarówno w perspektywie bieżącego zastosowania w projektowaniu i realizacji inwestycji infrastrukturalnych, jak i tych przyszłych, szerszych i bardziej wymagających zastosowań w obszarze DT – służy niniejsze opracowanie.

(8) Pomimo, że część mostowa BIM-M-01 i część drogowa BIM-D-01 zostały przygotowane niezależnie, to jednak są one skoordynowane ze sobą. Z racji tego wzajemnie uzupełniającego się charakteru obu tych opracowań pożyteczne może być ich łączne studium, zwłaszcza, że opisywana tu metodyka BIM poziomu dojrzałości 2 jest uniwersalna i zakłada ścisłą współpracę interesariuszy projektu i współbieżne działania stron, w tym projektantów mostów i innych obiektów inżynierskich, projektantów drogowych, inwestorów czy zarządców. Szczególnie projektanci – zarówno jako wytwórcy informacji branżowej, jak i jej odbiorcy od innych branż – powinni dobrze się wzajemnie rozumieć i znać nie tylko zagadnienia i potrzeby własnej branży, ale i potrzeby branż towarzyszących. Lektura wytycznych dla procesów informacyjnych BIM innych branż powinna się więc przyczynić do lepszego i pełniejszego zrozumienia potrzeb informacyjnych projektu i dostarczenia zamawiającym informacji wysokiej jakości, gwarantujących sukces projektu. Z racji tego wzajemnie uzupełniającego się charakteru opracowania mostowego i opracowania drogowego, niektóre aspekty opisu wdrożenia technologii BIM w obszarze drogowym zostały pominięte w niniejszym opracowaniu, jeśli zostały opisane w opracowaniu mostowym.

(9) Zakres opracowania obejmuje w szczególności:

- a) podstawowe pojęcia i definicje związane z BIM,
- b) ogólne wprowadzenie do technologii BIM dla projektów drogowych,
- c) dyskusję standardów OpenBIM realizujących obietnicę w pełni cyfrowego obiegu informacji,
- d) planowanie i dostarczanie modeli informacyjnych w metodyce BIM poziomu dojrzałości 2 według norm [13], [14], [15], [16],
- e) szczegółowe zalecenia co do przygotowania i realizacji projektów w metodyce BIM,
- f) propozycje wytycznych technicznych dla wykorzystania w projektach realizowanych w metodyce BIM.

(10) Podstawą opracowania jest ujęcie procesów informacyjnych, ich definicji, wymagań, przebiegu i zakresu stosowania według specyfikacji najnowszej serii norm [13], [14]. W wielu miejscach – tam, gdzie jeszcze komitet ISO nie ukończył prac, jak to ma miejsce np. w przypadku norm [15] czy [16], brak jest krajowych norm i standardów, opracowanie odwołuje się także do tzw. najlepszych praktyk rynkowych, lub opartych na nich norm i standardów brytyjskich [19], [27], [28], [29], [30] i innych. Z racji podjętej ostatnio przez Polski Związek Pracodawców Budownictwa, Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, Stowarzyszenie Architektów Polskich, firmy GW oraz Fundację ECCBIM inicjatywy opracowania podręcznika „BIM Standard PL”, niniejsze wytyczne odwołują się także i do niego jako publicznie dostępnego, bogatego w dyskusję licznych aspektów procesów BIM i rekomendowanego m.in. przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Urząd Zamówień Publicznych i Główny Urząd Nadzoru Budowlanego opracowania źródłowego [38]. Tam, gdzie to było zasadne, niniejszy opis wymagań odwołuje się także do propozycji standaryzacji procesów BIM opublikowanych przez Generalną Dyрекcyję Dróg Krajowych i Autostrad w projekcie pilotażowym budowy obwodnicy Zatora w ciągu drogi krajowej nr 28 [39] jako przykładu standaryzacji procesów BIM.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/WE (Dz. Urz. UE L 94 z 28 marca 2014 r., s. 65-242, z późn. zm.).
- [2] Ustawa z dnia 11 września 2019 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2021 r., poz. 1129, z późn. zm.).
- [3] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351, z późn. zm.).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 lutego 2005 r. w sprawie sposobu numeracji i ewidencji dróg publicznych, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów oraz rejestru numerów nadanych drogom, obiektom mostowym i tunelom (Dz. U. poz. 582).
- [5] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. poz. 2454).
- [6] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. poz. 1609, z późn. zm.).
- [7] Ustawa z dnia 9 maja 2014 r. o informowaniu o cenach towarów i usług (Dz. U. z 2019 r. poz. 178).

2.2. Normy

- [8] PN-EN ISO 29481-1:2017-11 Modele informacji o budynku. Podręcznik dostarczania danych. Część 1: Metodologia i format.
- [9] PN-EN ISO 29481-2:2016-12 Modele informacji o budynku. Podręcznik dostarczania danych. Część 2: Schemat współdziałania.
- [10] PN-EN ISO 16739-1:2020-07 Klasy Industry Foundation (IFC) do udostępniania danych w branży budowlanej i zarządzaniu obiektami. Część 1: Schemat danych.
- [11] ISO 12006-2:2015 Building construction. Organization of information about construction works. Part 2: Framework for classification.
- [12] PN-EN ISO 12006-3:2016-12 Budownictwo. Organizacja informacji o obiekcie budowlanym. Część 3: Schemat danych obiektowo-zorientowanych.
- [13] PN-EN ISO 19650-1:2019-02 Organizacja i digitalizacja informacji o budynkach i budowlach, w tym modelowanie informacji o budynku (BIM). Zarządzanie informacjami za pomocą modelowania informacji o budynku. Część 1: Koncepcje i zasady.
- [14] PN-EN ISO 19650-2:2019-01 Organizacja i digitalizacja informacji o budynkach i budowlach, w tym modelowanie informacji o budynku (BIM). Zarządzanie informacjami za pomocą modelowania informacji o budynku. Część 2: Realizacja projektu.
- [15] PN-EN ISO 19650-3:2021-02 Organizacja i digitalizacja informacji o budynkach i budowlach, w tym modelowanie informacji o budynku (BIM). Zarządzanie informacjami za pomocą modelowania informacji o budynku. Część 3: Faza operacyjna zasobów.
- [16] PN-EN ISO 19650-5:2021-01 Organizacja i digitalizacja informacji o budynkach i budowlach, w tym modelowanie informacji o budynku (BIM). Zarządzanie informacjami za pomocą modelowania informacji o budynku. Część 5: Oparte na bezpieczeństwie podejście do zarządzania informacjami.
- [17] ISO 22263:2008 Organization of information about construction works. Framework for management of project information.
- [18] ISO/TS 12911:2012 Framework for building information modelling (BIM) guidance.

- [19] BS 1192:2007+A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice.
- [20] BS 1192-4:2014 Collaborative production of information. Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie. Code of practice.
- [21] BS 8536-1:2015 Briefing for design and construction. Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure).
- [22] BS 8536-2:2016 Briefing for design and construction. Code of practice for asset management (Linear and geographical infrastructure).
- [23] BS 8541-1:2012 Library objects for architecture, engineering and construction. Identification and classification. Code of practice.
- [24] BS 8541-2:2011 Library objects for architecture, engineering and construction. Recommended 2d symbols of building elements for use in building information modelling.
- [25] BS 8541-3:2012 Library objects for architecture, engineering and construction. Shape and measurement. Code of practice.
- [26] BS 8541-4:2012 Library objects for architecture, engineering and construction. Attributes for specification and assessment. Code of practice.
- [27] PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.
- [28] PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling (BIM).
- [29] PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management.
- [30] PAS 1192-6:2018 Specification for collaborative sharing and use of structured Health and Safety information using BIM.
- [31] PN-ISO 55000:2017-09 Zarządzanie aktywami. Informacje ogólne, zasady i terminologia.
- [32] PN-EN ISO 9001:2015-10 Systemy zarządzania jakością. Wymagania.

2.3. Pozostałe opracowania

- [33] BSI, B/555 Roadmap (June 2013 Update), Design, Construction & Operational Data & Process Management for the Built Environment, https://mosaicprojects.com.au/PDF-Gen/B555_Roadmap.pdf [dostęp: czerwiec 2022].
- [34] Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector, EU BIM Task Group co-funded by the European Commission, 2017.
- [35] National BIM Guide for Owners, National Institute of Building Sciences, USA, January 2017.
- [36] Integrated Project Delivery – A Guide, American Institute of Architects, 2007.
- [37] Business Process Model and Notation (BPMN), 2011.
- [38] BIM Standard PL. Polski Związek Pracodawców Budownictwa, Warszawa, 2020, <https://www.uzp.gov.pl/baza-wiedzy/zrownowazone-zamowienia-publiczne/bim-modelowanie-danych-budowlanych/bim-standard-pl> [dostęp: czerwiec 2022].
- [39] Dokumentacja projektu pilotażowego budowy obwodnicy miasta Zator w ciągu drogi krajowej nr 28, <https://gddkia.eb2b.com.pl/open-preview-auction.html/132185/opracowanie-kompleksowej-dokumentacji-projektowej-i-opracowan-towarzyszacych-dla-zadania-pn-budowa-obwodnicy-zatora-w-ciagu-drogi-krajowej-nr-28-wraz-z-uzyskaniem-decyzji-administracyjnych-i-sprawowaniem-nadzoru-autorskiego> [dostęp: czerwiec 2022].
- [40] McKinsey Global Institute, "Smart Cities: Digital Solutions For a More Livable Future", June 2018.

- [41] D. Kasznia, J. Magiera, and P. Wierzowiecki, BIM w praktyce. Standardy, wdrożenie, case study. Warszawa: PWN, 2017.
- [42] Jernigan FE., BIG BIM, little bim: the practical approach to building information modeling: integrated practice done the right way, 4Site Press, Salisbury, 2008.
- [43] M. Karolak et al., "Projekt pilotażowy zastosowania technologii BIM w GDDKiA przy projektowaniu i budowie obwodnicy Zatoru," Autostrady, vol. 10, s. 83–89, 2018.
- [44] BIM – polska perspektywa, Raport MillwardBrown dla Autodesk Polska, 2015.
- [45] Ekspertyza dla Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa dotycząca możliwości wdrożenia metodyki BIM w Polsce, KPMG Advisory, 2016.
- [46] East W., Construction Operations Building Information Exchange (COBIE). Requirements, Definition and Pilot Implementation Standard [Raport], Construction Engineering Research Laboratory. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Champaign 2007.
- [47] J. Magiera, BIM dla bezpieczeństwa. Standard PAS 1192-6:2018 w praktyce projektowej i budowlanej. Cz. 2. Builder, R. 22, Nr 9 (254), s. 38-41, 2018.
- [48] J. Magiera, BIM – rewolucja budownictwa cyfrowego. Builder. R. 22, Nr 1 (246), s. 88-94, 2018.
- [49] J. Magiera, Menedżer informacji BIM. Materiały Budowlane nr 5 (537), s. 128-130, 2017.
- [50] J. Magiera, BIM dla projektów infrastrukturalnych i liniowych – stan rozwoju technologii. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej, Oddział w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, 2019, Nr 1 (118), s. 45-63, 2019.
- [51] J. Magiera, A. Szarata, Przyszłość BIM. [w:] Nowoczesne materiały, techniki i technologie we współczesnym budownictwie: IV Konferencja Naukowo-Techniczna TECH-BUD' 2019, Kraków, 13-15 listopada 2019 r., S. 205-221, PZITB, 2019.
- [52] J. Magiera, Przegląd nowych technologii i procesów BIM [w:] Innowacyjne wyzwania techniki budowlanej: 63. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Krynica 2017. Warszawa: Instytut Techniki Budowlanej, s. 661-680, 2017.
- [53] BIM execution planning guide ver. 2.0, The Computer Integrated Construction Research Group, The Pennsylvania State University, 2010.
- [54] G. Halek., Strategia opracowania planu realizacji BIM wg Pennsylvania State University BXP 2.0. Praca magisterska, Politechnika Krakowska 2017.
- [55] T. Liebich., IFC FOR INFRASTRUCTURE. Separation between BIM and GIS requirements. Use cases for BIM (VDC) in Infrastructure. Scope of IFC developments (today, tomorrow)
- [56] A. Bormann, IFC Infra Overall Architecture – Project Plan, TUM, 2016 http://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/2016-01-29_InfraOverallArchitecture_ProjectPlan_AB.pdf [dostęp: luty 2020].
- [57] <http://www.buildingsmart-tech.org/infrastructure/projects/alignment> [dostęp: luty 2019].
- [58] T. Liebich, J. Amann, A. Bormann, T. Chipman, E. Lebegue, M. Marach., P. Scarponcini, IFC ALIGNMENT. Common resource for road and rail construction, bridges, tunnels... First IFC extension project to address infrastructure works, https://syncandshare.lrz.de/open/MktrQIVFTm1CTHBLs3INcW5MQVdz/IFC%20Rail%2BROAD/2016-01-19/2016-01-19_3_IFC-Alignment.pdf [dostęp: luty 2020].
- [59] Amann J., A. Bormann, T. Chipman, E. Lebegue, T. Liebich, P. Scarponcini, IFC Alignment Project, Conceptual Model (informative), 2015 <http://www.buildingsmart-tech.org/downloads/ifc/ifc5-extension-projects/ifc-alignment/ifcalignment-conceptualmodel-fs> [dostęp: luty 2020].
- [60] Inframod Consultants Inc. oraz MAD Engineers – IFC dla infrastruktury, <http://www.bimblog.pl/2016/06/ifc-dla-infrastruktury/> [dostęp: luty 2020].

- [61] E. Lebègue, IFC Bridge & IFC for Roads, BuildingSmart Infrastructure Room, <http://iug.buildingsmart.org/resources/itm-and-iug-meetings-2013-munich/infra-room/ifc-bridge-ifc-for-roads> [dostęp: luty 2020].
- [62] Ch. Castaing, IFC-Bridge Fast Track Project. Final Report WP1: Requirements analysis, 2018-05-17, https://syncandshare.lrz.de/open/MktrQIVFTm1CTHBL3INcW5MQVdz/IFC%20Bridge/WP1_RequirementsAnalysis/IR-Bridge-WP1_RequirementAnalysisReport_as_published.pdf [dostęp: czerwiec 2022].
- [63] T. Liebich, IFC for infrastructure. Separation between BIM and GIS requirements. Use cases for BIM (VDC) in Infrastructure. Scope of IFC developments (today, tomorrow), https://forums.autodesk.com/autodesk/attachments/autodesk/321/20191/1/10_BIM_AT_Ref_A2_Liebich.pdf [dostęp: czerwiec 2022].
- [64] Highway England Interim Advice Note 184/16 - Highways England CAD and Data Standard, 2016.
- [65] J. Magiera, Wymiana danych w formatach OpenBIM w projektach infrastrukturalnych, Przewodnik Projektanta, Nr 3/21, 2021, str. s. 48-54.

3. Definicje i objaśnienia skrótów

2D CAD – format dokumentacji projektowej i sposób projektowania, w którym oprogramowanie (CAD) dostarcza funkcjonalności określanej jako elektroniczna deska kreślarska. Całość powstałej dokumentacji i rysunków jest realizowana tylko dwuwymiarowo, gdyż nie są tworzone modele 3D. Rysunki najczęściej są przechowywane w oddzielnych plikach, a koordynacja odbywa się ręcznie. Wykonywanie obliczeń na bazie modelu oraz jego wizualizacja jest trudna lub wręcz niemożliwa.

3D CAD (model 3D) – format dokumentacji projektowej i sposób projektowania rozumiany jako zbiór trójwymiarowych, skoordynowanych przestrzennie plików projektowych bez załączonych informacji dodatkowych (np. służących do przedmiarów) lub z ograniczoną ilością i jakością takich informacji. Podczas projektowania 3D CAD stosowane są wszystkie możliwości w zakresie trzech (oraz dwóch) wymiarów geometrycznych. Rysunki 2D są tylko częściowo oddzielone/odseparowane od modelu. Dokumentacja z reguły nie jest generowana automatycznie lub jedynie w półautomatyczny sposób. Elementy projektowanego budynku, budowli lub obiektu inżynierskiego są rysowane w większości za pomocą narzędzi typowo rysunkowych (linie, okręgi i inne prymitywy). Dodatkowa zawartość informacyjna, taka jak wizualizacje lub proste przedmiary, jest możliwa do zrealizowania, ale w ograniczonym zakresie. Wady podejścia 3D CAD w odniesieniu do BIM, to przede wszystkim fakt, że rysowanie 3D nie jest bezpośrednio powiązane z projektowaniem (konstrukcyjnym lub architektonicznym). W szczególności nie ma wsparcia dla projektowania koncepcyjnego, parametrycznego lub algorytmicznego. Powstała dokumentacja nie jest generowana automatycznie z modelu lub odbywa się to jedynie w ograniczonym zakresie. Nie ma możliwości korzystania z gotowych obiektów o bogatej zawartości informacyjnej, w tym również materiałowej. Brak podejścia obiektowego uniemożliwia wykorzystanie parametryzacji opartej na wzajemnych relacjach elementów obiektu budowlanego. W modelu 3D CAD dopuszczalny jest brak zgodności modelu z modelowanym obiektem w zakresie sposobu realizacji czy technologii.

4D BIM (model 3D) – zawierający dodatkowe informacje związane z aspektem czasu i kolejności czynności dla każdego lub wybranych komponentów modelu związany z określonymi etapami życia obiektu (czas budowy, montażu, dostawy, przeglądu, remontu itd.). Model 4D na etapie projektowania i budowy jest wykorzystywany do tworzenia harmonogramów i symulacji procesu budowy. W programach dedykowanych tworzeniu symulacji 4D BIM możliwe jest łączenie ze sobą modeli zawierających dodatkowe informacje związane z realizacją lub modeli bez takich danych.

5D BIM (model 3D) – zawierający dodatkowe informacje pozwalające na przygotowanie zestawień materiałowych i przeprowadzenie analizy kosztów (budowy, remontów, przeglądów). Na etapie projektowania i budowy model 5D BIM jest wykorzystywany do tworzenia kosztorysów, zestawień materiałowych oraz przedmiarów.

6D BIM (model 3D) – zawierający dodatkowe informacje pozwalające przeprowadzić analizy wpływu obiektu na człowieka i środowisko. Dane zawarte w modelu 6D BIM są wykorzystywane np. przy analizie energetycznej i/lub środowiskowej obiektu, liczeniu śladu węglowego itp.

7D BIM (model 3D) – zawierający dane pozwalające efektywnie zarządzać eksploatacją obiektu. W wielu przypadkach zrzut informacji z modelu BIM tworzy wyłącznie bazę podstawowych informacji o wybudowanym obiekcie, która jest wzbogacana o informacje niezbędne do zarządzania na specjalistycznej platformie dedykowanej zarządzaniu aktywami.

Asset Information Model (AIM) – model informacji o aktywach/model informacyjny eksploatacyjny. Model informacyjny obiektu zawierający informacje umożliwiające zarządzanie utrzymaniem i eksploatacją wszystkich składników obiektu. Dane mogą być wprowadzane na etapie realizacji nowego procesu inwestycyjnego lub podczas inwentaryzacji obiektu istniejącego. Niekoniecznie tożsamy z modelem BIM (w sensie bogatej informacyjnie reprezentacji graficznej 3D), może to być np. reprezentacja bazodanowa stosowna dla celów zarządzania obiektem stosowana w danej organizacji.

Asset Information Requirements (AIR) – wymagania informacyjne eksploatacji (dla obiektu). Zgodne z normą [13] jest to dokument lub zbiór dokumentów opisujący wymagania dla procesów informacyjnych związanych z zamawianiem, realizacją i zarządzaniem portfolio aktywów, tj. standardy, zakresy, strukturę i sposób zarządzania informacjami dla obiektów budowlanych

(nowych lub istniejących składników aktywów). AIR jest jednym ze źródeł definicji zakresu dostaw modeli informacyjnych eksploatacyjnych AIM. Dla danej inwestycji zamawiający publikuje wymagania AIR jako jeden elementów zbiorczego dokumentu Wymagań wymiany informacji EIR.

BIM Authoring tools – narzędzia do autoringu BIM. Oprogramowanie z ekosystemu oprogramowania BIM, które służy do tworzenia modeli informacyjnych BIM. Do tej klasy zalicza się oprogramowanie, w którym producent dostarcza bogatych bibliotek komponentów BIM 3D (i mechanizmów tworzenia własnych lub dodawania dalszych bibliotek/komponentów wedle potrzeb projektu), pozwalających budować z nich modele BIM projektowanych obiektów budowlanych. Przykładem oprogramowania tego typu są np. programy z rodziny AECOSim, OpenRoads, Revit, Civil 3D, Tekla Structures, ArchiCAD, NovaPoint i wiele innych.

BIM Execution Plan (BEP) – plan wykonania BIM/plan realizacji BIM. Podstawowy dokument przygotowywany przez wykonawcę inwestycji realizowanej w metodologii BIM, jako odpowiedź na Wymagania wymiany informacji (EIR). Powinien opisać m.in. sposób, zakres, metody, formaty i wyniki procesu informacyjnego w projekcie inwestycyjnym w zdefiniowanych punktach dostarczania danych/ punktach decyzyjnych zamawiającego. BEP powinien szczegółowo opisywać etapy i kamienie milowe projektu, sposób i zakres realizacji modeli informacyjnych PIM i AIM, dokładność i szczegółowość modelowania LOD/LOI oraz strategię zarządzania informacją w projekcie.

Building Information Model (BIM) – cyfrowy model obiektu budowlanego zawierający informacje (techniczne, geometryczne, kosztowe, i inne atrybuty) potrzebne na etapie projektowania, realizacji oraz eksploatacji obiektu budowlanego (drogi, obiekty inżynierskie, architektura, konstrukcja, instalacje, wyposażenie). Jednym z głównych założeń BIM jest unikanie strat informacji o obiekcie budowlanym między kolejnymi etapami cyklu życia.

Building Information Modeling (BIM) – modelowanie informacji o obiekcie budowlanym. Tworzenie, edytowanie i korzystanie z cyfrowego modelu obiektu budowlanego, jak również metodologia realizacji inwestycji budowlanej w oparciu o model cyfrowy. Najważniejszym elementem BIM jest efektywne zarządzanie oraz wymiana informacji o obiekcie budowlanym w całym cyklu życia tego obiektu (od koncepcji aż po rozbiórkę).

BIM Manual – podręcznik BIM. Dokument publikowany przez zamawiającego lub przez wykonawcę, najczęściej w przypadku braku standardów szczebla krajowego, opisujący własne standardy i wymagania dla procesu informacyjnego BIM. W niektórych organizacjach, zwłaszcza firmach projektowych, pojęcie to może być tożsame z podręcznikiem zasad dobrego modelowania BIM czy zalecenia techniczne co do podziału modeli na modele częściowe, określające maksymalny zalecany rozmiar pliku dla danego oprogramowania BIM czy inne zalecenia wynikające z praktyki organizacji. Bardziej rozbudowane wersje podręczników BIM mogą zawierać standardy modelowania i zasady zapewnienia jakości, wymagania techniczne CAD/BIM (skale, rodzaje linii, style tekstu, tabelki rysunkowe, układy współrzędnych itp.), szablony plików CAD/BIM, standardy nazewnictwa plików i kontenerów informacji, wymagania jakościowe, akceptowane formaty plików wymiany, zakresy modelowania na poszczególnych etapach itp. W odróżnieniu od EIR, podręcznik BIM zazwyczaj nie jest dokumentem związanym z pojedynczym projektem.

Common Data Environment (CDE) – platforma wymiany danych/platforma koordynacji. Rozwiązanie bazodanowe, najczęściej chmurowe, które ma zapewnić jednolite źródło informacji dla danego projektu, wykorzystywane do zarządzania i udostępniania uczestnikom projektu wszelkich istotnych dokumentów. W metodologii BIM baza CDE zapewnia integrację wszystkich danych (zawartych w modelu BIM jak również w plikach zewnętrznych) w celu optymalizacji procesów projektowania, realizacji i eksploatacji, której celem jest redukcja kosztów. Zaawansowane platformy CDE umożliwiają zautomatyzowany obieg informacji i dokumentów poprzez predefiniowanie sposobów udostępniania, komentowania, akceptacji itp. oraz ról, obowiązków i odpowiedzialności. Pozwala to na znaczące usprawnienie tych procesów, a w efekcie skrócenie czasu ich realizacji. Centralne repozytorium danych, jakim jest CDE, zawiera wszelkie dane o projektowanym lub realizowanym obiekcie, nie tylko te, które powstały w oparciu o metodykę BIM (np. decyzje, uzgodnienia formalne itd.), stąd niektórzy utożsamiają je z modelem informacyjnym obiektu budowlanego.

Construction Operation Building information exchange (COBie) – pochodzący z US Corps of Engineers otwarty standard i format wymiany informacji BIM, dedykowany wymianie danych istotnych z punktu widzenia zarządzania obiektem. Nie zawiera geometrii komponentów modelu,

a najczęstszym formatem przekazania danych jest format arkusza kalkulacyjnego zapisanego w standardzie MS Excel. Plik COBie składa się z wielu arkuszy o zdefiniowanej strukturze i nazewnictwie, wypełnianych danymi według wymogów standardu COBie w zależności od fazy projektu. Dane te obejmują między innymi wyposażenie obiektu wraz z kompletem informacji o każdym z elementów wyposażenia (parametry techniczne i eksploatacyjne, pochodzenie, cena, okres gwarancyjny, data montażu, listy części zamiennych, terminy przeglądów, itp.). Wersja 3 formatu COBie, jest oficjalnym, standaryzowanym widokiem (MVD) pliku IFC o nazwie „Basic FM Handover View”. Zaletą przekazania modeli BIM w formacie COBie jest ich łatwy transfer do systemów oprogramowania dedykowanego komputerowemu zarządzaniu i utrzymaniu obiektów budowlanych klasy CAFM/CMMS. Inne podobne standardy to np. brytyjski National Building Specification BIM Object Standard (NBS) v.2.0 lub dedykowany dla elementów wyposażenia standard Product Data Template (PDT).

Cykl życia obiektu budowlanego – okres czasu obejmujący fazy od zdefiniowania założeń projektu inwestycyjnego, poprzez okres projektowanie, realizacji budowy, eksploatacji aż po jego zakończenie związane z wycofaniem z eksploatacji i rozbiórką. W kategoriach ekonomicznych okres ten jest wykorzystywany do wyznaczenia kosztu inwestycji TOTEX (ang. Total Expenditure), który obejmuje fazy nakładów inwestycyjnych CAPEX (ang. Capital Expenditure) i operacyjnych OPEX (ang. Operational Expenditure). Cykl życia obiektu budowlanego wyznacza zatem perspektywę czasową dla analizy kosztów cyklu życia LCA (ang. Life Cycle Analysis) oraz obliczenia kosztu cyklu życia LCC (ang. Life Cycle Cost). W ustawie [2] w powszechnej interpretacji koszt LCC jest tożsamy z pojęciem kosztu (inwestycji), dopuszczonego jako jedno z kryteriów oceny ofert.

Cykl życia projektu – okres czasu począwszy od zdefiniowania założeń projektu inwestycyjnego do ukończenia fazy wykonawczej i oddania do użytku. W kategoriach finansowych jest okres życia projektu związany z fazą wydatku kapitałowego CAPEX. Nakłady poniesione w cyklu życia projektu są podstawą do obliczenia ceny obiektu budowlanego, rozumianej w świetle art. 7 pkt 1 ustawy [2] oraz art. 3 ust. 1 pkt 1 i ust. 2 ustawy [7].

Data Drops – punkty dostarczenia danych/punkty zrzutu danych. Punkty czasowe w procesie projektowym i realizacji, w których projektant/wykonawca przekaże wymagane w EIR dane zamawiającemu (np. modele, rysunki, zestawienia itp.), do akceptacji lub w celu kontroli czy projekt jest poprawnie realizowany. Przekazanie określonych danych może być również związane z koniecznością podjęcia przez zamawiającego określonych decyzji (patrz Punkty Decyzyjne Zamawiającego). Częstotliwość oraz zakres Punktów Dostarczenia Danych (PDD) powinny umożliwić efektywną kontrolę nad projektem.

Dokumentacja projektowa – projekty budowlane lub ich części, dotyczące drogowych obiektów inżynierskich, będące przedmiotem decyzji o pozwoleniu na budowę, decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej lub zgłoszenia wykonywania robót budowlanych.

Dokumentacja projektowa BIM – w odróżnieniu od klasycznej dokumentacji projektowej, której zakres i forma dostawy jest określana przez prawo, m.in. przez ustawy [2], [7], rozporządzenia właściwych ministrów i inne akty prawne, przez pojęcie dokumentacji projektowej BIM rozumie się takie elementy jak: modele BIM, modele 3D, rysunki CAD tworzone na bazie modeli BIM, pliki zawierające zdigitalizowane przedmiary i obmiary geodezyjne w 3D, wszelkiego rodzaju zestawienia i schematy tworzone na bazie modeli BIM, raporty z wykrywania kolizji, raporty podsumowujące przeprowadzenie koordynacji oraz kontroli jakości. W skład dokumentacji projektowej BIM najczęściej wchodzi zarówno pliki w formatach natywnych, jak i otwartych (zgodnie z zasadami przyjętymi w projekcie).

Employer's Information Requirements (EIR) – wymagania informacyjne zamawiającego (BS 1192) lub Exchange Information Requirements (EIR) – wymagania wymiany informacji (ISO 19650). Podstawowy dokument publikowany przez zamawiającego, który definiuje wymagania i cele zastosowania BIM, zakres i sposób zarządzania informacją o zadaniu inwestycyjnym w trakcie kolejnych faz jego projektowania, realizacji i eksploatacji, standardy informacyjne i standardy wytwarzania i wymiany informacji obowiązujące wszystkich uczestników projektu (Zamawiający, Projektant, wykonawca, Zarządzający obiektem). Jeżeli wymagania te dotyczą fazy CAPEX to tę część wymagań nazywa się (za ISO 19650) PIR – Wymagania Informacyjne Projektu (ang. Project Information Requirements), jeżeli fazy OPEX (eksploatacja i utrzymanie obiektu) to wtedy nazywa się je (za ISO 19650) Wymagania informacyjne eksploatacyjne AIR (ang. Asset Information Requirements). W zależności od potrzeb lub możliwości wykorzystania

informacji przez zamawiającego/Operatora obiektu i jego/ich celów BIM, EIR może obejmować zarówno wszystkie jak i wybrane typ wymagań informacyjnych.

Format natywny BIM – własny format danych zdefiniowany przez producentów oprogramowania, traktowany zazwyczaj jako własność intelektualna firmy chroniona prawem. Związany z wewnętrznym modelem danych danego pakietu oprogramowania, plik w formacie natywnym może być w pełni odczytany najczęściej tylko przez program, w którym został utworzony. Zaletą formatów natywnych jest zwykle bogatszy model danych niż możliwy do eksportu do innych formatów (natywnych lub otwartych). Obejmują one nie tylko informacje o geometrii modelowanego obiektu i jego atrybutach, ale również dodatkowe powiązania między jego komponentami i inteligencją/automatyzację modelu, które mogą być unikalną cechą oprogramowania, w którym powstały. Z tego powodu eksport modelu z formatu natywnego do formatów natywnych innych producentów lub formatów otwartych takich jak np. IFC, skutkuje najczęściej bezpowrotną utratą części informacji.

Format otwarty BIM – format danych dla którego jest znana i opublikowana pełna struktura modelu danych, dostępna publicznie bez wnoszenia opłat licencyjnych. Otwarte formaty BIM mają charakter globalny i są rozwijane przez międzynarodowe stowarzyszenia typu non-profit takiej jak np. buildingSMART International, twórca najpopularniejszego otwartego formatu BIM, czyli IFC. Innym popularnym formatem otwartym jest format LandXML.

Information Delivery Manual (IDM) – podręcznik dostarczania informacji. Standard opracowany przez organizację buildingSMART International, a także jako normy [8] i [9], specyfikujący wymagania i zasady wymiany informacji ER (ang. Exchange Requirements) w procesach BIM. Stanowi podstawę do opracowania wymagań wymiany informacji ER, na podstawie zdefiniowanych podręczników IDM definiuje się podzbiory klas IFC wymieniane w poszczególnych przypadkach wymagań wymiany ER znanych jako standard MVD (ang. Model View Definition). Podręczniki dostarczania informacji IDM opisują procesy BIM, a wymagania wobec modeli w konkretnych projektach. Standard IDM odwołuje się do notacji BPMN (ang. Business Process Modeling Notation) opisu modeli i map procesów.

Industry Foundation Classes (IFC) – otwarty format zapisu danych służący do przekazywania informacji między uczestnikami procesu (inwestor, projektant, wykonawca) oparty na semantycznych strukturach danych. IFC w założeniu ma zapewnić bezstratne przekazywanie informacji o obiekcie inżynierskim między różnymi programami lub systemami informatycznymi. Dobrze sprawdza się przy zarządzaniu realizacją obiektu lub zarządzaniem gotowym obiektem. Na etapie projektowania wykorzystywany jest do koordynacji między Zamawiającym a Wykonawcą.

Klasyfikacja budowlana – system kodów przypisywany poszczególnym obiektom, komponentom, procesom, a nawet interesariuszom czy dokumentacji określającej ich typ lub powiązania z innymi elementami obiektu. W przypadku technologii BIM zaleca się wykorzystywanie hierarchicznych systemów klasyfikacji budowlanej pozwalających wprost w strukturze kodów odzwierciedlać hierarchię i powiązania tych komponenty w logiczne systemy. W procesach informacyjnych BIM zgodnych z normami serii ISO 19650 zaleca się wykorzystywanie systemów klasyfikacji zgodnych z normą ISO 12006-2. Przykłady takich systemów klasyfikacji to np. systemy OMNICLASS, UNICLASS-2015, Cuneco CCS, CCI i inne.

Kolizja istotna – kolizja twarda lub miękka wymagająca rozwiązania.

Kolizja miękka – wszelkie miejsca w modelu, które będą powodowały problemy z wykonawstwem lub eksploatacją projektowanego obiektu, a niebędące kolizjami twardymi. Najczęstszymi przykładami kolizji miękkich jest: pozostawienie zbyt małej przestrzeni do montażu lub transportu elementu, brak dojścia do elementu wymagającego serwisowania, zbyt mała przestrzeń do prawidłowego użytkowania elementu, zbędne lub zbyt duże otworowanie pod instalacje.

Kolizja nieistotna – kolizja twarda lub miękka pozostawiona w modelu celowo i niewymagająca poprawy. Plan wykonania BIM BEP powinien zawierać listę rodzajów kolizji uznawanych za nieistotne. Kolizje nieistotne pozostawia się celowo ze względu na przyjęty poziom dokładności modelowania (LOD), rzeczywistą kolejność/technologię wykonywania prac. Na różnych etapach projektowania lista typów kolizji uznawanych za nieistotne może być inna. Wraz ze wzrostem poziomu definicji LOD na kolejnych etapach rozwoju projektu, lista kolizji

nieistotnych powinna ulegać zmniejszeniu. Przykładem kolizji nieistotnej może być np. brak otworowań w modelu ze względu na wczesną fazę projektu.

Kolizja twarda – nałożenie lub przecięcie geometrii dwóch elementów modelu. W rzeczywistości niemożliwe jest umieszczenie zamodelowanych elementów w sposób pokazany w modelu. Za kolizję twardą uznamy np. brak lub zbyt małe otworowanie pod instalację, przecinanie się ciągów instalacyjnych, nachodzenie na siebie 2 ścian lub ściany ze stropem, itp. Kolizje twarde możemy podzielić na kolizje istotne oraz kolizje nieistotne.

Komponent/Obiekt 3D – element lub grupa elementów będących cyfrową reprezentacją fizycznego elementu projektowanego obiektu, części funkcjonalnej obiektu lub otaczającej go infrastruktury naziemnej i podziemnej. Komponenty modelu BIM mają określoną geometrię zgodną z poziomem szczegółowości geometrycznej (oznaczany skrótami takimi jak LOGD lub LoD,) uzgodnionym dla danego elementu i w danej fazie projektu, oraz nasycenie informacjami niegeometrycznymi w postaci atrybutów/metadanych, które są zgodne z wymaganym poziomem szczegółowości niegeometrycznej (oznaczany skrótami np. LOMI, LOI, LOIN) uzgodnionym dla danego elementu. Zazwyczaj informacje niegeometryczne przechowywane w komponentach BIM to np. nazwa, materiał, producent, data instalacji itp. Poziom nasycenia informacją niegeometryczną (LOMI) danego elementu w danym momencie (tak samo jak w LOGD) jest określony w tabeli MPDT.

Kontener informacji projektowej – według nomenklatury norm [19] i ISO 19650 jest to nazwany, trwały zbiór danych o ustalonej strukturze w hierarchii systemu plików lub komponentów modelu informacyjnego, przechowujący informację danego typu. Może to być zarówno plik modelu, jak i katalog plików, plik danych lub odrębny podzbiór w pliku danych, taki jak rozdział, sekcja, warstwa, blok czy komponent modelu BIM 3D. Model informacyjny projektu jest w tych normach postrzegany jako hierarchia nazwanych kontenerów informacji, które mają narzuconą strukturę nazewnictwa zgodną ze standardami projektu, konieczną dla efektywnego zarządzania i wymiany informacji.

Level Of Graphical Detail (LOGD) – poziom szczegółowości danych graficznych. Klasyfikacja używana m.in. w brytyjskich normach, do opisywania minimalnego poziomu szczegółowości grafiki modelowanych obiektów 3D, na poszczególnych etapach procesu budowlanego.

Level Of Development (LOD) – poziom zaawansowania modelu. Amerykańska klasyfikacja opisująca jak powinien wyglądać model, na kolejnych etapach procesu budowlanego. Określa ona poziom szczegółowości grafiki modelowanych obiektów oraz informacji dołączonej do nich w postaci atrybutów (metadane). Analogicznie, w brytyjskiej nomenklaturze norm i standardów serii BS 1192, używane jest pojęcie poziomu definicji modelu, (ang. Level of Definition) LOD, a w normie ISO 19650 stosuje się odpowiednio pojęcie poziomu wymaganej informacji LOIN (ang. Level of Information Need).

Level Of Model Information (LOMI) – poziom szczegółowości informacji niegraficznej. Klasyfikacja używana m.in. w brytyjskich normach, do opisywania minimalnego poziomu informacji dołączonej do modelowanych obiektów 3D w postaci atrybutów (metadane), na poszczególnych etapach procesu budowlanego.

Metadane (ang. metadata) – dane dołączane do kontenerów informacji w celu opisu ich zawartości, cech, właściwości, typów, klas itp. Metadane kodują/klasyfikują informację w kontenerze, np. jako część jego nazwy (tzw. pola nazwy), albo przez inne mechanizmy systemów operacyjnych czy baz danych takich jak zmienne systemowe, wewnętrzne właściwości plików, atrybuty rekordów bazy danych etc. Metadane pozwalają łatwiej zarządzać informacją, sortować ją według odpowiednich właściwości (np. pliki projektu przeszukane po zawartości atrybutu „Branża” celem wylistowania np. wszystkich plików branży architektonicznej), przeszukiwać i przetwarzać w różny sposób.

Mobilizacja – faza wstępnego etapu inwestycji/projektu, po zakończeniu przetargu, wyłonieniu wykonawcy i podpisaniu kontraktu, a przed rozpoczęciem prac projektowych (dla kontraktu tradycyjnego na projektowanie lub kontraktu zaprojektuj i wybuduj) lub wykonawczych (dla kontraktu tradycyjnego na budowę). W trakcie mobilizacji: odbywają się testy rozważanych/zaproponowanych w Kontraktowym Planie Wykonania BIM (BEP) procedur tworzenia i wymiany danych BIM, uzgadniane są wersje oprogramowania i weryfikowane jest poprawne przenoszenie danych w uzgodnionych formatach wymiany danych między oprogramowaniem używanym przez wykonawcę, jego podwykonawców, inżyniera kontraktu

i zamawiającego, uzgadniane i weryfikowane/testowane są elementy Standardowej Metody i Procedury (SMP), następuje konfiguracja Platformy Wymiany Danych CDE pod potrzeby procesów informacyjnych i zarządczych projektu. Testy zasobów sprzętowych powinny potwierdzić ich adekwatność do wykonania zapisów BEP. Okres Mobilizacji to czas na szkolenia dla personelu wykonawcy, podwykonawców, zamawiającego i inżyniera kontraktu, pozwalające przygotować personel do pełnego wykorzystania potencjału oprogramowania BIM w projekcie oraz uzyskać kompetencje w zakresie wybranego do realizacji projektu oprogramowania. W polskich dokumentach kontraktowych BIM spotyka się również określenie tej fazy jako „fazę kalibracji”.

Model 3D BIM (model BIM) – format dokumentacji projektowej i metoda projektowania realizowane w taki sposób, że model stanowi podstawowe źródło informacji dla dokumentacji projektowej. W konsekwencji z modelu generowana jest dokumentacja projektowa w postaci rysunków (przekroje, rzuty, detale konstrukcyjne) oraz przedmiarów i harmonogramów. Jedną z wielu zalet stosowania technologii BIM jest fakt, że zmiany w modelu powodują automatyczną zmianę towarzyszącej dokumentacji. Projektowanie BIM może być oparte na podejściu zarówno obiektowym, parametrycznym jak i algorytmicznym. Wszystkie branże są łączone w modele koordynacyjne, gdzie następuje koordynacja przestrzenna oraz wykrywanie kolizji między branżowymi. Projektowanie BIM pozwala między innymi na: wykonanie obliczeń statycznych, analizy energetyczne i środowiskowe, generowanie na podstawie modelu przedmiaru oraz przygotowanie zestawień do kosztorysowania i planowania. Z modelem BIM może być powiązany harmonogram prac (w tym technologia wznoszenia) jak i kosztorys.

Organizational Information Requirements (OIR) – wymagania informacyjne organizacji. Zgodne z normą [13] OIR to dokument opisujący strategię informacyjną organizacji rozumianą jako wymagania, standardy, cele i zakresy przetwarzanej informacji, sposób zarządzania informacją w organizacji jak i środki i narzędzia elektronicznego gromadzenie i przetwarzania informacji. Organizacja gromadzi i przetwarza informacje, aby zrealizować swoją misję i/lub osiągnąć zysk. Do wymagań OIR norma [13] zalicza: strategiczne cele biznesowe organizacji, strategiczne cele zarządzania aktywami organizacji, planowanie portfolio aktywów, obowiązki prawne (np. certyfikacja/homologacja techniczna obiektów, audyty wymagane prawem, sprawozdawczość podatkowa itp.), prowadzenie polityki organizacji. Warto podkreślić, że norma [13] do kategorii OIR zalicza także strategiczne cele innych organizacji, które współpracują z organizacją zamawiającego (np. jako podmioty zależne lub zewnętrznymi dostawcami usług) w zakresie przygotowania, nadzoru lub eksploatacji obiektów.

Project Information Model (PIM) – model informacyjny projektu. Cyfrowy model zawierający komplet informacji o zadaniu inwestycyjnym dla faz projektowania wymaganych przez zamawiającego w PIR, który w kolejnych punktach dostarczania danych/punktach decyzyjnych zamawiającego ma dostarczyć wszelkich informacji niezbędnych dla zamawiającego do podjęcia właściwych decyzji co do dalszego rozwoju projektu, albo potwierdzić spełnienie założonych parametrów czy funkcji obiektu budowlanego.

Project Information Requirements (PIR) – wymagania informacyjne projektu. Wprowadzony w normie [13], a nieobecny w brytyjskim systemie norm BIM serii BS 1192, termin oznaczający warstwę potrzeb informacyjnych zamawiającego, które powinny być zaspokojone przez wytwórców informacji (projektantów) w fazie dostarczania modeli informacyjnych projektowych (PIM) danym projekcie inwestycyjnym, aby organizacja zamawiającego mogła podjąć właściwe decyzje biznesowe w punktach decyzyjnych zamawiającego. PIR, podobnie jak AIR, jest jednym ze źródeł definicji zakresu dostaw modeli informacyjnych, które zamawiający publikuje jako jeden elementów dokumentu Wymagania wymiany informacji EIR. Zakres PIR może się zmieniać od projektu do projektu.

Poziom dojrzałości BIM – za brytyjskimi standardami rodziny BS 1192 oraz adaptowaną przez międzynarodową normę ISO 19650 podobną taksonomią stopnia zaawansowania metodyki BIM w projektach inwestycyjnych (w terminologii ISO 19650 są to stadia, a nie poziomy), rozróżnia się kilka głównych poziomów/stadiów dojrzałości BIM, które skrótowo można zdefiniować jako:

- a) BIM poziom dojrzałości 0 (brak odpowiednika w normie ISO 19650) – rozumiany jako synonim tradycyjnych procesów CAD 2D;
- b) BIM poziom dojrzałości 1 (BIM Stadium 1) – tzw. samotny BIM, czyli proces projektowy realizowany w metodyce BIM 3D (lub wyższej) w wersji bez pracy współbieżnej i bez warstwy zarządzania procesem kolaboratywnego wytwarzania informacji projektowej;

- c) BIM poziom dojrzałości 2 (BIM Stadium 2) – tzw. kolaboratywny i zarządzany proces wytwarzania informacji projektowej BIM 3D (lub wyższej), oparty o wymianę informacji przez kontenery informacji projektowej;
- d) BIM poziom dojrzałości 3 (BIM Stadium 3) – tzw. zintegrowany proces BIM 3D (lub wyższy) kolaboratywnego wytwarzania w pełni wymiennej i otwartej informacji projektowej oparty o współdzielony centralny model BIM przechowywany i wytwarzany w chmurze z wykorzystaniem oprogramowania typu SaaS (ang. Software-as-a-Service).

Poziomy dojrzałości/stadia służą do definiowania wymagań dla oprogramowania, standardów, procesów zarządczych i kompetencji zespołów projektowych, a także specyficznych ról i odpowiedzialności związanych z realizacją projektu w metodyce BIM celem jednoznacznego zdefiniowania przebiegu, oczekiwań i wymagań dla procesów informacyjnych BIM.

Protokół informacyjny BIM – aneks lub załącznik do umowy/kontraktu budowlanego, który reguluje przede wszystkim aspekty prawne zarządzania procesem informacyjnym BIM (m.in. funkcję i zakres odpowiedzialności menedżera informacji projektu i zasady zarządzania środowiskiem CDE) oraz zasady współdzielenia, licencjonowania i wykorzystania modeli informacyjnych w łańcuchu dostaw projektu. Zapisy Protokołu informacyjnego BIM – jeśli są sprzeczne z zapisami kontraktu do którego jest aneksem – mają pierwszeństwo przed zapisami kontraktu.

Punkty Decyzyjne Zamawiającego – punkty na osi czasu projektu inwestycyjnego, zwykle związane z harmonogramem Punktów Dostarczania Danych, w których zamawiający jest informowany o istocie proponowanych mu przez Projektanta/wykonawcę rozwiązań projektowych lub technicznych. Na podstawie przekazanych mu danych zamawiający weryfikuje czy spełnione są wymogi zawarte w EIR, a także wymogi wymagań technicznych, ekonomicznych, estetycznych i środowiskowych zapisanych m.in. w PFU, SIWZ oraz innych specyfikacjach założeń projektu. Po analizie przekazanej dokumentacji zamawiający akceptuje propozycje projektantów i przyzwala na przejście do kolejnego etapu projektu i dalszy rozwój przedstawionych propozycji, albo je kwestionuje jako niezgodne z tymi wymaganiami i kieruje do dalszych prac w ramach bieżącego etapu.

Standard Method and Procedure (SMP) – standardowa metoda i procedura. Zestaw formalnych procesów (procedur) i wymagań dla wymiany informacji i budowy modeli informacyjnych BIM, uzgodnionych przez strony projektu, a także związanych z tymi procesami ról i funkcji BIM w projektach inwestycyjnych. Standaryzuje obieg informacji w projekcie BIM, nazewnictwo kontenerów informacji, struktury i zakresu informacji w modelach. Szczegóły proponowanej SMP dla danego zadania inwestycyjnego są opisywane przez zamawiającego w EIR lub wykonawcę (np. projektanta lub generalnego wykonawcę) w dokumencie BEP Plan Wykonania BIM (BIM Execution Plan) zwanym w skrócie BEP.

Systemy CAFM/CMMS – systemy Copmputer-Aided Facility Management/Computerized Maintenance Management System – oprogramowanie wspierające zarządzanie utrzymaniem i eksploatacją aktywów/obiektów budowlanych. Systemy CMMS – jako dedykowane jedynie zarządzaniu utrzymaniem obiektu – często bywają traktowane jako część funkcjonalna platform CAFM, które pozwalają na zarządzanie całościowe zasobami, nie ich tylko utrzymaniem, ale i bieżącym biznesowym wykorzystaniem/eksploatacją.

Wielobranżowy Model BIM (model koordynacyjny BIM) – częściowy lub kompletny model informacyjny obiektu budowlanego przechowywany w jednym lub wielu plikach, stanowiących spójną reprezentację obiektu budowlanego na etapie jego projektowania, realizacji lub eksploatacji. Składa się z plików różnych typów, w tym plików CAD 2D/3D oraz modeli BIM, zawierających informacje o wszystkich modelowanych elementach i wyposażeniu obiektu i o określonym przez zamawiającego zakresie i poziomie szczegółowości danych. Model BIM może zawierać odnośniki do innych plików, baz danych i innych struktur danych.

4. Wprowadzenie

4.1. Cyfrowe technologie budowlane w projektowaniu infrastrukturalnym

(1) Po początkowym okresie dość pasywnego rozwoju metod cyfrowego modelowania infrastruktury drogowej i obiektów inżynierskich, która była raczej poza głównym nurtem rozwoju technologii BIM skupionej przede wszystkim na budownictwie kubaturowym, obecnie cyfryzacja tego obszaru budownictwa postępuje w niezwykle szybkim tempie. Na to przyspieszenie składa się wiele czynników, wśród których można wymienić:

a) po stronie technologicznej:

- postęp w technologiach informatycznych, wydajności platform komputerowych, szybkościach procesorów, dostępnych pamięciach operacyjnych i pamięciach dyskowych dla przechowywania dużych ilości danych,
- postęp w obszarze technologii GIS, jakości i dostępności danych GIS, postęp w rozwoju specyfikacji formatów danych GIS, w tym otwartych formatów wymiany i integracji danych takich jak LandXML, CityML, GML, KML i innych formatów i standardów integracji danych, zwłaszcza rozwijanych przez konsorcjum OGC,
- postęp w rozwoju oprogramowania CAD 3D i BIM 3D dla obszaru infrastruktury, wsparcie dla realizowanych zespołowo wielobranżowych procesów projektowych i cyfrowego obiegu informacji,
- postęp i dostępność danych 3D typu chmury punktów uzyskanych technologią LIDAR z nalotów lotniczych dla obszarów całych krajów¹,
- postęp w pozyskiwaniu wysokiej jakości danych 3D typu chmury punktów dla istniejącej infrastruktury naziemnej z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego 3D lub fotogrametrii 3D,
- postęp w pozyskiwaniu danych o infrastrukturze podziemnej z wykorzystaniem technologii georadarowej, czy różnego rodzaju lokalizatorów,
- postęp w budowie i dostępność drogowych maszyn autonomicznych (spychacze, wyrównywarki, rozścielacze do asfaltu i inne maszyny),
- postęp w cyfrowym wytwarzaniu (np. CNC i addytywnym) komponentów budowlanych i związana z tym możliwość realizacji śmiałych projektów infrastrukturalnych,
- postęp w metodach analizy i obliczeń inżynierskich, rozwój narzędzi dla różnorodnych analiz, symulacji i optymalizacji,
- rozwój internetu szerokopasmowego, internetu rzeczy IoT (ang. Internet of Things), rozwiązań mobilnych,
- postęp w rozwoju usług chmurowych, hostingu danych, aplikacji i usług on-line, w tym dla potrzeb technologii BIM,

b) po stronie społecznej, politycznej i ekonomicznej:

- realizacja na szeroką skalę w wielu krajach na świecie dużych projektów infrastrukturalnych (koleje, drogi, lotniska, tunele itp.) o wysokich wymaganiach technicznych i jakościowych,
- szybki rozwój miast i aglomeracji miejskich i związane z tym potrzeby budownictwa kubaturowego i infrastrukturalnego, planowania rozwoju aglomeracji miejskich ze względu na dużą mobilność społeczeństwa,
- inwestycje w zrównoważony rozwój, zielone zamówienia publiczne, nacisk na redukcję odpadów i oddziaływania środowiskowego, nacisk na redukcję energochłonności obiektów budowlanych, redukcję śladu węglowego i emitowanych gazów cieplarnianych,
- rozwój koncepcji i praktyczne wdrożenia systemów tzw. Smart Cities, zintegrowanych cyfrowych usług dla zarządzania infrastrukturą miast i aglomeracji, administracji publicznej i municypalnej, dystrybucji energii,

¹ szacunkowe pokrycie terenu Polski z nalotów LIDAR pozostające w dyspozycji GUGIK to ok. 92% powierzchni kraju <http://www.gugik.gov.pl/aktualnosci/2017/raport-produkty-lidar> [dostęp: marzec 2020]

transportu publicznego i zintegrowanych, inteligentnych system transportowych (ITS – ang. Intelligent Transportation Systems), a także innych inteligentnych usług dla biznesu i mieszkańców, które wymagają cyfrowych modeli organizmów miejskich.

(2) Postęp technologiczny z jednej strony otwiera nowe możliwości i stanowi element przełomu (ang. disruption) innowacyjnego, z drugiej strony stwarza nowe wyzwania i kreuje nowe potrzeby, dla których krytycznie niezbędnym elementem są cyfrowe, semantyczne, inteligentne modele zasobów: geograficznych, infrastruktury budowlanej, a nawet społecznej. W sytuacji, kiedy ponad połowa mieszkańców świata zamieszkuje w miastach, a McKinsey Global Institute szacuje do 2050 roku przyrost populacji miast i aglomeracji o plus minus dalsze 2,5 mld osób [40], sam rozwój koncepcji Smart City będzie czynnikiem niewyobrażalnego zapotrzebowania na cyfrowe modele infrastruktury budowlanej i systemów reprezentacji całych organizmów miejskich, w postaci zintegrowanych baz danych GIS/BIM/ERP/ITS/innych.

(3) Na kanwie tych procesów znaczenie technologii BIM w obszarze projektów infrastrukturalnych będzie rosnąć. Już obecnie obserwuje się z roku na rok rosnące portfolio zamówień, w których wymagane są technologie BIM i cyfrowego budownictwa, a niektóre zamówienia obejmują nie tylko wykonanie projektu i realizacji obiektu budowlanego, ale i dostarczenie w pewnym zakresie cyfrowego modelu aktywów, namiastki cyfrowego bliźniaka (DT). W odpowiedzi na to zapotrzebowanie producenci oprogramowania oraz dostawcy zintegrowanych usług cyfrowych dla obszaru budownictwa infrastrukturalnego z roku na rok poszerzają i udoskonalają swoją ofertę, dostarczając narzędzi i technologii radykalnie zmieniających procesy robocze w przemyśle budowlanym, sposoby projektowania i realizacji budowy oraz sposoby zarządzania portfolio aktywów.

4.2. BIM a cyfrowe budownictwo

(1) Cyfryzacja budownictwa oznacza konieczność rozwijania technologii informatycznych dla pełnej i całkowicie cyfrowej reprezentacji wszystkich aspektów² inwestycji budowlanych, stworzonej z pomocą inteligentnych i zunifikowanych struktur danych potrafiących te różnorodne aspekty reprezentować w jednej bazie danych, oraz stworzenia zintegrowanych środowisk i systemów bazodanowych potrafiących te dane przechowywać, przetwarzać, analizować, przeszukiwać, integrować i nimi zarządzać. Przewodnią ideą jest stworzenie uniwersalnego modelu danych opisujących wszystkie aspekty obiektu budowlanego i będącego jedynym nośnikiem pełnej informacji o obiekcie budowlanym w całym cyklu jego życia. Wirtualną, cyfrową reprezentację konkretnego obiektu budowlanego wyrażoną za pomocą technologii informatycznych wykorzystujących ten uniwersalny model danych określa się, jak to było już wspomniane, mianem cyfrowego bliźniaka DT. Z całym naciskiem należy podkreślić, że obecny stan rozwoju technologii BIM i zdefiniowane dotąd modele danych w nawet najbardziej zaawansowanych produktach klasy BIM nie spełniają jeszcze wymogów pełnej reprezentacji DT, jednak to technologia BIM jest technologią „otwarcia” dla stworzenia tych systemów, pierwszym krokiem do transformacji budownictwa do ery budownictwa cyfrowego, które będzie można zaliczyć do kategorii Przemysłu 4.0.

(2) W ostatnich latach daje się odczuć w Polsce pewne wyczekiwanie części rynku (głównie firmy projektowe i wykonawcze) [44], [45] na rozwój wydarzeń, celem udzielenia sobie wewnętrznej odpowiedzi na pytanie, czy inwestować w oprogramowanie i procesy BIM, czy tzw. rewolucja BIM to nie jest to tylko kolejna ewolucja systemów CAD marketingowo przedstawianych jako nowość. Otóż mimo poczynionego powyżej zastrzeżenia, że obecny stan rozwoju technologii BIM i poziom jej aplikacyjnej dojrzałości w projektach inwestycyjnych nie spełnia jeszcze

² w bliźniaczych dla BIM systemach PLM rozwijanych i stosowanych w obszarze przemysłu wytwórczego stosuje się pojęcie domen lub dziedzin, definiowanych jako źródło informacji i potrzeb dla stworzenia pełnego modelu informacyjnego produktu PIM (ang. Product Information Model), czyli atrybutów, parametrów, relacji i ograniczeń w strukturach danych obiektowych produktu, istotnych dla tej dziedziny i procesów przez nią generowanych [41]; przykładowo, dla komponentu budowlanego dziedzinami takimi mogą być: dziedzina konstrukcyjna, która w modelu danych dla tego komponentu będzie wymagała nie tylko zdefiniowania parametrów materiałowych koniecznych dla obliczeń wytrzymałościowych, ale i informacji o typie elementu i jego modelu mechanicznym, automatycznie generowanych powiązaniach między komponentami będącymi w interakcji, lub sposobie przeniesienia obciążeń między nimi, czy też utworzenia podpór, lub dziedzina związana z kosztorysowaniem, czy harmonogramowaniem, dla której wymagane będą zupełnie inne dane i zupełnie inne powiązania między komponentami (ceny, czas, sekwencja czasowa, pakiety robót generowane dla danego typu komponentu itp.)

wymogów pełnej cyfryzacji budownictwa, to jednak technologia BIM jest rewolucyjnym i dysruptywnym zjawiskiem na rynku i technologią prawdziwie fundamentalną dla zapoczątkowania ery cyfrowego budownictwa [52]. Patrząc na wieloletni wysiłek tak wielu podmiotów z branż: budowlanej, informatycznej, technologii mobilnych i sieciowych, administracji publicznej i środowisk akademickich, zainwestowane środki prywatne i publiczne oraz uzyskany efekt w postaci dostępnych obecnie narzędzi i standardów BIM, można definitywnie stwierdzić, że nie będzie innego, jeszcze nowszego podejścia do cyfryzacji budownictwa, innej nowszej technologii „post-BIM”, która by przekreślała osiągnięcia obecnej technologii BIM. Stąd jak najwcześniejsza adopcja technologii BIM i pozyskanie kompetencji oraz oprogramowania dla realizacji inwestycji w metodyce BIM jest krokiem właściwym, elementem uzyskania przewagi konkurencyjnej i powinno być w optyce i strategii wszystkich podmiotów realizujących projekty w obszarze budownictwa infrastrukturalnego. O przygotowaniu strategii takiego wdrożenia, jej celach i etapach traktuje Rozdział 6 opracowania mostowego BIM-M-01. Należy przy tym pamiętać, że celem tych działań powinno być osiągnięcie kompetencji i poziomu dojrzałości procesów BIM określanych jako poziom dojrzałości 2, jak to definiuje podrozdział 4.3, bo tylko wtedy można mówić o całościowych procesach współpracy z pomocą metodyki BIM na poziomie całego projektu inwestycyjnego, a nie wycinkowo zespołu projektowego czy pojedynczej firmy.

4.3. Technologia i metodyka BIM – stadia/poziomy dojrzałości BIM

(1) Ogólne wprowadzenie do technologii i metodyki BIM zostało przedstawione w opracowaniu BIM-M-01, czy przykładowo w pracach [38] i [41], dlatego tutaj podane zostaną tylko dodatkowe informacje i uzupełnienia pozwalające lepiej zrozumieć praktyczne uwarunkowania realizacji projektów w metodyce BIM oraz terminologię używaną w niniejszym opracowaniu.

(2) Generalnie, przez technologię BIM rozumiane są narzędzia i technologie informatyczne (np. modele i struktury danych, oprogramowanie do tworzenia lub analiz modeli BIM itp.) dostępne obecnie na rynku oprogramowania inżynierskiego w różnych produktach klasy BIM, którymi się posługują interesariusze projektów inwestycyjnych celem wytworzenia, przeglądania, czy analiz modeli informacyjnych BIM, pozwalających np. na usprawnienie pracy, podniesienie jej jakości, obniżenie ryzyka czy uzyskanie przewagi konkurencyjnej. W literaturze, za Jerniganem [42], na określenie „technologii BIM” czy „narzędzi BIM” często używa się zamiennie pojęcia mały BIM (ang. little BIM). Przez metodykę BIM – lub według [42] duży BIM (ang. „BIG BIM”) – rozumie się procesy zarządzania informacją i jej nieustannym wzbogacaniem na kolejnych etapach rozwoju projektu, koordynację jej wytwarzania w wielobranżowych zespołach projektowych pracujących w trybie współbieżnym, oraz procesy jej dalszego wykorzystania w cyklu życia obiektu budowlanego, zwłaszcza na etapie eksploatacji. Dla obu tych pojęć używa się na ogół tego samego skrótu BIM, raz rozumianego jako modelowanie informacji o obiekcie budowlanym – czyli Building Information Modeling, raz jako zarządzanie informacją o obiekcie budowlanym – czyli Building Information Management.

(3) Dla określenia stopnia zaawansowania metodyki BIM w projektach, najpierw w brytyjskich normach i standardach BIM serii BS 1192 [33], a później i w normie [13], zdefiniowano taksonomię poziomów dojrzałości metodyki BIM określanych jako BIM Level 0 do 3 (taksonomia brytyjska) lub BIM Stage 1 do 3 (Stadium BIM 1 do 3; taksonomia według ISO 19650) – tab. 4.3.1.

(4) W odniesieniu do tych definicji, przedmiotem wdrożenia metodyki BIM w projektach budowlanych na obecnym etapie jej rozwoju powinno być wdrożenie BIM poziomu/stadium dojrzałości 2. Poziom/stadium dojrzałości 1 pozostaje wewnętrzną sprawą organizacji pracy firm projektowych i wykonawczych w projektach, dla których zamawiający nie określił wymogu stosowania metodyki BIM, a poziom/stadium 3 jest jeszcze technologicznie niedostępny i nie może być obecnie przedmiotem wdrożenia.

(5) Warto podkreślić, że poziom/stadium dojrzałości 2 nie jest kwestią deklaratywną, dlatego zarówno po stronie zamawiających jak i łańcucha wykonawców powinny być spełnione ściśle określone przesłanki i wymagania, gwarantujące rzeczywiście osiągnięcie tego poziomu. Z tego powodu w rozdziale 5 niniejszego opracowania przytoczono bardziej szczegółowy opis tych warunków, wytycznych i wymagań, a także opis typowego przebiegu realizacji projektu po obu stronach interfejsu zamawiający-wykonawcy, celem zebrania w zwarty i przejrzysty sposób tych danych i ułatwienia transformacji praktyk projektowych w stronę dojrzałości BIM poziomu 2.

Tab. 4.3.1. Poziomy dojrzałości BIM według norm brytyjskich z rodziny BS 1192 oraz stadia dojrzałości BIM według normy ISO 19650

Poziom/Stadium dojrzałości	BS 1192	ISO 19650
0	Proces 2D CAD, dokumentacja papierowa tworzona tradycyjnie, jako poszczególne rysunki, prymitywy graficzne typu linie, okręgi, łuki, polilinie itp.	Brak definicji
1	Tzw. samotny BIM (ang. lonely BIM) – proces projektowy realizowany w poszczególnych zespołach indywidualnie, z wykorzystaniem narzędzi BIM 3D (lub wyższej) stosowanych dla osiągnięcia własnych korzyści. Modele nie są współdzielone, dokumentacja 2D jest generowana z modeli BIM 3D. Modele składają się z inteligentnych, semantycznie zdefiniowanych komponentów BIM. Brak pracy współbieżnej, brak zewnętrznej warstwy zarządzania procesem kolaboratywnego wytwarzania informacji projektowej BIM, brak lub jedynie wewnętrzne środowisko DMS/CDE	Proces projektowy realizowany w BIM 3D (lub wyższym) stosowanych dla osiągnięcia własnych korzyści według standardów lokalnych (norm i standardów krajowych), wytwarzane i przekazywane dane strukturalne i niestructuralne, ale modele jedynie poziomu modeli branżowych. Brak modeli sfederowanych (koordynacyjnych) i procesów zapewnienia jakości realizowanych na modelach sfederowanych, brak zarządzanej pracy współbieżnej, brak zewnętrznej warstwy zarządzania procesem kolaboratywnego wytwarzania informacji projektowej BIM, środowisko CDE obowiązkowe.
2	BIM poziomu dojrzałości 2 – zarządzany proces kolaboratywnego wytwarzania informacji projektowej BIM 3D (lub wyższej), oparty o wymianę informacji przez kontenery informacji projektowej, z obowiązkowym stosowaniem środowiska CDE. Praca w trybie współbieżnym, obowiązkowa zewnętrzna warstwa zarządzania procesem kolaboratywnego wytwarzania informacji projektowej, wymiana danych strukturalnych przez modele BIM. Wytwarzane są/mogą być modele informacyjne obiektu budowlanego	Proces projektowy realizowany w BIM 3D (lub wyższym) stosowanych dla osiągnięcia własnych korzyści według standardów ISO 19650 i krajowych aneksów. Wytwarzane i przekazywane są dane strukturalne i niestructuralne, tworzenie modeli sfederowanych (koordynacyjnych) i uruchomienie procesów zapewnienia jakości realizowanych na modelach sfederowanych. W pełni zarządzany proces BIM, środowisko CDE obowiązkowe. Wytwarzane są/mogą być modele informacyjne obiektu budowlanego
3	BIM poziomu dojrzałości 3 to zintegrowany proces BIM 3D (lub wyższy) kolaboratywnego wytwarzania w pełni wymiennej i otwartej informacji projektowej oparty o współdzielony centralny model BIM przechowywany i wytwarzany w chmurze z wykorzystaniem oprogramowania typu SaaS (ang. Software-as-a-Service). W pełni zarządzane procesy projektowe oparte o uniwersalne formaty danych, środowisko CDE jest niepotrzebne, ponieważ jest tylko jeden, zintegrowany model informacyjny obiektu, tworzone i przechowywane na zewnętrznym serwerze aplikacji/danych w chmurze.	Proces projektowy realizowany w środowiskach bazodanowych systemów serwerowych, wdrożona technologia obiektowych systemów bazodanowych, w pełni przeszukiwalnych, przechowujących i integrujących wszelkie dane modelu informacyjnego. Model informacyjny definiowany przez dane strukturalne oraz dane niestructuralne tzw. BIG Data.

Zalecenie

Przystępując do projektu, w którym jest wymagany BIM poziomu/stadium dojrzałości 2, należy dokonać audytu poziomu dojrzałości własnych procesów BIM w firmie, kompetencji BIM personelu, zasobów IT firmy i skonfrontować jego wynik z ogólnymi wymogami opisanymi w normach [13] i [14] oraz szczegółowymi wymaganiami zamawiającego opisanymi w OPZ/EIR; w razie potrzeby należy podjąć działania pozwalające spełnić te wymagania (szkolenia, zakup oprogramowania, inwestycje w sprzęt IT, nabór personelu itp.). Jest przy tym dobrą praktyką jawne opisanie planowanych działań związanych z podnoszeniem kompetencji BIM w organizacji wykonawcy, daje to bowiem dodatkowy walor w postaci budowy zaufania między stronami projektu oraz pozwala zamawiającemu – zwłaszcza z segmentu zamówień publicznych – realizować misję rozwoju rynku w aspekcie jego cyfryzacji.

4.4. Model informacyjny a model BIM obiektu budowlanego

(1) Model informacyjny obiektu budowlanego jest często utożsamiany z modelem BIM, choć nie jest to poprawne rozumienie tego terminu.

(2) Przez model informacyjny obiektu budowlanego rozumiana jest najczęściej ustrukturyzowana baza danych inteligentnych obiektów lub kontenerów informacji, reprezentujących realne obiekty i odwzorowujących w odpowiednim oprogramowaniu ich zachowanie, relacje między nimi, parametry i atrybuty, których w specyfikacji zamówienia wymaga zamawiający. Z tego powodu model informacyjny musi zawierać geometrię komponentów tworzących model BIM, często natomiast będzie kompozycją informacji z wielu modeli BIM, wzbogaconych dodatkowo o informację strukturalną lub niestrukturalną dołączoną z innych źródeł, konieczną do spełnienia wymagań zamawiającego. Informacją tą mogą być np. chmury punktów z inwentaryzacyjnych nalotów dronami, filmy z instrukcją obsługi systemów obiektu, czy dodatkową informacją wymaganą przez zamawiającego dodaną wprost do bazy danych w odpowiednim systemie bazodanowym. Przykładowo, jeśli model koordynacyjny BIM (czyli złożenie wielu modeli branżowych) zostanie wyeksportowany do formatu COBie, który jest standardową formą przekazania modelu informacyjnego obiektu budowlanego w US Army Corps of Engineers [46] lub w brytyjskim mandacie BIM [20], to taki model informacyjny nie zawiera ani definicji obiektów geometrycznych, ani informacji nieistotnych z punktu widzenia utrzymania obiektu. Natomiast w przypadku standardu COBie, najczęściej już po eksporcie danych z modelu BIM i na zewnątrz oprogramowania do modelowania BIM, wyeksportowana informacja jest wzbogacana o dodatkowe dane istotne dla zarządcy czy właściciela, np. o datach montażu, danych kontaktowych do instalatora lub serwisanta systemów (np. MEP, osoby dokonującej audytów lub odbiorów, czy też linki do zewnętrznych repozytoriów danych, np. instrukcji obsługi, czy serwisowania, raportów z odbiorów lub pozwoleń administracyjnych).

(3) Jako przykład rozważmy pochodzący z publikacji [47] fragment specyfikacji COBie (rys. 4.4.1), adaptowany dla obiektu inżynierskiego, w którym w środowisku MS Excel wzbogacono model informacyjny BIM o warstwę strukturalnej informacji o bezpieczeństwie/ryzyku (BHP) zgodnej ze standardem [30]. Oryginalny model BIM utworzony w dowolnym narzędziu do modelowania BIM raczej nie będzie wprost wspierał tej warstwy informacyjnej z powodu niedoskonałości obecnych wersji oprogramowania (dołączenie informacji BHP do komponentów modelu BIM wprost w oprogramowaniu do modelowania BIM nie jest jeszcze możliwe, albo jest trudne i wymaga ręcznych procesów dodawania parametrów). W związku z tym – jeśli zamawiający zażądał modelu informacyjnego BHP – to wykonawca musi uzupełnić model BIM o te dane na zewnątrz oprogramowania do modelowania BIM.

Kolumna	Problem
Nazwa	AAA12
UtworzonePrzez	role@company.com
DataUtworzenia	2020-11-04T11:08:38
Typ	Uderzenie spadającym obiektem
Ryzyko	Umiarkowane
Prawdopodobieństwo	Niskie
Skutek	Dotkliwy
NazwaArkusza 1	Space/Part
NazwaWiersza 1	Pylon
NazwaArkusza 2	Type
NazwaWiersza 2	Kotew
Opis	Spadające elementy
Właściciel	role2@company2.com
SposóbRedukcji	Wyznaczenie stref niebezpiecznych, barierki/zabezpieczenia pomostu roboczego na pylonie
SystemZewn	
ObiektZewn	HS_Risk_UK
IdentyfikatorZewn	

Rys. 4.4.1. Arkusz COBie Issues według [30], jako sposób przekształcenia modelu BIM w model informacyjny bezpieczeństwa obiektu budowlanego

- (4) Rozróżnia się dwa typy modeli informacyjnych obiektu budowlanego:
- a) model informacyjny projektowy PIM (ang. Project Information Model),
 - b) model informacyjny eksploatacyjny AIM (ang. Asset Information Model).

(5) W skrócie, model informacyjny projektowy PIM, to model, który ma zaspokoić potrzeby informacyjne zamawiającego na etapie definiowania, projektowania i realizacji obiektu budowlanego. Powinien dostarczyć informacji niezbędnych do podjęcia przez zamawiającego właściwych decyzji na poszczególnych etapach rozwoju projektu, np. co do spełniania wymagań związanych z założonym budżetem, parametrami technicznymi czy innymi wymaganiami projektu. Model informacyjny eksploatacyjny AIM powinien natomiast dostarczyć wszelkich informacji niezbędnych do zarządzania obiektem, jego eksploatacją, modyfikacjami czy nawet rozbiórką – czyli w ogólnym sensie służyć do wspieranych narzędziami CAFM/CMMS eksploatacji i utrzymania obiektu. Definicje wymagań, sposób użycia i zakres dostaw informacji zarówno dla modelu PIM jak i AIM będą omówione szczegółowo w następnym rozdziale, ich określenie wymaga bowiem zdefiniowania pojęć wymagań informacyjnych organizacyjnych (OIR), eksploatacyjnych (AIR) i projektu (PIR), zazwyczaj opublikowanych jako część wymagań wymiany informacji (EIR).

(6) Przez model BIM obiektu budowlanego rozumiany będzie model informacyjny zdefiniowany w zakresie, jaki jest możliwy do zdefiniowania w wykorzystywanym w projekcie oprogramowaniu do modelowania/autoringu BIM, lub kompozycję takich modeli (model sfederowany BIM, model koordynacyjny BIM). Będzie się on składał jedynie z predefiniowanych przez producenta danego pakietu(-ów) oprogramowania lub utworzonych przez użytkownika komponentów BIM, zwykle będzie zawierał geometrię 3D tych komponentów, ich parametryczne powiązania z innymi komponentami, dane m.in. o materiałach, właściwościach i cechach danego obiektu. Jeśli chodzi o własne komponenty BIM użytkownika, to mogą one być komponentami o pełnej semantyce (czyli być zgodnymi ze zdefiniowanymi w danym oprogramowaniu kategoriami komponentów inteligentnych, posiadających „samowiedzę” o tym, czym są, jaką rolę pełnią w modelu BIM, jakie mają powiązania z innymi komponentami), lub komponentami typu ogólnego, zwykle modelowanymi (kształtowanymi) jedynie w geometrycznym sensie jako elementy bryłowe 3D, ale nieposiadające zdefiniowanej semantyki, inteligencji zachowania czy „samowiedzy” o tym, czym są. Jedne i drugie mogą mieć zdefiniowane parametry i atrybuty definiujące ich cechy, jednak tylko komponenty pierwszego typu są pełnoprawnymi składowymi modelu BIM. Komponenty pozbawione semantyki (komponenty bryłowe 3D), albo wykorzystywane wbrew swojej pierwotnej semantyce – jakkolwiek często wykorzystywane w projektowaniu drogowym i mostowym np. do wizualizacji projektów – są elementem redukującym modele BIM do miana semi- czy pseudo-modeli BIM, nie pozwalają bowiem przenieść pełni bogactwa informacyjnego dla danego obiektu. Przykładem takiego semi-modelu BIM może być np. most wiszący zamodelowany w oprogramowaniu kubaturowym, w którym producent oprogramowania nie zdefiniował kategorii komponentów BIM dla cięgien. Aby zamodelować cięgna, projektanci wykorzystują w takim przypadku albo istniejące komponenty zastępcze (np. typu rura instalacyjna lub poręcz), albo sami modelują cięgna jako wyciągnięcie po ścieżce pewnego przekroju płaskiego, np. kołowego. W jednym i drugim przypadku wizualnie model będzie poprawny, jednak przekazanie takiego modelu np. do pakietu analiz wytrzymałościowych zakończy się katastrofą, ponieważ pakiet obliczeniowy nie będzie w stanie poprawnie odczytać, że w modelu są cięgna, skoro przekazano mu rury, poręcze czy jakieś ogólne bryły 3D, o niezdefiniowanej funkcji przenoszenia obciążeń czy oddziaływania na inne komponenty mostu. Jest to bardzo ważne rozróżnienie i warto zadbać, aby albo unikać zabiegów tego typu, albo – jeśli są zasadne z innych powodów – mieć świadomość ograniczeń, które wnoszą. Reasumując, z modelem BIM mamy do czynienia wtedy, jeśli komponenty, z których został zbudowany, poprawnie reprezentują semantykę prawdziwych komponentów obiektu budowlanego. Jeśli do modelowania użyto własnych komponentów zdefiniowanych jako elementy typu ogólnego (geometrycznego) 3D, nie należących do predefiniowanych kategorii semantycznych, lub wykorzystano istniejące komponenty wbrew ich semantyce, to mamy do czynienia raczej z modelem typu CAD 3D utworzonym w oprogramowaniu BIM lub modelem pseudo-BIM. Wprawdzie model taki, jeśli korzysta z obiektowych komponentów 3D, będzie bogatszy informacyjnie od typowych modeli CAD 3D zbudowanych z prymitywów graficznych takich jak kule, stożki, prostopadłościany itp. oraz ich części, dla których typowe oprogramowanie CAD 3D przechowuje jedynie bazowe właściwości geometryczne jak objętość, kolor, położenie w przestrzeni itp. Jednak nazywanie tego typu modelu modelem BIM jest nieuprawnione. Wprawdzie częściowo, jak to pokrótce opisano w podrozdziale 6.14.5 niniejszego opracowania

albo w pracy [65] – i tylko w pewnych określonych sytuacjach – można z tego problemu wybrnąć, np. przez dodanie do komponentów bryłowych pozbawionych semantyki atrybutów zawierających informację o klasyfikacji budowlanej zgodnej z normami [11] lub [12]. W niektórych sytuacjach pozwoli to mniej lub bardziej poprawnie „zdekodować” semantyczne znaczenie danego komponentu typu ogólnego – o ile oprogramowanie używane do odczytu informacji z takiego semi-modelu ma zaimplementowane bazy danych klasyfikacji i może to dekodowanie przeprowadzić. Inną alternatywą – nawet lepszą – jest opcja, aby w czasie eksportu do formatu IFC dokonać indywidualnego mapowania do poprawnych klas IFC komponentów, których użyto wbrew ich pierwotnej semantyce (np. wspomniane rury czy poręcze użyte jako cięgna, czy płytę stropową użytą jako model pomostu; w przypadku płyty stropowej można ją wyeksportować nie jako klasa `IfcSlab`, ale jako `IfcBridgePartTypeEnum` z wartością `TYPE` ustaloną jako `DECK`). Podobna opcja istnieje oczywiście dla własnych komponentów typu bryłowego utworzonych na potrzeby projektu, które w takim przypadku są pozbawione jakiegokolwiek semantyki – i im można w czasie eksportu przypisać nie tylko poprawną semantycznie klasyfikację budowlaną, ale i odpowiednią klasę standardu IFC. Jest to jednak zabieg wymagający naprawdę dobrej znajomości oprogramowania BIM i standardów otwartych IFC³ – i szczególnej ostrożności. Przykładowo, użycie klasyfikacji budowlanej jako nośnika semantyki sprawdzi się w przypadku tworzenia harmonogramów, przedmiarów czy kosztorysów, kiedy na podstawie jedynie atrybutu klasyfikacji budowlanej, dopisanego ręcznie przez twórcę modelu w komponentach typu CAD 3D, można zazwyczaj w trybie półautomatycznym określić pakiety robocze, czas wykonania i dodatkowe koszty związane z robotami budowlanymi, ale nie sprawdzi się w oprogramowaniu do obliczeń wytrzymałościowych. Różnica między tymi dwoma domenami oprogramowania jest taka, że oprogramowanie do modelowania BIM 4D/5D ma podpięte zazwyczaj bazy danych kodów klasyfikacji, oprogramowanie do analiz inżynierskich nie.

(7) Tak więc jeśli dany pakiet oprogramowania nie ma zdefiniowanych semantycznych komponentów BIM dla pewnego typu obiektów budowlanych i ich elementów (przykładowo dla konstrukcji mostowych), to można w nim geometrycznie wymodelować obiekt innego typu (tu przykładowo mostowy) przez zdefiniowanie odpowiednich komponentów, takich jak np. jezdnie, przyczółki, filary, cięgna, łożyska itp. z wykorzystaniem komponentów zastępczych, ale nie można przekazać wprost ich poprawnego semantycznego „znaczenia” w realnej konstrukcji bez odpowiedniego mapowania natywnych kategorii semantycznych do właściwych klas standardu otwartego IFC – o ile oczywiście oprogramowanie pozwala na takie mapowanie. Przykładowo, cięgno zamodelowane jako poręcz jest wizualnie poprawną jego reprezentacją, da się nawet wygenerować zestawienie komponentów tego typu, określić ich sumaryczną długość i w konsekwencji cenę, ale już próba transferu wprost takiego pseudo-modelu BIM do oprogramowania dla analiz konstrukcyjnych skończy się porażką, a uzyskane rozwiązanie MES i wynikające z niego wymiarowanie konstrukcji będzie całkowicie błędne, ponieważ z mechanicznego punktu widzenia poręcz nie jest elementem konstrukcyjnym i nie pracuje jako cięgno.

Zalecenie

Należy unikać wykorzystywania oprogramowania BIM dedykowanego dla projektowania w pewnym obszarze semantycznym (np. kubaturowym) do modelowania BIM w innym obszarze semantycznym (np. mostowym, czy drogowym), ponieważ wytworzone w ten sposób modele będą miały walor jedynie modeli CAD 3D, bez stworzenia modelu informacyjnego projektowanego obiektu, uniemożliwiając tym samym przeprowadzenie pełnego procesu BIM i realizację celów BIM projektu. W ograniczonym zakresie, jeśli takie modelowanie jest stosowane świadomie i do specjalnych celów (np. wizualizacja), można stosować zabiegi tego typu, należy jednak unikać nazwania takich modeli modelami BIM. Ponadto należy pamiętać, że niezależnie od semantyki komponentów BIM modelu, także i atrybuty hierarchicznej klasyfikacji budowlanej mogą definiować niezależnie (a w przypadku komponentów typu geometrycznych komponentów CAD 3D praktycznie jako jedyny nośnik) semantykę modelu, dlatego warto w projektach dbać o dodawanie jako atrybuty komponentów modelu kody klasyfikacji budowlanej.

³ warunkiem powodzenia opisanego powyżej sposobu ze zmianą semantyki kategorii natywnej na poprawną semantycznie docelową klasę IFC jest oczywiście istnienie tej ostatniej w definicji standardu IFC; oznacza to w przypadku projektów drogowych odwołanie się do najnowszych specyfikacji standardu IFC, obecnie jest to nieopublikowana jeszcze wersja IFC 4.3RC – przed wersją IFC 4.3 klasy dla komponentów drogowych jeszcze nie istniały w definicji IFC; dla komponentów mostowych konieczne jest odwołanie się do wersji co najmniej IFC 4.2

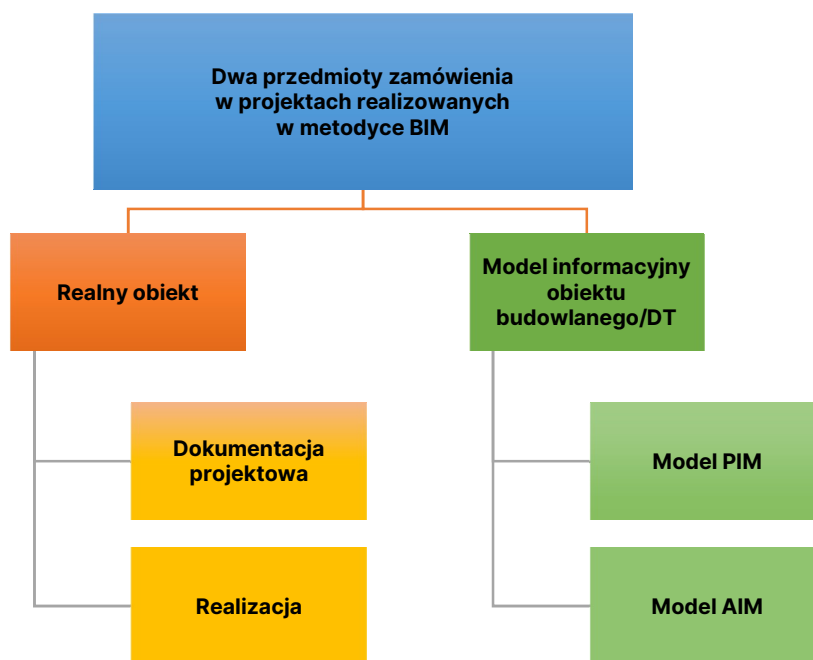
(8) Reasumując, pojęcie modelu informacyjnego obiektu budowlanego jest szersze niż pojęcie modelu BIM, i często wymaga wzbogacenia informacji wygenerowanej i przechowywanej w modelach BIM o dalsze warstwy informacyjne, niemożliwe do zdefiniowania lub przechowywania w oprogramowaniu do modelowania BIM. Zakres tego wzbogacenia i jego cel musi być jasno określony przez zamawiającego w specyfikacji zamówienia.

4.5. BIM w realizacji projektów budowlanych – nowy paradygmat zamówień

(1) Konsekwencją wprowadzenia technologii BIM do realizacji projektów budowlanych jest znaczące poszerzenie zakresu projektowania, łatwego wariantowania i możliwych optymalizacji projektowanych obiektów, a dzięki uwzględnieniu w modelach informacyjnych BIM perspektywy cyklu życia, uzyskuje się zupełnie nowe i niespotykane wcześniej możliwości wykorzystania modeli informacyjnych obiektów budowlanych do zarządzania nimi w całym cyklu życia. Pozwala to osiągnąć zupełnie nową jakość w planowaniu, realizacji i utrzymaniu infrastruktury budowlanej, a z ekonomicznego punktu widzenia znaczące oszczędności zarówno w fazie CAPEX (oszczędności dzięki lepszym rozwiązaniom, zmniejszenie ryzyka, braku kolizji w fazie wykonawczej i związanej z tym poprawie przewidywalności harmonogramów i kosztorysów, i wiele innych opisanych w podrozdziale 4.3 BIM-M-01), jak i OPEX (np. dzięki zarządzaniu obiektem budowlanym z wykorzystaniem systemów CAFM/CMMS, nowym możliwościom realizacji postulatów budownictwa zielonego i zrównoważonego i związanej z tym redukcji zapotrzebowania energetycznego/ślądu węglowego, cyfryzacji procesów monitoringu i proaktywnemu zarządzaniu obiektami przekładającemu się na redukcję etatów personelu, stałemu wglądowi w funkcjonowanie obiektu i uruchomieniu nowych procesów analitycznych pozwalających lepiej zrozumieć, jak obiekt funkcjonuje itp.). Te i inne jeszcze korzyści z wytworzenia modeli informacyjnych obiektów budowlanych spowodowały, że zasadniczo w przypadku projektów realizowanych w metodyce BIM poziomu/stadium dojrzałości 2 mamy do czynienia ze zmianą przedmiotu zamówienia: obok zamówienia realnego obiektu (dokumentacja i realizacja), zamawiany jest jego model informacyjny, który te nowe procesy umożliwia. Z tego powodu w przypadku projektów realizowanych w metodyce BIM właściwiej byłoby mówić o dwóch przedmiotach zamówienia:

- a) zamówieniu klasycznej dokumentacji projektowej i zamówienie realizacji obiektu budowlanego,
- b) zamówieniu modeli informacyjnych PIM i/lub AIM (lub szerzej, cyfrowego bliźniaka DT),

jak to przedstawia rys. 4.5.1.



Rys. 4.5.1. Dwa przedmioty zamówienia w projektach realizowanych w metodyce BIM

(2) O ile pierwszy z tych przedmiotów zamówienia jest klasycznym elementem procesu inwestycyjnego i zakres jego definicji/dostaw jest dobrze znany, w wielu aspektach określony przez prawo i normy budowlane, o tyle zamówienie modelu/(-li) informacyjnego/(-ych) PIM/AIM jest elementem zupełnie nowym, niezdefiniowanym prawnie, zmiennym od projektu do projektu i zależnym od wielu czynników – stąd wartym głębszego omówienia. Dodatkowo przemawia za takim potraktowaniem tej kwestii ułomna często praktyka rynkowa, jak pokazuje bowiem analiza wielu zadań inwestycyjnych, w których wymagana była metodyka BIM, przygotowanie tych projektów pozostawiało wiele do życzenia, a część z tych postępowań z punktu widzenia metodyki BIM była zdefiniowana wadliwie, zbyt ogólnie lub niespójnie [45].

(3) Kluczem do zrozumienia poprawnego zdefiniowania procesu informacyjnego w projekcie inwestycyjnym, w którym wymagana jest metodyka BIM poziomu/stadium 2, jest pojęcie celów BIM i związanych z tym wymagań informacyjnych zamawiającego. Zarówno bowiem pojęcie modelu informacyjnego projektowego PIM, jak i modelu informacyjnego AIM jest nieokreślone, dopóki nie wiadomo, w jakim celu dany model informacyjny ma być wytworzony, jakie procesy decyzyjne mają być generowane na podstawie modelu PIM lub jakie zastosowania w okresie eksploatacji ma mieć model AIM. Skuteczna realizacja projektu w metodyce BIM wymaga więc poprawnego zdefiniowania procesów informacyjnych, ustanowienia procesów zarządczych nad nimi, a motorem dla całości działań powinna być motywacja wynikająca z normy [31] – realizacja biznesowych celów inwestora, i normy [32] – jakość informacji. Dla realizacji projektu w metodyce BIM poziomu/stadium 2 konieczne są oczywiście kompetentne kadry, różne pakiety oprogramowania narzędziowego BIM oraz odpowiednio wydajna infrastruktura IT.

(4) Pełne wykorzystanie metodyki BIM i jakościowej zmiany, którą może przynieść do budownictwa drogowego, oznacza de facto potrzebę głębokiej transformacji całego sektora do nowych paradygmatów działania. Zmiana ta jest na tyle istotna, że w konsekwencji pociąga za sobą głębokie zmiany w procesach wytwarzania dokumentacji i realizacji inwestycji budowlanych, generując wiele nowych procesów roboczych, zmian w socjologii/środowisku pracy, nowych procesów zarządzania. Wymaga też zupełnie nowych narzędzi, i to nie tylko po stronie wytwórców informacji (projektantów, generalnych wykonawców, podwykonawców), ale zwłaszcza podmiotów zamawiającego czy zarządzającego obiektem w fazie eksploatacji. Wymagać też będzie kadr o nowych, cyfrowych kompetencjach, potrafiących wykorzystywać narzędzia do odczytu z modeli propozycji projektantów, weryfikacji ich poprawności i zgodności z celami w fazie CAPEX, jak i na co dzień używać systemów monitoringu i utrzymania obiektów CAFM/CMMS, systemów bazodanowych i innych narzędzi analitycznych w fazie OPEX. W przypadku większych podmiotów lub wraz z rozwojem kompetencji cyfrowych wykorzystywane będą systemy klasy ERP/CMS, narzędzia inteligencji biznesowej (BI), sztucznej inteligencji (AI), uczenia maszynowego (ML) i analityki ogromnych zasobów danych (BD) – zwłaszcza w przypadku implementacji systemów cyfrowych bliźniaków (DT). Jest to perspektywa, która wielu osobom prawdopodobnie wyda się jeszcze odległa, warto jednak pamiętać, że jesteśmy świadkami ogromnego przyspieszenia procesów cyfryzacyjnych i w tym obszarze słowo „odległa” prawdopodobnie znaczy okres kilku lat, a nie dekadę czy dłużej. Dlatego już dziś warto podjąć wysiłek budowy wizji i strategii takiej transformacji i podjąć działania dla jej skutecznego i miarowego wdrażania.

4.6. BIM a rodzaj kontraktu budowlanego

(1) Na krajowym rynku inwestycji infrastrukturalnych, najczęściej mamy do czynienia z dwoma typami kontraktów budowlanych. Są to kontrakty typu:

- a) tradycyjnego, z dwoma przetargami na: projekt (zaprojektuj) i realizację inwestycji (wybuduj), oraz
- b) zaprojektuj i wybuduj.

(2) W literaturze anglosaskiej przyjęło się nazywać pierwszy z nich jako DBB (ang. Design-Bid-Build), czyli Projekt-Przetarg-Realizacja⁴, drugi jako DB (ang. Design-Build), czyli Zaprojektuj-Wybuduj. Oprócz nich jest jeszcze wiele innych typów kontraktów, np. DBO (ang. Design-Build-Operate), gdzie wykonawca równocześnie w ramach kontraktu zarządza później obiektem, CMAR (ang. Construction-Manager-at-Risk), czy mający obecnie szeroki odzew w publikacjach (i nieliczne wdrożenia) kontrakt typu IPD (ang. Integrated Project Delivery) – zintegrowanej

⁴ oczywiście na etap Zaprojektuj – jeśli mamy do czynienia z inwestycją publiczną – też jest wcześniej przetarg.

realizacji inwestycji, ale z racji braku wykorzystania tych rozwiązań kontraktowych na krajowym rynku publicznych inwestycji infrastrukturalnych nie będziemy ich tu rozważać.

(3) Nie jest przedmiotem niniejszego opracowania analiza prawna czy konsekwencji ekonomicznych zastosowania jednego czy drugiego typu kontraktu (tzn. tradycyjnego, dwuetapowego DBB, czy jednoetapowego DB). Zwykle wybór rodzaju kontraktu jest prerogatywą zamawiającego i nie podlega negocjacji. Jednak z punktu widzenia zastosowania metodyki BIM w projekcie jeden i drugi typ kontraktu ma swoje poważne konsekwencje i warto je tu pokrótce opisać.

(4) Kluczem do zrozumienia różnic między kontraktami budowlanymi DBB i DB z punktu widzenia stosowania metodyki BIM jest omówiona wcześniej kwestia podwójnego przedmiotu zamówienia oraz w szczególności specyfikacji modelu informacyjnego PIM i/lub AIM, które znacząco rzutują na wiele aspektów przygotowania, realizacji i zarządzania procesem rozwoju modeli informacyjnych BIM zamawianych czy realizowanych obiektów budowlanych. Warto podkreślić, że te różnice są widoczne po obu stronach linii kontraktu, czyli zarówno po stronie zamawiającego jak i wykonawcy i jego łańcucha dostaw. Aspekty te mogą obejmować zarówno kwestie techniczne, jak np. zakresu modelowania i szczegółowości wymiany informacji, aspekty osobowe (dodatkowe role/funkcje w projekcie), aspekty prawne (np. związane z kwestiami praw autorskich i współdzielenia bogatych informacyjnie modeli BIM). Omówienie tych różnic zawiera tab. 4.6.1.

Tab. 4.6.1. BIM w kontraktach inwestycyjnych: „tradycyjnym” (DBB) i „zaprojektuj i wybuduj” (DB)

Obszar definicji procesów BIM	Kontrakt DBB	Kontrakt DB	Uwagi
Szczegółowość opisu wymagań informacyjnych EIR	Zapisy EIR powinny być bardziej szczegółowe niż w przypadku kontraktu DB, ponieważ zamawiający musi zagwarantować przekazanie bogatego modelu informacyjnego dla nieznanego najczęściej na etapie Zaprojektuj podmiotu GW, stosownego do realizacji celów BIM zamawiającego.	Zamawiający może zrezygnować z uszczegółowienia niektórych zapisów EIR ze względu na wewnętrzne procesy w łańcuchu dostaw projektu; przykładowo, nazewnictwo kontenerów informacji czy klas eksportu IFC może być pominięty i pozostawiony wewnętrznym ustaleniom w łańcuchu dostaw projektu.	Kontrakt DB jest pod względem przygotowania zapisów EIR łatwiejszy dla zamawiającego, pewne elementy procesu informacyjnego wewnętrznej wymiany informacji w projekcie są nieistotne z jego punktu widzenia, a w EIR może się skoncentrować na opisie celów BIM i związanych z tym wymagań PIR, oraz potrzebach informacyjnych dla eksploatacji obiektu AIR. Kontrakt DBB stanowi z punktu widzenia BIM większe wyzwanie, z racji podzielenia kontraktu na dwa etapy utrudniona jest bowiem naturalna współpraca Projektanta i wykonawcy inwestycji (który najczęściej jest nieznanym w momencie tworzenia projektu) i limituje możliwość wniesienia do fazy projektowej doświadczeń wykonawcy, a jednocześnie nakłada na zamawiającego konieczność szczegółowego opisu interfejsu wymiany modeli .

Obszar definicji procesów BIM	Kontrakt DBB	Kontrakt DB	Uwagi
Ryzyko	<p>Elementy ryzyka po stronie zamawiającego:</p> <ul style="list-style-type: none"> niedoskonałości opisu w EIR zakresu modelowania, rozszczenia wykonawcy co do dodatkowego zakresu modelowania, niezgodności formatów plików wymiany, brak możliwości przetestowania w fazie mobilizacji poprawności definicji procesu inwestycyjnego, koszty dodatkowych prac wykonawcy z powodu braków w modelach Projektanta lub koszty niepotrzebnie zamówionych u Projektanta szczegółów modeli BIM, niewykorzystanych przez wykonawcę, problemy prawne co do zakresu praw autorskich i praw majątkowych Projektanta w modelach przekazanych wykonawcy, możliwe rozszczenia i konflikty, możliwe opóźnienia i wzrost kosztu, problemy prawne i wzajemne rozszczenia stron Projektanta i wykonawcy w przypadku błędów projektowych, możliwe opóźnienia i wzrost kosztu. <p>Elementy ryzyka po stronie Projektanta:</p> <ul style="list-style-type: none"> brak pełnej kontroli nad respektowaniem praw autorskich w fazie wykonawczej, możliwa utrata własnego know-how Projektanta w wyniku przekazania modeli i komponentów parametrycznych BIM zawierających twórcze, własne opracowania Projektanta, konieczność sprawowania nadzoru autorskiego nad projektem i dodatkowe koszty poprawek, np. w przypadku błędów w przekazaniu modeli informacyjnych w formatach OpenBIM, roszczenia od zamawiającego lub wykonawcy z powodu wykrycia błędów projektu lub kolizji terenowych 	<p>Elementy ryzyka po stronie zamawiającego:</p> <ul style="list-style-type: none"> mniejsze ryzyko związane z przygotowaniem EIR, wiele procesów wymiany informacji jest załatwiana wewnętrznie, w konsorcjum Projektanta i wykonawcy, ryzyko zawyżenia (do pewnych granic) kosztów dla zamawiającego związane wyceną dodatkowych usług BIM, są one bowiem wyceniane w blokach, brak wpływu na skład konsorcjum DB, być może w innych ofertach był lepszy, bardziej doświadczony projektant, lub lepszy wykonawca, ale wygrywa oferta innych podmiotów/ konsorcjum DB, na które zamawiający nie ma wpływu, mniejsze ryzyko zacięć w procesie wymiany informacji (testy wszystkich stron w okresie mobilizacji), mniejsze zazwyczaj koszty CDE i brak kosztów transferu z CDE Projektanta do CDE wykonawcy (jeżeli zamawiający nie ma swojego CDE). <p>Elementy ryzyka po stronie konsorcjum Projektant/ wykonawca:</p> <ul style="list-style-type: none"> niedoszacowanie kosztów z powodu możliwego mniej precyzyjnego opisu wymagań informacyjnych w EIR, ryzyko wyboru niekompetentnego partnera konsorcjum, znaczące różnice w kompetencjach BIM Projektanta i wykonawcy. 	<p>Analiza składników ryzyka pozwala skonstatować, że generalnie lepsze rezultaty ze stosowania metodyki BIM są w przypadku kontraktów typu Zaprojektuj i wybuduj (DB). Ryzyko jest w wielu obszarach mniejsze, potencjalne zyski zarówno zamawiającego jak i konsorcjum Projektant/ wykonawca wyższe (z wielu powodów, np. braku problemów prawnych, lub wewnętrznego rozwiązywania konfliktów przez członków konsorcjum DB, bez opóźnień, czy rozpraw sądowych, lepszego modelu projektowego dzięki wniesieniu wiedzy i doświadczenia nie tylko przez Projektanta, ale i wykonawcy, wewnętrznego zredukowania wielu składników ryzyka w łańcuchu dostaw projektu, ale policzeniu pełnych składników ryzyka w wycenie⁵ itp.)</p>

⁵ bonus innowacyjny konsorcjum projektant/wykonawca.

Obszar definicji procesów BIM	Kontrakt DBB	Kontrakt DB	Uwagi
	<p>Elementy ryzyka po stronie wykonawcy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • brak wpływu na rozwój projektu, nieoptymalne z punktu widzenia know-how wykonawcy rozwiązania projektowe, • koszty błędów Projektanta mogą powodować straty u wykonawcy, • niezgodność modeli BIM Projektanta z oprogramowaniem wykonawcy, zwykle duża przerwa czasowa między fazą projektową a wykonawcą może prowadzić do zmian formatów czy wersji oprogramowania, • brak możliwości przetestowania proponowanych procesów wymiany informacji między wykonawcą a Projektantem, • straty czasu na transfer modeli informacyjnych do własnego środowiska CDE, • niezgodność standardów BIM Projektanta ze standardami wykonawcy, konieczność dostosowania. 		
<p>Role i funkcje</p>	<p>Rola Menedżera BIM rozszczepiona na dwa etapy, możliwe niespójności lub rozmycie odpowiedzialności w procesie zarządzania procesem informacyjnym BIM.</p> <p>Projektant zaangażowany poza okres kontraktu na projekt, możliwe znaczące obciążenie w fazie wykonawczej w wyniku błędów czy zmian projektowych.</p> <p>Zwykle potrzebna dodatkowa rola konsultanta z grupy GW, który świadczy projektantowi usługi transferu wiedzy i know-how pozwalające optymalizować rozwiązania projektowe.</p>	<p>Spójne role i funkcje w projekcie, jednorodne standardy i proces zarządzania BIM.</p> <p>Zamawiający ma uproszczony kontakt z konsorcjum Projektant/ wykonawca.</p> <p>Stabilny zespół, przewidywalne kadry w całym cyklu życia projektu.</p>	<p>Korzystniejszym z punktu widzenia ilości ról/funkcji w projekcie jak i spójności procesu zarządzania BIM dla procesów BIM poziomu dojrzałości 2 jest model kontraktu Zaprojektuj i wybuduj (DB).</p>

Obszar definicji procesów BIM	Kontrakt DBB	Kontrakt DB	Uwagi
<p>Protokół informacyjny BIM</p>	<p>Protokół informacyjny BIM musi być uniwersalny dla dwóch niezależnych kontraktów.</p> <p>Protokół informacyjny BIM musi regulować kwestie wymiany modeli informacyjnych w całym cyklu życia projektu, gwarantując niezaburzone procesy BIM poziomu 2 w niezdefiniowanej w pierwszej fazie stronie wykonawcy.</p> <p>Trudniejsze do zdefiniowania w Protokole i monitorowania w trakcie fazy wykonawczej zasady wykorzystania i ochrony praw własności intelektualnej i praw majątkowych Projektanta.</p> <p>Prawdopodobnie – jeśli zamawiający nie ma swojego środowiska CDE – konieczność zdefiniowania w Protokole informacyjnym BIM i potem zarządzania dwoma różnymi środowiskami CDE.</p>	<p>Jeden Protokół informacyjny BIM dla całego projektu, klarowne zasady wymiany informacji.</p> <p>Brak problemu ochrony praw autorskich i praw majątkowych twórców modeli BIM wewnątrz łańcucha dostaw projektu, ponieważ kwestie te regulują umowy konsorcyjne, a nie Protokół informacyjny BIM.</p>	<p>Korzystniejszym z punktu widzenia przygotowania Protokołu informacyjnego BIM dla procesów BIM poziomu dojrzałości 2 jest model kontraktu Zaprojektuj i wybuduj (DB).</p>
<p>CDE</p>	<p>Możliwe dwa różne środowiska CDE.</p> <p>Możliwe dodatkowe koszty transferu ze środowiska CDE Projektanta do środowiska CDE wykonawcy.</p> <p>Ryzyko niespójności atrybutów lub metadanych w różnych środowiskach CDE.</p> <p>Ryzyko konieczności definiowania procesów BIM projektu w dwóch środowiskach.</p> <p>Ryzyko utraty ciągłości rejestru czasowego zmian, żądania zmian (CO), żądania informacji (RFI), komentarzy, przesyłanych danych, odpowiedzi lub ich braku przez strony projektu itp.</p>	<p>Spójne środowisko CDE, nawet jeżeli zamawiający nie ma swojej platformy CDE, to w dalszym ciągu jest w projekcie jedna platforma CDE do której ciągle dostęp mają wszystkie strony projektu inwestycyjnego.</p> <p>Pełny rejestr zmian, przesyłanych plików, komentarzy.</p> <p>Pełna i spójna definicja procesów w środowisku CDE.</p>	<p>Korzystniejszym z punktu widzenia procesów BIM poziomu dojrzałości 2 jest model kontraktu zaprojektuj i wybuduj (DB).</p>

Obszar definicji procesów BIM	Kontrakt DBB	Kontrakt DB	Uwagi
Wymiana informacji i wymagania dotyczące przekazywania modeli BIM	Nominalnie ten sam zakres informacji (według definicji celów BIM z EIR), jednak dla kontraktu typu DBB istnieje ryzyko niedogrania zakresu nasycenia informacją w komponentach BIM, różnego nazewnictwa szczegółowych elementów w komponentach BIM (np. polskojęzycznych nazw kategorii atrybutów w jednym pakiecie i angielskojęzycznych w drugim, co spowoduje, że wygenerowane zestawienia z różnych modeli będą miały pomieszane nagłówki w tabelach, uniemożliwiające łatwą ich integrację lub transfer do zewnętrznych systemów BIM 4D/5D). Wykonawca nie może przekazać swoich szczególnych wymagań informacyjnych lub co do zakresu modelowania Projektantowi, bo dostaje modele zamówione przez zamawiającego według jego własnego przekonania, przez co pewne procesy u wykonawcy mogą być nieoptymalne albo generujące dodatkowe koszty modelowania na etapie wykonawczym.	Zakres przekazania modeli BIM jest taki, jak w przypadku kontraktu DBB, jednak dzięki pełnej współpracy Projektanta i wykonawcy – i to od samego początku – wewnętrzne procesy informacyjne są lepsze, pełniejsze i mniej ryzykowne, a okres wspólnej mobilizacji pozwala jeszcze lepiej je przetestować Częstą praktyką rynkową jest tworzenie bardziej stałych konsorcjów DB, w związku z czym strony takiego konsorcjum mają znaczące doświadczenia wspólnej pracy i zasad współpracy w rozwoju modeli informacyjnych BIM; czerpiąc z wypracowanych we wcześniejszych projektach dobrych praktykach, konsorcjum DB może oferować wartość dodaną w projektach, np. oferując dodatkowe analizy, optymalizacje lub obniżając wycenę dzięki redukcji własnego ryzyka.	Zamawiający – zwłaszcza w przypadku realizacji projektu przez doświadczonych w stosowaniu metodyki BIM konsorcja DB – może liczyć na szczególnie dobry wynik projektu realizowanego w formule zaprojektuj i wybuduj, redukcję wielu czynników ryzyka, lepszą obliczalność kosztorysów i harmonogramów, oraz finalnie lepszy produkt (model informacyjny), pełniej realizujący jego wymagania.

(5) Analiza porównawcza kontraktów typu tradycyjnego, dwuetapowego kontraktu DBB oraz nowocześniejszego kontraktu typu zaprojektuj i wybuduj (DB) pozwala skonstatować, że ten drugi typ kontraktu – z punktu widzenia aplikacji w projekcie inwestycyjnym metodyki BIM – jest mniej problematyczny i dający większe szanse na jego sukces. Redukcja ryzyka, zwiększenie efektywności pracy, wykorzystanie od wczesnych faz zadania potencjału i doświadczenia wszystkich interesariuszy inwestycji pozwala oczekiwać lepszych wyników, realizacji projektu w zgodzie z budżetem, harmonogramem, wymaganiami estetycznymi, co do śladu węglowego, jakości i wszelkich innych kryteriów – a przy tym jest możliwe, że koszt inwestycji czy koszt cyklu życia będą niższe niż w formule projektu tradycyjnego. Ważne jest także to, że zarówno zamawiający jak i konsorcjanci zespołu wykonawczego, mają ułatwione zadanie przygotowania projektu, jego realizacji, skutecznej wymiany cyfrowej informacji i wykorzystania pełnego – na ile możliwe i na ile pozwalają ich kompetencje – potencjału BIM w projekcie.

(6) Warto podkreślić, że przedstawione powyżej w tabeli 4.6.1 różnice mają charakter typowych, niekoniecznie będą obserwowane w każdym przypadku realizacji inwestycji drogowych w metodyce BIM według modeli DBB i DB. Zebrane w tabeli obserwacje należy traktować jako wskaźnikowe i powinny posłużyć jedynie do ewaluacji konkretnych uwarunkowań w konkretnej planowanej inwestycji. Zostały wypisane przede wszystkim po to, aby uświadomić organizacjom i podmiotom dopiero wkraczającym w obszar projektów realizowanych w metodyce BIM, że ma ona swoją specyfikę i nowe aspekty, które nie są obecne w tradycyjnym podejściu CAD 2D w typowych projektach drogowych. Stosowanie metodyki BIM poziomu dojrzałości 2 wprowadza głębokie zmiany w modelu działania organizacji, w modelu współpracy z innymi podmiotami, w modelu komunikacji wewnątrz łańcucha dostaw (wykonawca i podwykonawcy) jak i na zewnątrz, z zamawiającym. Metodyka BIM przynosi opisywane powyżej korzyści tylko w przypadku dobrego określenia potrzeb informacyjnych po stronie inwestora, zaplanowania dostarczania informacji i dostarczania informacji w zarządzanym procesie biznesowym, z pełną

i częstą wymianą informacji w trakcie rozwoju modeli informacyjnych. Nawet nowe role związane z zarządzaniem procesem informacyjnym, opisane w tabeli 4.6.1 mogą być sporym wyzwaniem. Z drugiej strony warto pamiętać, że normy ISO serii 19650 zalecają działania zgodne z zasadą proporcjonalności i skalowanie zasad i rozwiązań wraz ze skalą projektu. Inaczej będą działały początkujące firmy i organizacje, a inaczej bardziej zaawansowane, inaczej w małym projekcie o niedużej złożoności, a inaczej w mega projekcie wymagającym rozbicia na odcinki i niezależne kontraktowanie prac i robót.

(7) Kolejne wyzwania to odejście od pracy w trybie projektów CAD 2D (z ew. sporadycznym wykorzystywaniem informacji 3D, np. z systemów GIS) na rzecz pracy całkowicie w trybie 3D, przy równoczesnym prawnym wymogu dostarczania dokumentacji płaskiej 2D dla celów wydania decyzji administracyjnych (pozwoleń na budowę, decyzji środowiskowych, ZRID itp.). Wszystkie te czynniki – i wiele innych – będą się przekładać na spore wyzwania po obu stronach kontraktu (zamawiającego i wykonawcy), mogą się przyczynić do konieczności podjęcia wysiłku wycen projektów na nowych zasadach, uwzględniających specyfikę metodyki BIM poziomu dojrzałości 2 i konkretnych wymagań zamawiającego.

5. Proces informacyjny BIM poziomu dojrzałości 2 według ISO 19650

5.1. Rodzina norm ISO 19650 – uwagi wstępne

(1) Normy serii ISO 19650 zostały opracowane przez Komitet ISO/TC59 Buildings and Civil Engineering Works, SC 13, Organization and Digitization of Information About Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM). W chwili obecnej wydano lub zaplanowano wydanie kilku norm z tej rodziny, przedstawionych poniżej tabelarycznie (tab. 5.1.1). Dla osób zaznajomionych z brytyjskim ekosystemem norm serii BS 1192, w tabeli 5.1.1 podano brytyjskie odpowiedniki norm ISO 19650. Zabieg ten powinien pozwolić unaocznic, jak blisko koncepcyjnie i merytorycznie są normy serii ISO 19650 i BS 1192, a w szczególności – w razie potrzeby w projekcie – odwołać się do koncepcji zawartych w normach brytyjskich, jeśli są dobrze znane lub wcześniej wdrożone w organizacjach – z dużą dozą prawdopodobieństwa można oczekiwać spójnych rezultatów z jednego i drugiego systemu norm.

Tab. 5.1.1. Rodzina norm ISO 19650 na tle norm BS 1192

Norma/Standard BS	Publ.	Norma ISO	Publ. w Polsce
BS 1192:2007+A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and Construction information – Code of practice	Tak	Brak odpowiednika, zalecenie przygotowania Aneksów krajowych	Nie
PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling	Tak	ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets	Tak
PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling	Tak	ISO-19650-3 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 3: Operational phase of assets	Tak
BS 1192-4:2014 Collaborative production of information. Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice	Tak	ISO 19650-4 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 4: Information exchange	Nie
PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management	Tak	ISO 19650-5 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 5: security-minded approach to information management	Tak
PAS 1192-6:2018 Specification for collaborative sharing and use of structured Health and Safety information using BIM	Tak	Brak planów wydania odpowiednika	-
PAS 1192-7 Construction product information – Specification for defining, sharing and maintaining structured digital construction product information	Nie	ISO 23387 Building Information Modelling (BIM) – Data templates for construction objects used in the life cycle of any built asset – Concepts and principles	Tak

(2) Zasadniczo, dla potrzeb zdefiniowania procesu informacyjnego w projektach drogowych, opublikowane obecnie normy [13] i [14] stanowią solidną podstawę i pozwalają w sposób całkowicie jednoznaczny przygotować i realizować projekty w metodyce BIM poziomu dojrzałości 2. Wprawdzie dużą pomocą byłaby publikacja normy ISO 19650-4, która powinna przynieść standaryzację interfejsów wymiany informacji między interesariuszami projektów, ale nie ma przeszkód, aby ten proces zdefiniować samodzielnie, korzystając z dobrych praktyk rynkowych i wypracowanych wzorców, np. standardu COBie, lub własnych struktur danych.

5.2. Proces informacyjny BIM w projektach budowlanych

5.2.1. Proces informacyjny BIM jako zarządzany proces biznesowy

(1) Podstawowym założeniem normy ISO jest zdefiniowanie procesu informacyjnego BIM jako procesu projektowego, z dodatkową warstwą zarządzania rozwojem modeli informacyjnych. Celem procesu informacyjnego BIM jest wytworzenie modeli informacyjnych: projektowego PIM i eksploatacyjnego AIM w kolaboratywnym środowisku wytwarzania i wymiany informacji przez tzw. kontenery informacji (ang. container based collaborative working). Taki model współpracy bazuje na dwóch przesłankach:

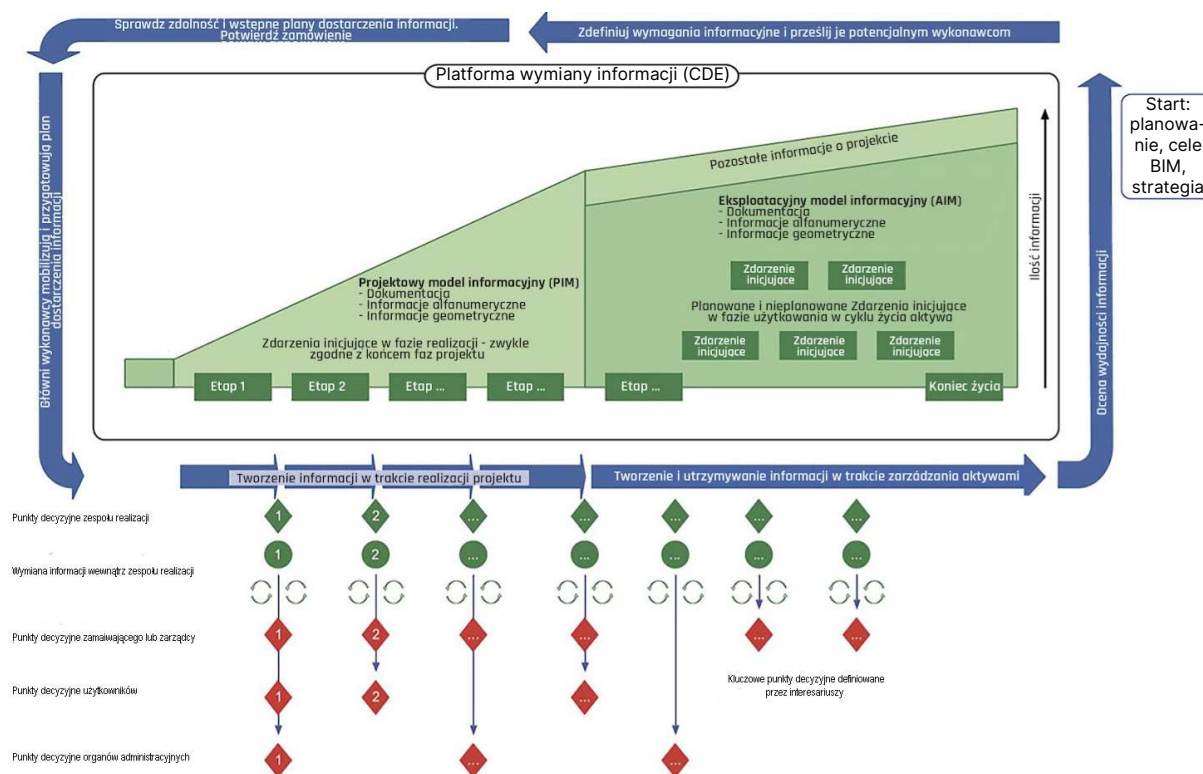
- a) wytwórcy kontenera informacji (= modelu BIM, jego części lub innej niezależnej reprezentacji danych o pewnych wspólnych własnościach czy cechach) danej branży zachowują wyłączne prawa jego modyfikacji na danym etapie rozwoju projektu i ponoszą pełną odpowiedzialność za jego zgodność z wymaganiami informacyjnymi projektu; współdzielony z innymi uczestnikami projektu model BIM może być przez nich wykorzystany jedynie jako model referencyjny (odniesienie zewnętrzne) dla ich własnych modeli,
- b) wymiana informacji projektu – w tym modeli BIM – odbywa się w scentralizowany sposób poprzez Wspólną Platformę Danych CDE.

(2) Przedmiotem wymiany są przy tym pełne modele BIM, a nie dokumentacja 2D generowana na ich podstawie, co pociąga za sobą konieczność nowego modelu i nowych zasad zarządzania projektem, w tym prawami autorskimi i licencjonowaniem treści cyfrowych BIM. Ze względu na tę zasadę zespołowego współwytwarzania i współdzielenia informacji projektowej, prowadzonych przez często niezależne od siebie podmioty rynkowe, potrzebna jest dodatkowa warstwa zarządzania procesem informacyjnym BIM. Norma ISO definiuje ją precyzyjnie (rys. 5.2.1.1). Na to zarządzanie składa się:

- a) obowiązek określenia przez zamawiającego celów BIM i wymagań informacyjnych projektu,
- b) fazowość rozwoju projektu zorientowanego na realizację celów biznesowych organizacji zamawiającego i/lub zarządzającego projektowanym i realizowanym obiektem,
- c) ustanowienie częstych punktów wymiany danych i punktów decyzyjnych zamawiającego,
- d) wprowadzenie do projektów nowych funkcji/ról i związanych z nimi odpowiedzialności za proces informacyjny, tak wykonawczych jak i zarządczych, związanych z realizacją zadań procesu informacyjnego, niezależnych od typowych ról wykonawczych i zarządczych obecnych w projektach budowlanych;
- e) obowiązek standaryzacji metod i procedur wytwarzania i dostarczania informacji, za brytyjskim systemem norm BS 1192 zwanych często Standardową Metodą i Procedurą (SMP), oraz ustanowieniem ról/funkcji odpowiedzialnych za tę standaryzację,
- f) obowiązek wymiany informacji przez środowisko wymiany danych CDE (ang. Common Data Environment).

(3) „Krytycznym elementem przygotowania inwestycji w metodyce BIM, u samego początku jej definiowania i zarazem pierwszym krokiem do określenia wymagań informacyjnych projektu, jest wskazanie przez zamawiającego celów BIM. Chodzi o to, aby zamawiający uświadomił sobie – a także łańcuchowi dostaw wykonawców – jakie ma oczekiwania wobec modeli informacyjnych, po co chce realizować projekt w metodyce BIM, jaką wartość dodaną spodziewa się uzyskać dzięki wykorzystaniu narzędzi i metodyki BIM w projekcie, jakie obszary procesu inwestycyjnego (lub swoich ogólniejszych procesów biznesowych) chce poprawić dzięki cyfryzacji, jakie czynniki ryzyka zredukować. Cele BIM mogą być związane z innowacyjnymi możliwościami nowych

narzędzi BIM, przykładowo łatwiejszych bilansu śladu węglowego (dzięki pełnej definicji geometrii i parametrów fizycznych w modelu BIM oraz niezłemu już skatalogowaniu danych meteorologicznych dla większości obszarów na Ziemi), czy dokładniejszej inwentaryzacji stanu istniejącego dzięki skaningowi laserowemu 3D i odtworzeniu z uzyskanej chmury punktów dokładnego geometrycznego modelu 3D obiektu. Ale mogą też być związane z ulepszeniem tradycyjnych procesów decyzyjnych czy budowlanych dzięki posiadaniu informacji wysokiej jakości, dostarczanej w modelu BIM przez projektantów czy wykonawców. Przykładem takich celów BIM może być zredukowanie marginesów błędów w przedmiarach, czy zmniejszenie ryzyka przekroczenia założeń harmonogramu budowy dzięki eliminacji kolizji i błędów w dokumentacji projektu generowanej z modeli BIM, dla których przeprowadzono koordynację międzybranżową i detekcję kolizji” [38].



Rys. 5.2.1.1. Schemat procesów: informacyjnego i zarządczego BIM według ISO 19650 [13]

(4) Projekt rozwija się w fazach, dla których określono ściśle cele dostaw informacji i ich zakres. Zwykle przyjmuje się, że fazy te są zgodne z typowym przebiegiem projektu inwestycyjnego (np. faza strategii, faza projektu koncepcyjnego, faza projektu budowlanego, faza projektu wykonawczego, realizacja, testy i odbiory, użytkowanie), bowiem każdy z tych etapów ma swoje naturalne potrzeby informacyjne i związane z tym zakresy dostaw informacji. Wraz z postępem prac i osiąganiem kolejnych faz, rosną też wymagania informacyjne i szczegółowość modeli BIM. Przejście od fazy do kolejnej fazy jest możliwe dopiero wtedy, kiedy model informacyjny osiągnie zakładaną dla danej fazy dojrzałość. Z pojęciem fazowości projektu wiąże się pojęcie poziomów definicji modeli BIM LOD (ang. Level of Definition), albo w nowszej terminologii normy ISO 19650 określane jako poziom wymaganej informacji LOIN (ang. level of information need). Jest to umowna klasyfikacja stopnia szczegółowości geometrycznej LOGD i stopnia nasycenia informacją LOMI, które powinny na danym etapie/fazie rozwoju projektu być nie większe, niż minimalne wymagane dla osiągnięcia na danym etapie celów BIM/wymagań informacyjnych zamawiającego. Ustanowienie faz projektu jest prerogatywą zamawiającego.

(5) Punkty wymiany danych/punkty decyzyjne zamawiającego to ustanowione na osi czasu projektu relatywnie częste momenty, w których zamawiający jest informowany o stanie rozwoju modeli informacyjnych projektu i są one mu przedstawiane celem ewaluacji spełnienia jego wymagań informacyjnych. Są elementem procesu zarządczego BIM, bowiem w przypadku braku spełnienia wymagań informacyjnych zamawiający kieruje modele BIM z powrotem do wykonawców celem dalszych prac nad nimi. Proces modelowania/ewaluacji jest zazwyczaj

iteracyjny i w danym punkcie wymiany danych/decyzyjnym zamawiającego wymiany takie dokonują się więcej niż jeden raz.

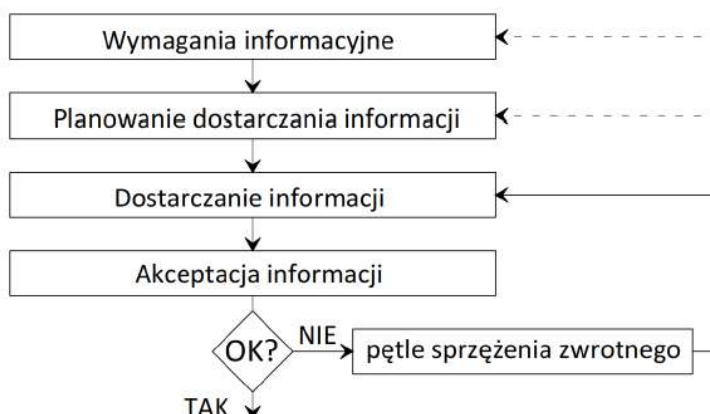
(6) Projekt realizowany w metodyce BIM zgodnej z normą ISO 19650 wymaga ustanowienia nowych ról czy funkcji związanych albo z wytwarzaniem modeli informacyjnych BIM, albo z zarządzaniem ich wytwarzaniem. Te nowe role/funkcje to tradycyjnie już np. Modelarz BIM, Bibliotekarz BIM, Koordynator BIM, Menedżer BIM, Menedżer informacji itp. Niekoniecznie muszą to być nowe stanowiska w firmie, możliwe jest np. pełnienie zarówno funkcji Modelarza BIM jak i Bibliotekarza BIM, lub Modelarza BIM i Koordynatora BIM, częsty przypadek w mniejszych organizacjach. Norma ISO 19650 wymaga utworzenia tabeli odpowiedzialności (ang. responsibility matrix), w której listuje się odpowiedzialnych za wykonanie poszczególnych zadań lub dostaw dokumentacji BIM projektu.

(7) Wprawdzie norma ISO 19650-1 i ISO 19650-2 nie posługuje się przywołanym tu z brytyjskich norm terminem Standardowej Metody i Procedury (SMP), ale odwołuje się do podobnych koncepcyjnie pojęć „Standardu informacyjnego projektu” – punkt 5.1.4 („Establish the project’s information standard”), oraz „Metod i procedur wytwarzania informacji projektu” – pkt. 5.1.5 („Establish the project’s information production methods and procedures”). Natomiast w części pierwszej normy zawarty jest postulat, kierowany do lokalnych komitetów normalizacji w poszczególnych krajach, dołączenia do norm serii ISO 19650 krajowych aneksów, które by np. regulowały kwestie nazewnictwa kontenerów w projektach, czy innych lokalnych wymagań (np. używany w projekcie system klasyfikacji budowlanej) – które są częścią tego, co w brytyjskim systemie norm wchodziło także w zakres SMP. Wymóg standaryzacji w procesach informacyjnych BIM jest istotnym elementem zapewnienia jakości informacji, poprawy efektywności pracy oraz bezproblemowej wymiany informacji, i w związku z tym w projektach BIM normy ustanawiają niezwykle ważną funkcję Menedżera informacji [49], mającego nadzór nad obszarem SMP projektów realizowanych w metodyce BIM.

(8) Środowisko CDE jest niezbędnym elementem zaplecza IT dla projektów BIM poziomu/stadium dojrzałości 2. Jest to dedykowane procesom BIM środowisko informatyczne typu bazodanowego, najczęściej dostępne jako rozwiązanie chmurowe lub lokalny system serwerowy, oferujące usługi nie tylko przechowywania plików i kontenerów informacji projektu, ale i wspierające w różnorodny sposób procesy informacyjne BIM. Z założenia jest jedynym repozytorium współdzielonej informacji projektowej, centralizującej obieg informacji⁶.

Według normy [13] zarządzanie procesem informacyjnym ma trzy perspektywy (rys. 5.2.1.2):

- a) perspektywę przygotowania przez zamawiającego wymagań informacyjnych projektu,
- b) perspektywę planowania dostarczania informacji,
- c) perspektywę dostaw informacji, akceptacji lub nie dostarczonych informacji wraz z odpowiedzią zwrotną.



Rys. 5.2.1.2. Schemat iteracyjnego procesu informacyjnego według ISO 19650 [13]

⁶ warto podkreślić, że chodzi tu głównie o unikalność informacji w strefach współdzielonych tego środowiska, czyli w strefach „Shared” i „Shared with Client”; strefy robocze zespołów branżowych WIP są zwykle wewnętrznymi systemami informatycznymi branż i są rozłączne.

(9) Perspektywa wymagań informacyjnych (pierwsza ramka na rys. 5.2.1.2) to perspektywa zamawiającego: aby można było mówić o procesie informacyjnym BIM poziomu dojrzałości 2, zamawiający musi określić swoje cele i wymagania informacyjne. Służy temu dokument o nazwie Wymagania wymiany informacji EIR (ang. Exchange Information Requirements), który je specyfikuje na podstawie przygotowanych wcześniej strategicznych wymagań informacyjnych organizacji zamawiającego obiekt budowlany OIR (ang. Organizational Information Requirements), wymagań informacyjnych dla eksploatacji obiektów budowlanych AIR (ang. Asset Information Requirements), oraz wymagań informacyjnych projektu PIR (ang. Project Information Requirements). Będą one opisane bardziej szczegółowo w podrozdziale 5.2.3.

(10) Perspektywa planowania dostaw informacji (druga ramka na rys. 5.2.1.2), to perspektywa wytwórcy informacji (projektantów, wykonawców). Powinni oni – po analizie wymagań informacyjnych EIR – przedstawić Plan wykonania BIM (BEP – ang. BIM Execution Plan), odpowiadający ściśle na wymagania informacyjne EIR. Plan wykonania BIM powinien zawierać opis proponowanych rozwiązań, sposób i zakres dostaw informacji, standardy wymiany informacji. Zazwyczaj do planu BEP dołącza się kilka załączników takich jak Główny plan dostarczania informacji MIDP (ang. Master Information Delivery Plan), Zadaniowe plany dostarczania informacji TIDP (ang. Task Information Delivery Plan), Tabelę wytwarzania i dostarczania modeli MPDT (ang. Model Production nad Delivery Table), oraz inne wymagane załączniki (np. standardy nazewnictwa kontenerów informacji, jeśli nie narzucił ich zamawiający, szczegółowe definicje LOD/LOIN dla komponentów modeli BIM itp.).

(11) Perspektywa dostarczania i zatwierdzania informacji (trzecia i czwarta ramka na rys. 5.2.1.2) to element zarządzania procesem informacyjnym na etapie realizacji prac projektowych i wykonawczych, kiedy to wykonawcy dostarczają w punktach wymiany danych kolejne wersje modeli PIM, a zamawiający, korzystając ze swoich uprawnień, przyjmuje lub odrzuca osiągnięte na danym etapie rezultaty, konfrontując je ze swoimi wymaganiami EIR. Stąd punkty wymiany danych są równocześnie punktami decyzyjnymi zamawiającego, a proces ma charakter iteracyjny, jak to pokazuje rys. 5.2.1.2 w postaci elementu decyzyjnego Tak/Nie (ang. Yes/No). Jeśli w punkcie decyzyjnym zamawiający zatwierdzi dostarczoną na danym etapie projektu informację, to projekt przechodzi do kolejnej fazy realizacji, jeśli ją odrzuca to tym samym wymusza kolejną iterację dostaw informacji w pętli sprzężenia zwrotnego (ang. feedback loop).

(12) Jeśli wystąpi przypadek odrzucenia dostarczonej informacji przez zamawiającego, konieczne może być albo dalsze iterowanie rozwiązań projektu (powrotna linia ciągła na rysunku oznaczająca, że wykonawca powinien prowadzić dalsze prace projektowe), albo problem jest natury głębszej i poważniejszej. W tym drugim przypadku konieczna może się okazać zmiana planu dostaw informacji (w jakim zakresie i kiedy jest dostarczana informacja – czyli planu BEP lub jego załączników, co jest odpowiedzialnością wykonawcy projektu) lub wręcz zmiana wymagań zamawiającego (zmiana celów lub zakresu dostaw informacji). Ten ostatni przypadek – gdyby się przydarzył w projekcie – jest poważnym defektem procesu informacyjnego, wymagającym jego gruntownej przebudowy i praktycznie zawarcia nowego kontraktu na nowych warunkach, bowiem zmienione wymagania informacyjne mogą generować zupełnie inne koszty wykonania projektu.

(13) Tak więc w podsumowaniu, dobrze zdefiniowany proces informacyjny BIM wymaga określenia wymagań informacyjnych, zaplanowania sposobu i harmonogramu dostaw informacji w zdefiniowanych przez zamawiającego fazach rozwoju projektu, weryfikacji jej zgodności z wymaganiami projektu i bądź zatwierdzenia etapu w przypadku ich spełnienia, bądź odrzucenia i skierowania do dalszych prac w przypadku przeciwnym. wykonawca/-y realizując Zamówienie dostarczają modele BIM nasyconych informacjami według specyfikacji zamawiającego w EIR.

5.2.2. Cele BIM

(1) Cele BIM projektu są podstawą dla określenia wymagań informacyjnych projektu, stąd są niezwykle ważnym – jeśli nie najważniejszym – elementem przygotowania założeń procesów informacyjnych w planowanym zadaniu inwestycyjnym. Obrazuje ten fakt rys. 5.2.1.2 z normy ISO 19650-1 [13], na którym wymagania informacyjne są nie tylko startem procesu informacyjnego, ale i de facto fundamentalnym odniesieniem, względem którego mierzy się postęp prac i ich jakość. Są one elementem procedury akceptacji lub odrzucenia wyników danego etapu, jak to pokazano (jako blok decyzyjny Tak/Nie) na wspomnianym rys. 5.2.1.2.

(2) Cele BIM są zwykle powiązane z przypadkami użycia BIM, czyli pewną klasyfikacją możliwych benefitów wynikających ze stosowania technologii i metodyki BIM w zadaniach inwestycyjnych i w eksploatacji infrastruktury budowlanej.

(3) Na obecnym etapie rozwoju technologii BIM i innych technologii cyfryzacji budownictwa, cele BIM możliwe do osiągnięcia w projektach realizowanych w metodyce BIM da się zaklasyfikować do pewnej skończonej liczby przypadków, zależnie od opracowań i poziomu szczegółowości rozważań lista ta obejmuje od ok. 25 do nawet ponad 100 przypadków użycia BIM i związanych z nimi celów BIM możliwych do osiągnięcia za ich pomocą. Cele te są zwykle dzielone według różnych kryteriów, np. związanych z tzw. wymiarowością modeli BIM (od 3D do 7D) i/lub fazą zaawansowania cyklu życia projektu/obiektu, włącznie z fazą eksploatacji i utrzymania. Nieco inne przypadki użycia i cele BIM będą dominować w obszarze budownictwa kubaturowego, nieco inne w obszarze budownictwa drogowego i infrastrukturalnego, choć wiele z nich jest wspólnych. Przykładowo, podręcznik [53] wymienia 25 przypadków użycia/celów BIM dla budownictwa kubaturowego, podręcznik „BIM Standard PL” listuje ich 41 [38], natomiast organizacja buildingSMART International dla projektów infrastrukturalnych zidentyfikowała ich 38. Należy mieć na uwadze, że lista ta nie jest zamknięta, nowe możliwości oprogramowania z roku na rok poszerzają możliwe zastosowania modelowania BIM i związane z nimi analizy. Ponadto, obok samej metodyki BIM rozwijają się i inne technologie cyfryzacji budownictwa, które także przyczyniają się do rozszerzania listy możliwych celów i wymagań informacyjnych w projektach inwestycyjnych. Przykładowo, wdrażana obecnie w Polsce usługa Elektronicznego Dziennika Budowy EDB⁷, która jest formalnie nie jest powiązana z technologią BIM, może być znaczącym elementem zmiany warunków realizacji kontraktów budowlanych, rzetelnych i weryfikowalnych procedur kontroli przebiegu umów. Można z góry przewidzieć, że jednak dopiero przy zapewnieniu całkowicie cyfrowego obiegu informacji, który jest możliwy dzięki technologii BIM, w momencie powiązaniu zapisów EDB z rejestrami przebiegu prac dostępnymi w CDE projektu oraz cyfrowymi repozytoriami danych dokumentujących przebieg projektu w CDE, będzie możliwa nowa jakość np. w kontroli poprawności przebiegu robót czy rozstrzyganiu sporów i roszczeń.

(4) W praktyce, cele BIM dla typowych projektów można znaleźć w wielu źródłach. Przykładowo, bardzo rozbudowaną i szczegółową listę celów BIM (blisko 100) i przypadków użycia BIM dla tych celów (zwaną także aktywatorami) podaje opracowanie BIM Standard PL [38], prawdopodobnie najbogatsze w języku polskim ich zestawienie i tak szczegółowe omówienie. Dla projektów infrastrukturalnych polecić można bardziej zwartą i nieco ogólniejszą listę z opracowania organizacji buildingSMART International, przedstawioną wraz z komentarzami i pewnymi oczywistymi uzupełnieniami w tab. 5.2.2.1 oraz na rys. 5.2.2.1.

(5) Jak wspomniano, zestawione jako lista w tabeli 5.2.2.1 cele BIM i pogrupowane według etapów projektu na rys. 5.2.2.1 przypadki użycia BIM, nie są listami wyczerpującymi zagadnienie celów i przypadków użycia BIM. Pokazano je raczej jako typowe zastosowania w projektach, tak jak je skatalogowano w materiałach bSI. Wyczerpującej listy przypadków użycia i celów BIM nie da się podać, ta jest bowiem zależna od konkretnego zamawiającego, jego potrzeb informacyjnych na szczeblu całej organizacji (OIR), potrzeb informacyjnych podmiotów odpowiedzialnych za eksploatację i utrzymanie infrastruktury drogowej, a także aktualnych możliwości technicznych, poziomu dojrzałości cyfrowej organizacji, a także – co istotne – odwagi, inwencji i zdolności do innowacyjnego myślenia w organizacjach podmiotów zamawiających czy utrzymujących obiekty drogowe.

(6) Cele BIM powinien określić zamawiający. Powinny one być wsparciem – obok m.in. celów biznesowych, strategii informacyjnej organizacji czy wymogów prawa – dla osiągnięcia celów biznesowych, środowiskowych, społecznych i innych projektu, źródłem pytań, na które zamawiający chce uzyskać odpowiedzi w fazie projektowania, realizacji i eksploatacji obiektów drogowych. Określenie celów BIM jest krytycznym elementem dla wygenerowania wymagań informacyjnych w projekcie. Powinny mieć solidne uzasadnienie w ujęciu ekonomicznym, bowiem próba wpisania do wymagań informacyjnych projektu celów BIM, których zamawiający nie jest w stanie sensownie wykorzystać jest błędem: niepotrzebnie podnosi koszt i czas realizacji fazy projektowania, nie przynosząc żadnych realnych zysków ani w fazie realizacji, ani w fazie eksploatacyjnej obiektu.

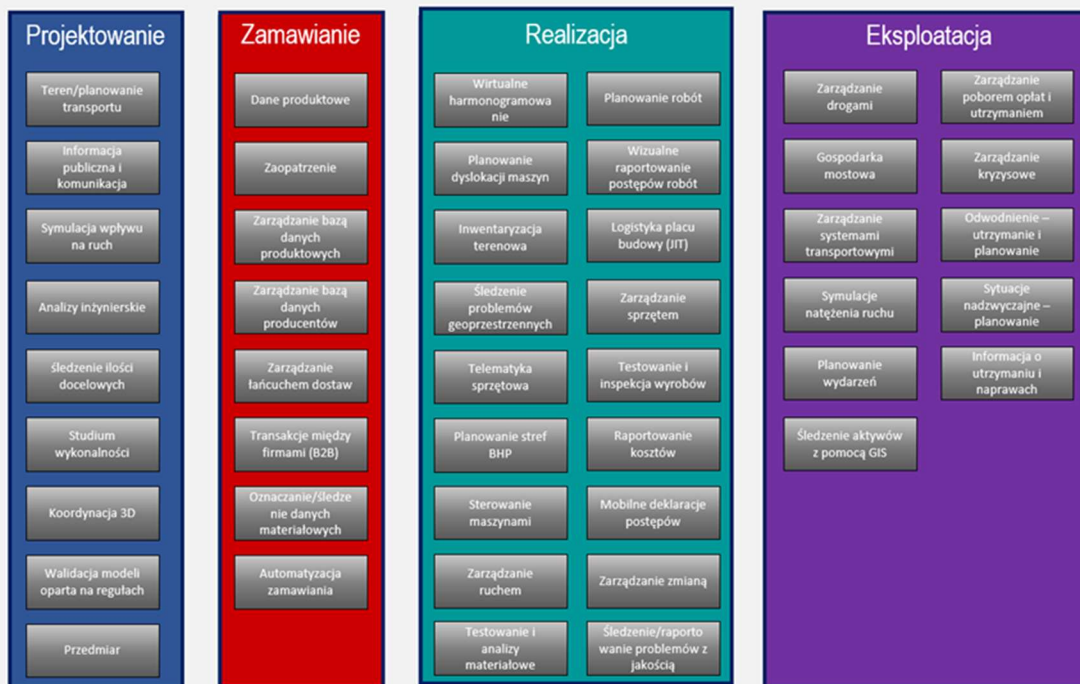
⁷ <https://qunb.gov.pl/aktualnosc/prezentacja-elektronicznego-dziennika-budowy-spotkanie-z-winb>.

Tab. 5.2.2.1. Cele BIM według buildingSMART International dla projektów infrastrukturalnych i drogowych [58]

Grupa celów	Cele BIM	Uwagi
Projektowanie	<ul style="list-style-type: none"> • modelowanie warunków istniejących • analiza terenu i planowanie transportu • symulacja wpływu inwestycji na ruch • przedmiar • koszt cyklu życia (LCA/LCC) • informacja publiczna i komunikacja • wytyczne, wytwarzanie modeli • analizy inżynierskie • koordynacja 3D • walidacja modeli oparta o reguły • monitoring/planowanie 3D, studium wykonalności • przeglądy projektu 	<p>Elementami wymiany cyfrowej informacji na etapie prac projektowych mogą być niewymienione tu jawnie cele związane z wykorzystaniem cyfrowych, trójwymiarowych modeli terenu i istniejącej infrastruktury, w tym podziemnej, i informacji geologicznej.</p> <p>W przypadku projektów infrastrukturalnych wśród analiz wymienić należy analizy środowiskowe, śladu węglowego, hydrologiczne i inne, np. związane z obszarami przyrody chronionej.</p> <p>Koordynacja 3D obejmuje także detekcję kolizji i inne procedury zapewnienia jakości informacji.</p> <p>buildingSMART International listuje cele związanych z wizualizacją projektu dla celów komunikacji społecznej, co jest ważnym aspektem zastosowania BIM i często spotykanym w praktyce celem BIM ze względu na szeroki społecznie zakres oddziaływania projektów infrastrukturalnych, trudność w zrozumieniu przez zwykłych ludzi niuansów dokumentacji technicznej projektu i związany z tym częsty opór społeczny przed realizacją zamierzeń inwestycyjnych.</p> <p>W bardziej śmiałych zastosowaniach możliwe jest wykorzystanie modeli BIM wraz z istniejącymi modelami sieci drogowej czy kolejowej celem modelowania ruchu drogowego/kolejowego i analizy wpływu (czasowego albo trwałego) planowanej inwestycji drogowej czy kolejowej na ruch.</p>
Zamawianie	<ul style="list-style-type: none"> • biblioteki produktowe • zaopatrzenie, automatyzacja dostaw • bazy danych produktowe i o producentach • dobór elementów na potrzeby projektu • zarządzanie łańcuchem dostaw • realizacja zamówień 	<p>Modele BIM na etapie przygotowania i realizacji zamówień – zwłaszcza jeśli dostępne są gotowe, bogate informacyjnie biblioteki komponentów BIM 3D – pozwala na łatwe przygotowanie modeli przetargowych, lepsze zrozumienie założeń projektu i jego wycenę. Zamawiający dodatkowo mogą wykorzystywać powiązania danych w modelach informacyjnych o produktach i ich producentach do efektywnego zarządzania łańcuchem dostaw i automatyzacji tych procesów.</p>
Budowa	<ul style="list-style-type: none"> • projektowanie systemów budowlanych • harmonogramowanie i kosztorysowanie • odbiory/testy • walidacja norm i standardów • cyfrowa prefabrykacja i budowa • zapewnienie spójności informacji 	<p>Etap budowy daje szerokie pole do wdrażania celów BIM: czy będzie to rejestracja zmian w stosunku do projektu, czy precyzyjne harmonogramowanie i kosztorysowanie projektu – a potem bieżąca kontrola postępu prac i robót i konfrontacja z założonym harmonogramem, czy zamawianie prefabrykowanych elementów budowlanych, w każdym przypadku cyfrowa informacja o wysokiej jakości przyczynia się do osiągnięcia lepszych rezultatów projektu.</p> <p>Lista celów BIM buildingSMART International nie obejmuje wprost celów programowania 3D automatycznych/ autonomicznych maszyn drogowych, ale jest to powszechne dziś zastosowanie modeli BIM w obszarze projektów infrastrukturalnych.</p>

Grupa celów	Cele BIM	Uwagi
Eksploatacja	<ul style="list-style-type: none"> zarządzanie drogami i utrzymaniem obiektów drogowych (np. oświetlenie, oznakowanie, sygnalizacja, systemy monitoringu ruchu itp.) zarządzanie poborem opłat harmonogramowanie utrzymania obiektu analiza sytuacji kryzysowych i planowanie reakcji na zdarzenia symulacje natężenia ruchu modelowanie stanu powykonawczego zarządzanie bezpieczeństwem zarządzanie imprezami masowymi odwodnienia zarządzanie zdalne zarządzanie systemami transportowymi informacja utrzymaniowa i remontowa 	<p>Zadania utrzymania infrastruktury drogowej, kolejowej, mostowej to zadania kosztogenne i sprawiające niemały kłopot ze względu na bardzo szerokie portfolio obiektów, dla których należy na bieżąco dokonywać audytów i monitoringu stanu istniejącego, stopnia zużycia czy wyeksploatowania nośności elementów konstrukcyjnych i innych elementów krytycznych ze względu bezpieczeństwa użytkownika obiektu, prowadzić procesy napraw, homologacji, bieżącego – najlepiej proaktywnego – zarządzania całością systemu, dlatego znaczenie BIM w tym obszarze będzie rośnie z roku na rok.</p> <p>Cele BIM związane z utrzymaniem infrastruktury drogowej, aby były poprawnie zdefiniowane, wymagają wcześniejszego zdefiniowania strategicznych wymagań informacyjnych organizacji OIR i wynikających z nich wymagań informacyjnych eksploatacyjnych AIR; mogą wymagać wzbogacenia modeli BIM poza oprogramowaniem do modelowania BIM lub w ogóle przeniesienia modeli BIM do dedykowanego systemu bazodanowego budującego model informacyjny według wymagań OIR/AIR.</p>

Potencjalne przypadki użycia BIM w infrastrukturze



Model Support Group

buildingSMART®
International home of openBIM®

Rys. 5.2.2.1 Przypadki użycia BIM/Cele BIM (BIM use cases) dla projektów infrastrukturalnych według buildingSMART [58]

(7) Poniżej przedstawiono jako przykład realne cele BIM określone w projekcie pilotażowym budowy obwodnicy Zatora w ciągu drogi krajowej nr 28 [39]. Jak można zauważyć, cele te nie są wygórowane, daje się zauważyć nacisk na aspekty standaryzacji obiegu informacji, obligatoryjny wymóg stosowania środowiska CDE, a także elementy modelowania BIM 4D i BIM 5D. Ponadto, trzy ostatnie cele jako bardziej ambitne są wymienione jako cele fakultatywne, za które zamawiający premiował dodatkowymi punktami powiązanych z pozacenowymi kryteriami

oceny ofert. Zakres celów BIM opublikowany w dokumentacji przetargowej projektu pilotażowego Zator jest wynikiem konsultacji z potencjalnymi wykonawcami przeprowadzonymi w ramach dialogu technicznego poprzedzającego start projektu inwestycyjnego. Lista ta nie jest reprezentatywna dla innych projektów, jest tutaj przytoczona głównie aby pokazać racjonalne podejście do określenia celów BIM, w szczególności praktykę prowadzenia dialogu technicznego (w nowym Pzp zwanym wstępnymi konsultacjami rynkowymi), która powinna pomóc ustalić możliwe ramy celów BIM w innych projektach.

Przykład 5.2.2.1 – Cele BIM projektu obwodnicy Zatora [39]

W przetargu na zaprojektowanie i wybudowanie obwodnicy miasta Zator w ciągu drogi krajowej nr 28, GDDKiA postawiła 9 obligatoryjnych celi BIM (lit. a-i) i 3 fakultatywne (wykorzystane jako kryteria pozacenowe oceny ofert; lit. j-l):

- a) cel nr 1 – standaryzacja nazewnictwa plików,
- b) cel nr 2 – zastosowanie CDE wykonawcy jako repozytorium plików projektu pilotażowego,
- c) cel nr 3 – zastosowanie platformy CDE jako platformy komunikacji między zamawiającym, wykonawcą i inżynierem kontraktu w zakresie procedury zatwierdzania miesięcznych raportów o postępie Prac i Robót,
- d) cel nr 4 – projektowanie w technologii BIM 3D oraz przekazywanie informacji projektowej na podstawie modelu,
- e) cel nr 5 – zastosowanie projektowania 3D/BIM dla obiektów drogowych do wykonania przedmiaru robót ziemnych na podstawie modelu,
- f) cel nr 6 – dostęp zamawiającego do informacji projektowej wykonanej w technologii 3D lub BIM,
- g) cel nr 7 – przygotowanie przez wykonawcę, na początku prac projektowych, modelu BIM infrastruktury podziemnej w celu weryfikacji położenia elementów istniejącej infrastruktury podziemnej,
- h) cel nr 8 – automatyzacja procesu prowadzenia robót budowlanych w oparciu o model BIM,
- i) cel nr 9 – prowadzenie Rad Technicznych w oparciu o model BIM,
- j) cel nr 10 – zastosowania platformy CDE jako platformy komunikacji między zamawiającym, wykonawcą i inżynierem kontraktu w wybranych procesach przekazywania i akceptacji informacji
- k) cel nr 11 – wykonanie przedmiarów obiektu mostowego nad ul. Jana Pawła II przy pomocy modelu/modeli BIM,
- l) cel nr 12 – automatyzacja procesu prowadzenia robót ziemnych w oparciu o model 3D/BIM.

5.2.3. Hierarchia wymagań informacyjnych BIM

(1) Wymagania informacyjne dla zadania inwestycyjnego mogą mieć wiele źródeł, jednak norma ISO 19650 klasyfikuje dwa ich główne źródła:

- a) wymagania Informacyjne Organizacji OIR (ang. Organization Information Requirements),
- b) wymagania Informacyjne Projektu PIR (ang. Project Information Requirements).

(2) Obydwie te kategorie potrzeb informacyjnych powstają w organizacji zamawiającego i ich zaspokojenie jest konieczne, aby organizacja ta mogła wypełnić swoje strategiczne cele biznesowe (poziom OIR) lub cele biznesowe względem danego zadania inwestycyjnego (PIR). Zarówno OIR jak i PIR powinny być zdefiniowane w organizacji zamawiającego i najczęściej nie podlegają publikacji jako osobne dokumenty. Te dwie kategorie potrzeb informacyjnych w organizacji zamawiającego będą służyły wygenerowaniu dwóch kolejnych dokumentów, które będą mieć nazwę „wymagań informacyjnych”, odpowiednio:

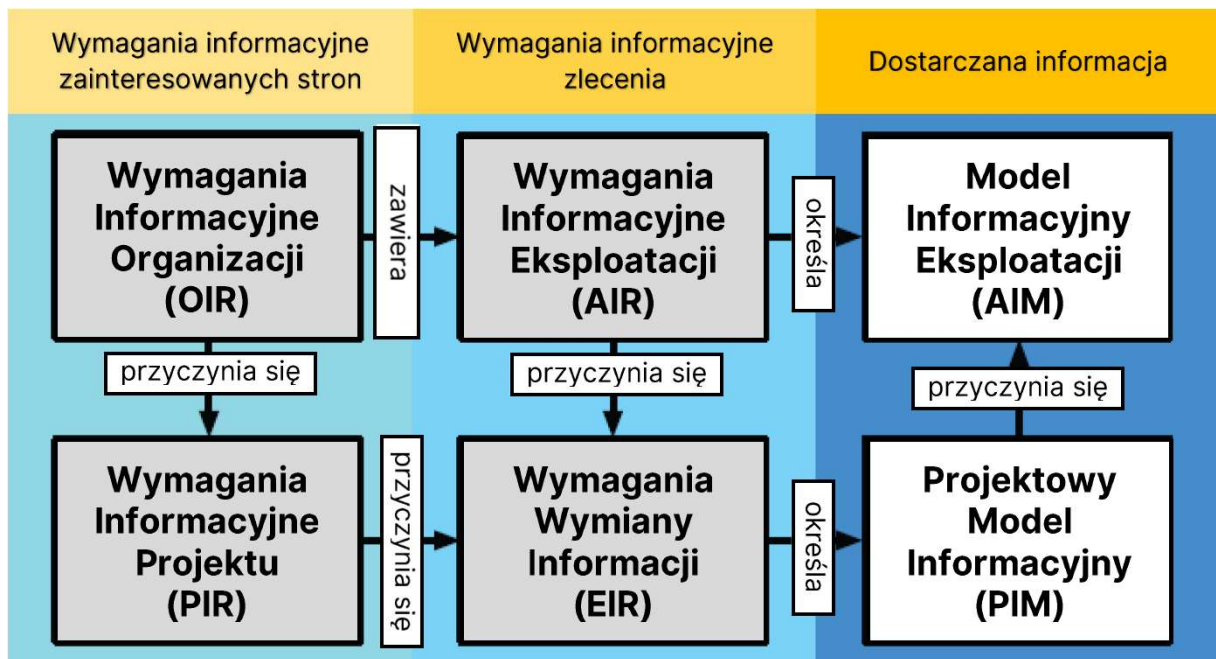
- a) wymagania informacyjne eksploatacyjne AIR (ang. Asset Information Requirements),
- b) wymagania wymiany informacji EIR (ang. Exchange Information Requirements).

(3) Obydwa powyższe zbiory wymagań informacyjnych podlegają opublikowaniu i stanowią zestaw szczegółowych wytycznych dla wykonawcy projektu i jego łańcucha dostaw:

- a) AIR – zestaw wymaganych informacji dotyczących eksploatacji obiektu, które mają zaspokoić potrzeby informacyjne na poziomie OIR w organizacji zamawiającego lub w organizacjach, którym zlecono utrzymanie i eksploatację obiektu. Najczęściej jest to detaliczne, ustrukturyzowane zestawienie oczekiwanych danych i parametrów, krytycznych z punktu widzenia użytkownika obiektu, zarządzania nim czy wypełniania potrzeb administracyjnych względem obiektu. Będą do nich należeć m.in. gwarancje, okresy trwałości komponentów/systemów, wymagania serwisowe, certyfikaty, rejestry administracyjne, dane dla potrzeb systemu podatkowego, zarządzania ryzykiem i informacje dot. bezpieczeństwa, dane materiałowe, minimalne wymagania i parametry urządzeń i systemów itp. Wymagane informacje dostarcza zamawiającemu odpowiedni wykonawca z łańcucha dostaw projektu,
- b) EIR – zestaw wymagań potrzebnych do skutecznej wymiany informacji między wykonawcami, a zamawiającym, które pozwolą zamawiającemu uzyskać odpowiedzi na jego pytania biznesowe związane z zamawianą inwestycją i podjąć właściwe decyzje w punktach decyzyjnych zamawiającego. Wymagania EIR określają zakres i formę informacji zbieranej, a następnie przekazywanej zamawiającemu na etapie realizacji zadania inwestycyjnego. Mają one zagwarantować spełnienie oczekiwań funkcjonalnych, estetycznych, kosztów CAPEX i OPEX, środowiskowych, jakościowych, użytkowych i wszelkich innych określonych wcześniej w PIR.

(4) Wzajemne powiązania między OIR/AIR/PIR i EIR oraz modelami informacyjnymi PIM i AIM, będącymi produktami procesu informacyjnego realizującego wymagania EIR i AIR norma ISO 19650 przedstawia w postaci schematu, jako to pokazuje rys. 5.2.3.1. Jak widać, norma rozróżnia „wewnętrzne” potrzeby informacyjne „zainteresowanych” podmiotów (lewa część rys. 5.2.3.1), od wynikających z nich wymagań informacyjnych zadania inwestycyjnego (środkowa część rys. 5.2.3.1) i będących ich produktem modeli informacyjnych PIM i AIM (prawa część rys. 5.2.3.1).

(5) W praktyce, przygotowanie projektu inwestycyjnego z poprawną definicją wymagań informacyjnych wszystkich tych szczebli i z pełną definicją nasycenia informacyjnego zwłaszcza na poziomie AIR jest przedsięwzięciem niezwykle trudnym i wymagającym przede wszystkim wcześniejszego wdrożenia w organizacji zamawiającego i/lub zarządcy obiektu systemów komputerowego wspomaganie utrzymania CAFM/CMMS i wdrożenia zaawansowanych technologii cyfryzacji firmy. Systemy CAFM i CMMS są systemami typu bazodanowego, gdzie najczęściej dane geometryczne i parametryczne uzyskane z modeli BIM i innych źródeł istotnych z punktu widzenia utrzymania obiektu (np. katalogi produktowe, instrukcje obsługi i serwisu komponentów infrastruktury, podmiotach realizujących usługi serwisowe, producentach systemów i komponentów infrastruktury itp.) są powiązane z modelem informacyjnym procesów utrzymania (systemy CMMS) albo utrzymania i zarządzania eksploatacją (systemy CAFM, których systemy CMMS są w zasadzie częścią). Zarządzanie obiektem/zasobem jest wsparte najczęściej informacją wizualną pobraną z modelu, pozwalającą na bieżąco dostarczać informacje o danych pobieranych z właściwości komponentów BIM modelu, agregowanych przez odpowiednią strukturę powiązań z innymi bazami danych (np. serwisowania danego elementu) i budować na ich podstawie procesy robocze utrzymania lub eksploatacji. W nowocześniejszych zastosowaniach systemy CAFM/CMMS są powiązane z technologią wirtualnej lub rozszerzonej rzeczywistości (VR/AR), dodając warstwę technik immersyjnych, a w powiązaniu z systemami sieci czujników (ang. sensor networks) i internetu rzeczy IoT (ang. Internet of Things) są punktem wyjścia do budowy systemów cyfrowych bliźniaków DT (ang. Digital Twin), na bieżąco replikujących w systemie komputerowym stan obiektu (np. dla obiektu drogowego system DT będzie miał w czasie rzeczywistym dane o ruchu na poszczególnych odcinkach, zdarzeniach drogowych, sytuacjach awaryjnych itp.) dostarczając narzędzia do efektywnego zarządzania infrastrukturą drogową, reakcji na sytuacje nadzwyczajne, proaktywne planowanie zadań utrzymania. Zgromadzone ogromne ilości danych historycznych pozwalają w takim przypadku prowadzić zaawansowane analizy biznesowe typu kopalnie wiedzy (ang. Data Mining), inteligencji biznesowej (ang. business intelligence), a z pomocą systemów sztucznej inteligencji AI (ang. Artificial Intelligence) i uczenia maszynowego ML (ang. Machine Learning) tworzyć systemy predykcyjne lub adaptacyjne.



Rys. 5.2.3.1. Powiązania OIR, AIR, PIR i EIR z PIM i AIM [13]

(6) Tak więc wymagania informacyjne, w myśl normy ISO 19650-1, mają następującą strukturę:

- Wymagania Informacyjne Organizacji OIR (ang. Organizational Information Requirements),
- Wymagania Informacyjne Eksploatacyjne AIR (ang. Asset Information Requirements), oraz
- Wymagania Informacyjne Projektu PIR (ang. Project Information Requirements).

Całość znajduje odwzorowanie w opublikowanym jako wymogi inwestora zbiorze wymagań EIR (wymagania wymiany informacji).

(7) OIR. Najwyżej w hierarchii wymagań informacyjnych norma ISO 19650 plasuje Wymagania Informacyjne Organizacji OIR. Należą do kategorii „wymagań informacyjnych zainteresowanych stron”. Są to wymagania szczebla strategicznego, związanego z misją organizacji i ewentualnie misją podmiotów zależnych/współpracujących, jej celami biznesowymi, środowiskowymi, społecznymi i innymi, które chce realizować. Ich źródłem będą także wymagania prawne i administracyjne, wymagania zarządców infrastruktury, stopień aktualnej cyfryzacji procesów biznesowych tej organizacji, posiadane przez nią systemy informatyczne i wynikające z tego np. formaty dostarczania danych, jak i strategia rozwoju w tym obszarze. Wymagania OIR to więc te dane i informacje, których organizacja potrzebuje, aby spełnić swoje strategiczne cele biznesowe. Aby je zdefiniować, organizacja będzie potrzebować ustanowić swój „cyfryzacyjny business case”.

(8) PIR. Do kategorii „wymagań informacyjnych zainteresowanych stron” należą – oprócz wymagań OIR – także i wynikające z nich wymagania wobec konkretnego, nowo planowanego obiektu, nazywane jako Wymagania Informacyjne Projektu. Przypomnijmy, że PIR jest w pierwszej „strefie” wymagań informacyjnych na rys. 5.2.3.1, odpowiadającej etapowi definiowania „business case” projektu, a proces ten jest prowadzony wewnątrz organizacji (przed publikacją zaproszenia do składania ofert). Jest to etap definiowania założeń projektu i wynikających z nich wymagań informacyjnych dla etapu realizacji. Przygotowanie założeń realizacji obiektu i sama jego realizacja to okres, w którym inwestor potrzebuje informacji do podjęcia bieżących decyzji związanych z rozwojem projektu, albo powzięciem przekonania, że planowy obiekt spełni różne wymagania (cele BIM). Specyfikując PIR, zamawiający i inne podmioty (jak np. przyszły zarządca) określają de facto zapotrzebowanie na informacje, których będą potrzebować, aby dostać odpowiedzi na istotne pytania i to nie na koniec fazy projektowej, ale w czasie jej trwania, w punktach wymiany informacji i punktach decyzyjnych zamawiającego.

(9) AIR. Wymagania informacyjne eksploatacji AIR to nic innego jak wymagania wobec modelu informacyjnego eksploatacyjnego AIM obiektu budowlanego, czasami zwanego modelem BIM 7D, specyfikowanego z punktu widzenia jego zarządcy czy operatora. Należą do kategorii „wymagań informacyjnych zlecenia”, stanowią bowiem zwykle załącznik do dokumentów typu

SWZ czy OPZ i są publikowane. Wymagania informacyjne eksploatacji określają zakres informacji, których zamawiający i zarządca potrzebują, aby skutecznie zarządzać zasobami. One także mają dostarczać odpowiedzi na istotne pytanie, ale takie, które się pojawiają w trakcie eksploatacji. Są one oczywiście inne, niż pytania które się pojawiają w fazie projektowania czy realizacji obiektu. Odpowiedzi, których w modelu informacyjnym eksploatacyjnym obiektu budowlanego szuka zamawiający czy zarządca to przykładowo kwestie kto instalował lub serwisuje dany komponent obiektu, kiedy kończy się jego gwarancja, z jakim innym obiektem jest powiązany w system, jakie będą skutki dla systemu, jeśli dany komponent przestanie poprawnie funkcjonować, kiedy należy zrobić następny przegląd czy atest.

(10) EIR. Wymagania wymiany informacji to „sztańdardowy” dokument „wymagań informacyjnych zlecenia”, czasami jedyny (jeśli integruje w sobie wymagania PIR i AIR). Nie jest jednak prostą sumą wymagań AIR i PIR, dlatego, że dokłada do nich wiele innych wymagań, np. co do sposobu wymiany informacji, standardów informacyjnych projektu, formatów plików, konwencji nazewnictwa kontenerów informacji, strategii federacji i struktury dekompozycji modelu, wymagania jakościowe, podstawowe jednostki projektu, kamienie milowe, poziomy definicji/szczegółowości komponentów modeli BIM na poszczególnych etapach i wiele innych. EIR to dokument, które jest dla danego zlecenia kwintesencją tego, czego zamawiający oczekuje od metodyki i technologii BIM w danym projekcie inwestycyjnym, a zarazem podstawowym dokumentem, względem którego wykonawcy będą planować wytwarzanie informacji i będą rozliczani z realizacji zadań. Dlatego przygotowanie dokumentu EIR powinno być zrealizowane z należytą starannością, powinno odzwierciedlać realne i sensowne z punktu widzenia zamawiającego i zarządcy cele BIM i zakres dostaw informacji, a dla wykonawców zleceń – projektantów i firm realizujących kontrakty budowlane, przedmiotem dogłębnego studium i należytego zaplanowania dostarczania informacji w dokumencie BEP, czyli tzw. Planie realizacji BIM (BEP – ang. BIM Execution Plan). Brak uwzględnienia w planie BEP choćby pojedynczych wymagań/zapisów EIR i przełożenia ich na konkretne działania wykonawców skutkuje zwykle odrzuceniem całej oferty.

Zalecenie

Przed przystąpieniem do składania oferty, wykonawca powinien dogłębnie przestudiować zapisy EIR pod kątem weryfikacji ich poprawności oraz przełożenia na wycenę projektu. Powinien zweryfikować poziom dojrzałości procesów BIM we własnej firmie i zweryfikować, czy jest w stanie rzetelnie wykonać wymagany model informacyjny, spełniający cele BIM projektu. Należy w szczególności bardzo starannie i krytycznie przejrzeć wymagania w zakresie modelu AIM (BIM 7D), jeżeli taki zapis pojawia się w dokumentach przetargowych, jest bowiem częstym przypadkiem używanie przez zamawiających ogólnikowego sformułowania w SIWZ/OPZ/EIR o wymaganium dostarczenia modelu informacyjnego BIM 7D, ale bez podania szczegółów co do zakresu nasycenia informacją komponentów BIM, formatem w jakim model informacyjny AIM ma być przekazany. Nie jest możliwe rzetelne spełnienie takich wymagań, nie ma bowiem definicji standardowego zakresu modelowania w przypadku modelu BIM 7D i zadanie takie jest całkowicie niejednoznaczne. W razie wątpliwości zaleca się zadawanie pytań do zamawiającego w ramach procedur przetargowych i żądanie wyjaśnienia tych kwestii, a w planie BEP jasnego wyspecyfikowania, jakie modele i jakimi informacjami nasycone będą przedmiotem dostaw. Powinno to pozwolić uniknąć niepotrzebnych dysput i roszczeń.

Przykład 5.2.3.1 – Cele BIM projektu obwodnicy Zatora, a typy wymagań informacyjnych, które zaspokajają (kontynuacja przykładu 5.2.2.1)

Wymienione w przykładzie 5.2.2.1 cele BIM projektu pilotażowego budowy obwodnicy Zatora w ciągu drogi krajowej nr 28 można pokategoryzować jako odpowiednio cele poziomu OIR/AIR/PIR, zgodnie z tab. 5.2.3.2.

Tab. 5.2.3.2. Kategorie OIR/AIR/PIR dla projektu budowy obwodnicy Zatora [15]

Nr celu	Przedmiot	Klasa hierarchii (OIR, AIR, PIR)	Uzasadnienie
1	Standaryzacja nazewnictwa plików	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
2	Zastosowanie CDE wykonawcy jako repozytorium plików projektu pilotażowego.	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
3	Zastosowanie platformy CDE jako platformy komunikacji między zamawiającym, wykonawcą i inżynierem kontraktu w zakresie procedury zatwierdzania miesięcznych raportów o postępie Prac i Robót.	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
4	Projektowanie w technologii BIM 3D oraz przekazywanie informacji projektowej na podstawie modelu.	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
5	Zastosowanie projektowania 3D/BIM dla obiektów drogowych do wykonania przedmiaru robót ziemnych na podstawie modelu.	PIR	Strategia informacyjna szczebla, podniesienie parametrów jakościowych i ekonomicznych konkretnej inwestycji
6	Dostęp zamawiającego do informacji projektowej wykonanej w technologii 3D lub BIM.	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
7	Przygotowanie przez wykonawcę, na początku prac projektowych, modelu BIM infrastruktury podziemnej w celu weryfikacji położenia elementów istniejącej infrastruktury podziemnej.	PIR	Strategia informacyjna szczebla, podniesienie parametrów jakościowych i ekonomicznych konkretnej inwestycji
8	Automatyzacja procesu prowadzenia robót budowlanych w oparciu o model BIM.	PIR	Strategia informacyjna szczebla, podniesienie parametrów jakościowych i ekonomicznych konkretnej inwestycji
9	Prowadzenie Rad Technicznych w oparciu o model BIM.	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
10	Zastosowania platformy CDE jako platformy komunikacji między zamawiającym, wykonawcą i inżynierem kontraktu w wybranych procesach przekazywania i akceptacji informacji.	OIR	Dotyczy uniwersalnej standaryzacji procesów informacyjnych dla każdego projektu – strategia szczebla organizacji
11	Wykonanie przedmiarów obiektu mostowego nad ulicą Jana Pawła II przy pomocy modelu/modeli BIM.	PIR	Strategia informacyjna szczebla, podniesienie parametrów jakościowych i ekonomicznych konkretnej inwestycji
12	Automatyzacja procesu prowadzenia robót ziemnych w oparciu o model 3D/BIM.	PIR	Strategia informacyjna szczebla, podniesienie parametrów jakościowych i ekonomicznych konkretnej inwestycji
Uwaga: w projekcie nie zidentyfikowano żadnych celów klasy AIR, zamawiający nie wymagał żadnych elementów modelu AIM z racji braku wdrożenia systemów CAFM/CMMS			

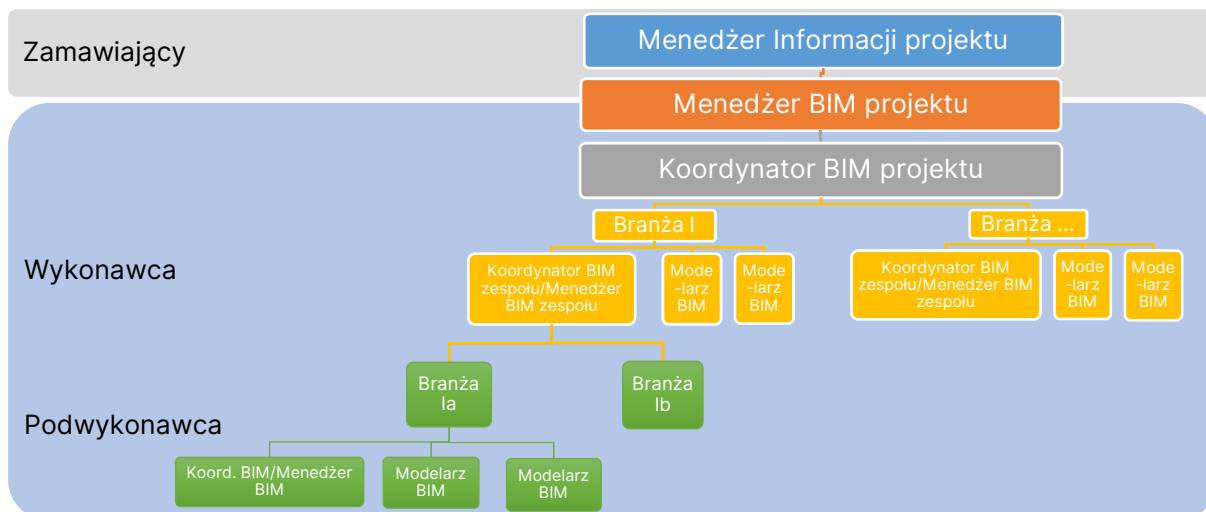
5.2.4. Role i odpowiedzialności

(1) Podstawowe role i odpowiedzialności BIM przedstawiono w tab. 5.2.4.1.

Tab. 5.2.4.1. Typowe role/funkcje i ich odpowiedzialności w projektach BIM

Rola	Zadania	Zarządza/odpowiada za	Reprezentuje stronę
Menedżer informacji projektu	<ul style="list-style-type: none"> definiowanie wymagań informacyjnych projektu i weryfikacja ich spełnienia określenie standardów, procedur i formatów wymiany informacji utrzymanie spójności i poprawności informacji w CDE, koordynacja dostaw informacji współpraca z Menedżerem BIM wykonawcy i inżyniera kontraktu w zakresie procesów informacyjnych projektu, m.in. w zakresie uaktualnień standardów, zapisów BEP, MPDT, MIDP 	<ul style="list-style-type: none"> środowiskiem CDE (jeżeli środowisko CDE projektu jest własnością zamawiającego), przyjmuje/zatwierdza/odrzuca informacje dostarczane do CDE w aspekcie wymagań informacyjnych projektu i uzgodnionych elementów SMP 	Zamawiającego
Menedżer BIM lub Menedżer BIM zadania projektowego lub podwykonawcy	<ul style="list-style-type: none"> produkcja i wymiana informacji w zespole projektowym i/lub w łańcuchu dostaw w zgodzie z planem MIDP/TIDP i wymogami SMP, dba o wykorzystanie uzgodnionego oprogramowania, formatów wymiany danych, dba o metadane (kody zgodności i wersjonowanie) modeli BIM i dokumentów projektu wydawane do CDE, koordynuje weryfikację i kontrolę tworzonych modeli BIM pod kątem wymagań SMP i jakościowych 	<ul style="list-style-type: none"> zatwierdza zgodność informacji przekazywanej do CDE z wymogami wydania, jeżeli wykonawca ma własne wewnętrzne środowisko CDE niezależnie od środowiska CDE zamawiającego, Menedżer BIM wykonawcy może pełnić rolę analogiczną do roli Menedżera Informacji projektu dla wewnętrznego środowiska CDE wykonawcy 	Wykonawcy, Podwykonawcy lub Inżyniera kontraktu
Główny projektant	<ul style="list-style-type: none"> koordynacja rozwoju i dostaw modeli BIM/dokumentacji projektowej w zgodzie z Wymaganiami Informacyjnymi zamawiającego (EIR), zatwierdzanie etapów co do zgodności z wymaganiami informacyjnymi i SMP, potwierdzanie wydań dokumentacji 	<ul style="list-style-type: none"> zatwierdza status zgodności, zatwierdza informację do wydań do strefy Współdzielenia CDE, zatwierdza żądania zmian i zmiany wynikające z raportów kolizji 	Projektanta dokumentacji
Szef zespołu zadaniowego/ projektant branżowy	<ul style="list-style-type: none"> dba o realizację zadań projektowych zgodnych z TIDP/MIDP w zakresie swojej branży/zadania 	<ul style="list-style-type: none"> zatwierdza status i gotowość wydania wyników zadania projektowego 	Wykonawcy lub Podwykonawcy
Koordinator BIM	<ul style="list-style-type: none"> koordynacja przestrzenna modeli projektów branżowych, dbałość o przestrzeganie podziału zadań projektu na rejony/lokacje/obiekty i korytarze projektowe, koordynacja międzybranżowa, scalanie modeli, wykrywanie kolizji, aktywizacja współpracy i kultury pracy projektantów/ Wytwórców informacji 	<ul style="list-style-type: none"> proponuje sposoby rozwiązania kolizji projektowych, organizacja spotkań koordynacyjnych zespołu projektowego 	Wykonawcy
Projektant/ Wytwórca informacji/ Autor informacji modelu BIM	<ul style="list-style-type: none"> rozwój części/elementów modelu BIM, za które jest odpowiedzialny, wytwarza dokumentację projektową i modele BIM zgodnie z przyjętymi standardami 	<ul style="list-style-type: none"> wytwarzane elementy modelu informacyjnego projektu lub nasyca modele BIM informacjami, właściciel modeli/modelu informacyjnego obiektu w zakresie swojej branży/zadania 	Wykonawcy lub podwykonawcy

(2) Schematycznie, koncepcję tych funkcji i ich hierarchię przedstawia rys. 5.2.4.2.



Rys. 5.2.4.2. Hierarchia funkcji BIM w projekcie

(3) Oprócz tych typowych ról czy funkcji, w projektach mogą być obecne i inne role związane z procesem informacyjnym, np., Menedżera CAD, Menedżera bibliotek BIM/CAD, Menedżera interfejsów itp. Sens tworzenia tych ról/funkcji zależy będzie od wielkości organizacji i skali realizowanego projektu, ponieważ jednak nie wnoszą one zasadniczo żadnych nowych odpowiedzialności i zadań do procesu informacyjnego niż te, które listuje tab. 6, to nie są one tu opisane. Tworzy się je celem odciążenia Menedżera BIM czy menedżerów zespołów projektowych, powierzając wąskie, specjalistyczne zadania celem usprawnienia procesu wytwarzania modeli informacyjnych.

5.2.5. Środowisko CDE

(1) Norma ISO 19650 powiela bazową funkcjonalność środowiska CDE z normy [19]. Jego schemat przedstawia rys. 5.2.5.1.

(2) Według tych definicji, środowisko CDE to dedykowany system informatyczny dla wsparcia procesu współbieżnej współpracy międzybranżowej zdefiniowany w 4 obszarach:

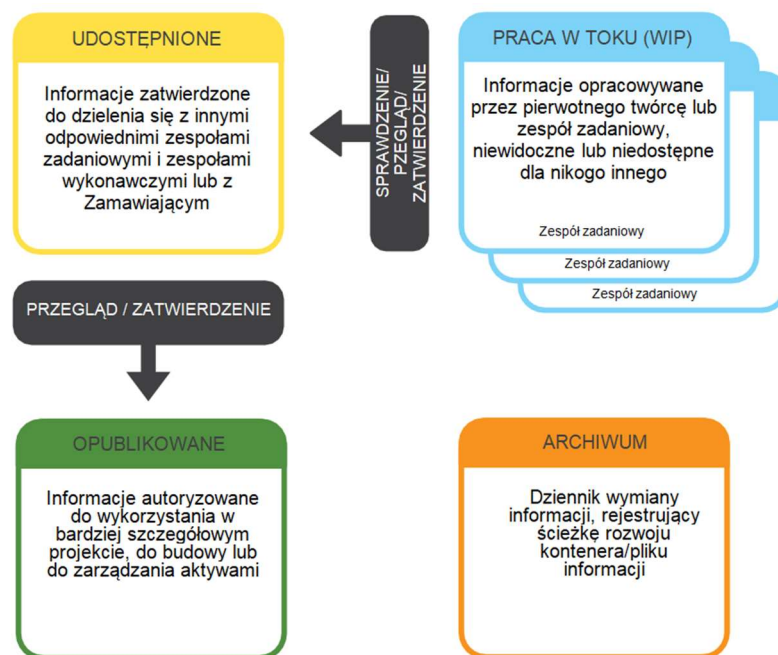
- a) prace w toku – Work-in-Progress (WIP),
- b) strefy współdzielenia – Shared Area,
- c) strefy dokumentów opublikowanych – Published,
- d) strefy Archiwum – Archive.

(3) Podział na te cztery strefy ma jak widać odzwierciedlać cztery statusy informacji w cyklu życia projektu:

- a) informacja w trakcie wytwarzania przez zespół branżowy (WIP),
- b) informacja zdatna do współdzielenia międzybranżowego dla referencji innych branż lub zdatna do współdzielenia z zamawiającym w punktach dostarczania danych (Shared),
- c) informacja zatwierdzona, spełniająca wymogi etapu/procesu regulowanego prawem (Published),
- d) archiwum/dziennik wymian informacji, archiwum wersji niezatwierdzonych, wariantów itp.

(4) Dla każdego kontenera informacji zawierającego informacje w jednym z tych 4 statusów należy nadać przez metadane lub część nazwy kontenera⁸ odpowiednie kody statusów/kody zdatności informacji według przynależności do jednej z tych kategorii. Drugim wymogiem jest dodanie dla każdego kontenera informacji kodu rewizji, pozwalającego jednoznacznie określić kolejne wersje odpowiadające iteracji propozycji projektowych wewnętrznych (na szczeblu zespołu branżowego, ang. minor revision code), lub zewnętrznych (na szczeblu zespołu wielobranżowego, ang. major revision code).

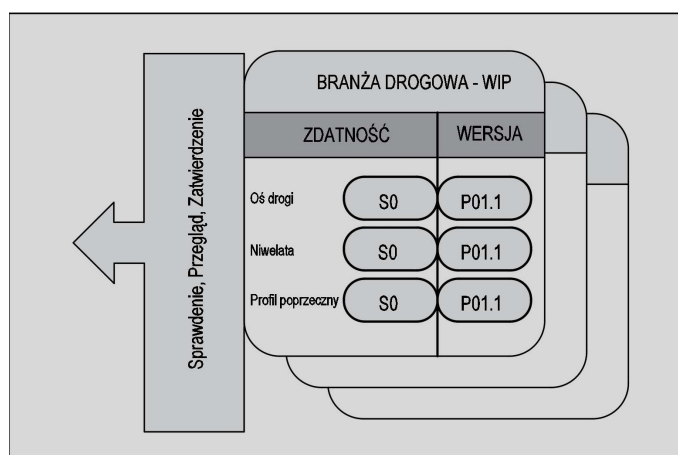
⁸ norma zaleca raczej metadane.



Rys. 5.2.5.1. Koncepcja środowiska CDE według ISO 19650 [https://g4bim.pl/poradnik-iso-19650-cz7---co-to-jest-cde - dostęp: czerwiec 2022]

(5) Norma ISO 19650 nie definiuje ani kodów zdatności, ani kodów rewizji, pozostawiając kwestię ich określenia aneksom krajowym. W konkretnych projektach – z braku standardu krajowego – można zaproponować własne standardy tych kodów, lub wykorzystać propozycję normy [19], jak to pokazuje tab. 5.2.5.1.

(6) **Obszar WIP.** Prace-w-toku to „prywatny” obszar wytwórców informacji projektowej, projektantów, podwykonawców projektu, konsultantów. Często niezależny system informatyczny pozostający w zarządzie zespołu projektowego, niezwiązany ze środowiskiem CDE projektu – z czego wynika, że w projekcie jest tyle stref WIP, ilu interesariuszy projektu chce mieć wydzielony prywatny obszar współdzielenia i współpracy na szczęblu zespołu. Strefa ta i jej procesy są poza obszarem zainteresowania, dostępem innych podmiotów biorących udział w projekcie, jak i zarządem umocowanych w projekcie ról/funkcji odpowiedzialnych za proces informacyjny (menedżer informacji, menedżer BIM, koordynator BIM itp.). Schemat, zasady i standardy działania w tej strefie nie podlegają standaryzacji na szczęblu projektu, jakkolwiek mogą i powinny być standaryzowane wewnętrznymi standardami branżowego zespołu projektowego i zarządzane przez osobę pełniącą rolę/funkcję menedżera BIM lub menedżera CAD zespołu. Dopiero interfejsy i procedury wymiany informacji podlegają działaniu zapisów normy ISO 19650 (i [19]), jak to pokazuje zarówno rys. 5.2.5.1 z normy ISO 19650 (czarny blok ze strzałką podpisany jako „Check/Review/Approve” lub analogiczny rys. 5.2.5.2 dla normy [19] (blok ze strzałką podpisany „Sprawdzenie, Przegląd, Zatwierdzenie”).



Rys. 5.2.5.2. Strefa WIP środowiska CDE według normy (opac. własne na podstawie [19])

Tab. 5.2.5.1. Kody zgodności i kody rewizji według normy [19] oraz [27] [41]

Status	Opis	Rewizja	Dane graficzne	Dane niegraficzne	Dokumenty
Work in Progress					
S01	Status początkowy lub WIP. Dokument główny indeksu identyfikatorów pliku przesłany do ekstranetu.	P01.01 itd. do P0n.01 itd	✓	✓	✓
Shared/Współdzielony (pozaumowne)					
S1	Odpowiedni do Koordynacji. Plik jest dostępny do „współdzielenia” i użycia przez inne branże jako tło dla ich informacji.	P01.01 do P0n.01	✓	×	×
S2	Odpowiedni do Informacji.	P01do Pnn	×	✓	✓
S3	Odpowiedni do Weryfikacji i Komentowania.	P01do Pnn	Jeśli potrzeba	✓	✓
S4	Odpowiedni do Zatwierdzenia Etapu.	P01do Pnn	×	×	✓
S5	Odpowiedni do Produkcji.	P01do Pnn	✓	✓	✓
S6	Odpowiedni do Autoryzacji PIM (Wymiany Informacji 1-3).	P01do Pnn	×	×	✓
S7	Odpowiedni do Autoryzacji AIM (Wymiana Informacji 6).	P01do Pnn	×	×	✓
WIP do Opublikowany; Nieautoryzowany i (pozaumowne) użycie na własne ryzyko					
D1	Odpowiedni do Kosztorysowania.	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	✓	✓	✓
D2	Odpowiedni do Przetargu.	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	×	✓	✓
D3	Odpowiedni do Projektu wykonawczego.	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	✓	✓	✓
D4	Odpowiedni do Produkcji/Zamawiania.	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	×	✓	✓
Opublikowana Dokumentacja (wynikająca z umowy)					
A1, A2, A3, An itd.	Zatwierdzony i zaakceptowany jako etap zakończony (C = wynikający z umowy/ukończony).	C01 do C0n	✓	✓	✓
B1, B2, B3, Bn itd.	Częściowo ukończony: z drobnymi uwagami od Klienta. Wszystkie drobne uwagi powinny być oznaczone przez wstawienie chmury oraz komunikat „w zawieszeniu” do czasu, aż uwaga zostanie rozpatrzona, a następnie ponownie przedłożony do pełnej autoryzacji.	P01.01 itd. do P0n.0n itd.	✓	✓	✓
Opublikowany dla akceptacji w AIM					
CR	Jako dokumentacja Dziennika Budowy, PDF, Modele itd.	C01 do C0n	✓	✓	✓

(7) **Obszar współdzielenia Shared Area.** Druga ze stref środowiska CDE – czyli strefa współdzielenia (ang. Shared Area) jest miejscem, w którym łączą się lub są współdzielone strumienie informacji od ich twórców (projektantów) oraz informacje współdzielone z zamawiającym i ewentualnie innymi interesariuszami projektu, jeśli umowa projektu tak przewiduje. To centralne miejsce pracy zespołowej, obszar intensywnie wykorzystywany w projekcie, w którym realizowany jest zespołowy charakter wielobranżowych projektów BIM poziomu/stadium dojrzałości 2. Należy podkreślić, że według założeń standardów BIM ISO 19650 i BS 1192 ma to być jedyne i centralne repozytorium aktualnej informacji projektowej o określonej i gwarantowanej jakości, które zawiera zawsze pełną i zawsze spójną informację projektu. De facto w strefie współdzielenia przechowywane są nie tylko modele BIM, ale i inna dokumentacja

projektu taka jak rysunki, pliki chmur punktów, materiały multimedialne, zestawienia, decyzje, raporty itp. przechowywane w odpowiednio oznaczonych kontenerach. Współdzielenie informacji w strefie współdzielenia ma dwa aspekty:

- a) współdzielenia między wytwórcami informacji (etap iterowania rozwiązań przez zespoły branżowe: zespół, który ukończył danych etap według planu MPDT/TIDP udostępnia informację innym zespołom branżowym celem umożliwienia im wykorzystania jej jako referencji przez utworzenia odniesień zewnętrznych/linków w swoich modelach branżowych),
- b) współdzielenia z zamawiającym w punktach wymiany danych (ang. data drops) i punktach decyzyjnych zamawiającego (ang. decision points) i z natury pozostają w zarządzie zamawiającego.

Strefa współdzielenia jest w zarządzie menedżera informacji, jest strefą „operacyjną” menedżera BIM projektu i koordynatora BIM projektu, którzy w tej strefie realizują swoje zarządcze i kontrolne funkcje.

(8) **Obszar Dokumentacja.** Iteracyjne wytwarzanie informacji projektowej trwa dopóki zamawiający nie zaakceptuje przedstawionych rozwiązań jako spełniających wymogi etapu w sensie wymagań PIR (tzn. zostały osiągnięte zadane cele etapu, np. udało się zbilansować budżet wynikający z projektu z zaplanowanym budżetem), albo w sensie procesów regulowanych prawem, np. położenie i parametry obiektu są w zgodzie z lokalnym planem zagospodarowania terenu, z wymogami środowiskowymi i innymi wymaganiami administracyjnymi i wykonawca uzyskał decyzję środowiskową, pozwolenie na budowę, czy inne decyzje. Autoryzacja taka oznacza satysfakcję z osiągnięcia zamierzonych celów i zgodę na publikację dokumentacji. Trafia ona do strefy Dokumentacja.

(9) **Obszar Archiwum** to czwarty obszar środowiska CDE, gdzie zamawiający ma możliwość dostępu do historii wszystkich informacji wyprodukowanych w trakcie realizacji projektu, audytów zmian, rejestru aktywów, wersji modeli, w tym także niezatwierdzonych czy wariantów rozwiązań, dokumentów, informacji dot. zarządzania i utrzymania nieruchomości itp.

(10) Norma [14] definiuje kilka podstawowych wymagań wobec środowiska CDE. Są to:

- a) wymóg, aby każdy kontener informacji miał niepowtarzalny identyfikator, oparty na uzgodnionej i udokumentowanej konwencji nazewnictwa i składał się z pól oddzielonych separatorem,
- b) każdemu polu należy przypisać wartość z uzgodnionego i udokumentowanego standardu kodyfikacyjnego,
- c) do każdego kontenera informacji przypisane są następujące atrybuty: status zgodności, status rewizji, kod klasyfikacji (zgodnie z ramami określonymi w normie [14],
- d) wymóg możliwości zmiany stanu kontenerów informacji,
- e) wymóg rejestru (zapisu danych użytkownika i daty) zdarzenia polegającego na przejściu rewizji kontenera informacji między stanami,
- f) kontrola dostępu na poziomie kontenerów informacji.

Zalecenie

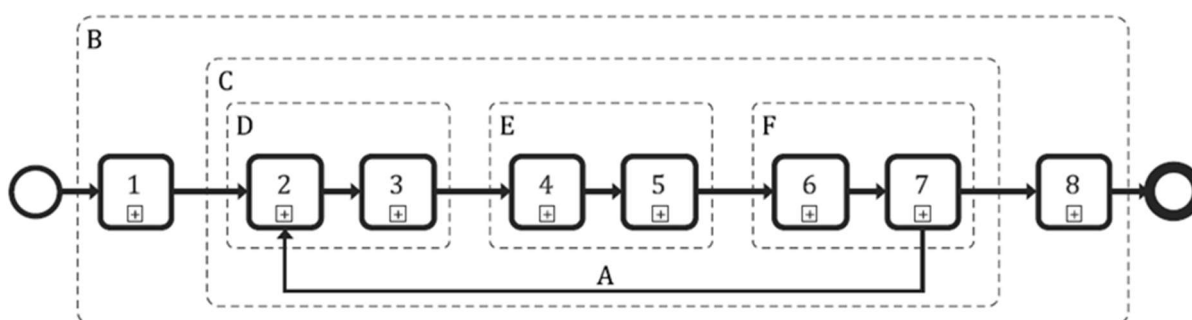
Wybór środowiska CDE jest ważnym elementem strategii informacyjnej projektu. Zasadniczo jest to zadanie zamawiającego, które powinno być wykonane wcześniej, przed zaproszeniem do składania ofert. Norma [14] dopuszcza outsourcing tej usługi albo do podmiotów zewnętrznych (trzecich), albo do Głównego wykonawcy/Podwykonawcy. W każdym przypadku to zamawiający ma obowiązek dostarczyć w EIR wymagania funkcjonalne, techniczne, bezpieczeństwa i wszelkie inne konieczne dla poprawnego działania CDE.

Uwaga: dostępne powszechnie rozwiązania chmurowe (Google Drive, OneDrive, DropBox, ...) zasadniczo nie nadają się do zastosowania w projektach realizowanych w metodyce BIM, nawet jako strefa WIP i należy je wykluczyć z rozważań dotyczących środowiska CDE.

5.2.6. Przebieg projektu z wymogiem stosowania metodyki BIM

(1) Norma [14] przynosi jasną definicję przygotowania i przebiegu procesu informacyjnego BIM. Rozdział 4 normy zatytułowany „Information management during the delivery phase of assets” („Zarządzanie informacją w trakcie etapu dostarczania obiektu”) szkicuje następujące fazy (zwane aktywnościami – ang. activities) tego procesu (rys. 5.2.6.1):

- a) ewaluacja i zdefiniowanie potrzeb (ang. assessment and need),
- b) zaproszenie do składania ofert (ang. invitation to tender),
- c) ofertowanie (ang. tender response),
- d) kontrakt (ang. appointment),
- e) mobilizacja (ang. mobilization),
- f) kolaboratywne wytwarzanie informacji (ang. collaborative production of information),
- g) dostarczenie modelu informacyjnego (ang. information model delivery),
- h) zakończenie projektu (ang. project close-out).



Rys. 5.2.6.1. Proces informacyjny w trakcie etapu dostarczania obiektu [14]

(2) Literowe oznaczenia A-F z rys. 5.2.6.1, oznaczają kolejne typy aktywności/elementy procesu zarządzania informacją BIM:

- a) rozwijany w ramach kolejnych umów na wykonawstwo/podwykonawstwo model informacyjny – A,
- b) aktywności/zadania na poziomie całego projektu – B,
- c) aktywności związane z umową na wykonawstwo/podwykonawstwo – C,
- d) aktywności/zadania w okresie zamawiania usług (dla każdej umowy/dla każdego poziomu umowy) – D,
- e) aktywności/zadania w okresie planowanie procesu informacyjnego (dla każdej umowy/dla każdego poziomu umowy) – E,
- f) aktywności/zadania podejmowane w okresie wytwarzania informacji (dla każdej umowy/dla każdego poziomu umowy) – F.

(3) Jak widać, w normie [14] zastosowano bardziej pragmatyczne podejście, rozbijając początkowe fazy projektu (planowanie i zamawianie) na bardziej szczegółowe etapy, natomiast pominięto szczegółowe rozpisanie późniejszych etapów.

(4) **Ewaluacja i zdefiniowanie potrzeb/Zaproszenie do składania ofert.** Na tym etapie zamawiający analizuje swoje potrzeby i strategię związaną z inwestycją, generuje lub agreguje wymagania informacyjne różnych szczebli i przygotowuje EIR. W wyniku tego postępowania powinny być jasno określone kamienie milowe projektu, cele BIM i wymagania informacyjne. Na zakończenie tego procesu ogłaszany jest przetarg (lub jest wybierana inna forma udzielenia zamówienia).

(5) **Ofertowanie.** Po ogłoszeniu przetargu potencjalni wykonawcy przystępują do analizy wymagań informacyjnych EIR, weryfikacji celów BIM i swoich kompetencji BIM. Kalkulacja oferty powinna uwzględniać wszelkie nakłady, mogą one być wyższe niż w przypadku tradycyjnej realizacji projektu podobnego typu ze względu na poszerzone procesy analityczne, czy zakres dostaw wytworów (dokumentacji i modeli BIM) projektu. Oferta powinna zawierać Plan wykonania BIM oraz szkicowe plany MIDP/TIDP/MPDT. Jeżeli zamawiający tego wymagał, wykonawca opracowuje propozycję standardów projektu, tabel LOD/LOIN i innych wymaganych

dokumentów. Jeżeli zamawiający nie ma swojego środowiska CDE, powinien je dostarczyć wykonawca, kalkulując w cenie koszty dzierżawy i utrzymania systemu klasy CDE.

(6) **Kontrakt.** Zwycięski oferent podpisuje kontrakt, jego częścią będzie aneks o nazwie Protokół informacyjny BIM. Należy przeanalizować zapisy Aneksu pod kątem zabezpieczenia interesów stron, w szczególności kwestię praw do modelu/modeli, zasad ich licencjonowania i sublicencjonowania, zasad dopuszczalnego użycia. Kwestie Protokołu informacyjnego wyjaśnia szczegółowo opracowanie BIM Standard PL albo „Załącznik nr 7. Aneks BIM” do opublikowanego na stronach Ministerstwa Rozwoju i Technologii zbioru szablonów opracowanego w ramach projektu Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce⁹.

(7) **Mobilizacja.** Etap przygotowania współpracy, testowania możliwości wymiany informacji BIM, uruchomienia i testowania środowiska CDE. „Okres mobilizacji to okres po wyłonieniu oferenta. Jest to czas na doprecyzowanie ustaleń i praktyczne przygotowanie i rozpoczęcie współpracy między zamawiającym i wykonawcą/wykonawcami projektu. W zależności od typu projektu (zamówienia publiczne, kontrakt z wolnej ręki, partnerstwo prywatno-publiczne PPP) na etapie mobilizacji będą mogły – lub nie będą mogły – być prowadzone dalsze negocjacje zakresu prac, doprecyzowania wymagań informacyjnych czy uszczegółowienie Protokołu informacyjnego BIM lub jego załączników. To także okres testów oprogramowania, praktycznego sprawdzenia możliwości współpracy i wymiany danych na bazie modeli BIM, szkoleń, opracowania szczegółowych planów i protokołów wymiany informacji, jej weryfikacji i zatwierdzenia. W okresie mobilizacji – nawet w przypadku przetargu publicznego – znani są już wykonawcy, przynajmniej Główny Projektant lub Generalny wykonawca. Zakłada się, że w tym momencie w przygotowanie startu projektu realizowanego w metodyce BIM angażuje się także personel strony wykonawcy, w szczególności Menedżer BIM wykonawcy. Jego rolą jest ścisła współpraca z przedstawicielami strony zamawiającej, w szczególności z Menedżerem informacji zamawiającego i Kierownikiem projektu, którzy tworzą ramy projektu i doprecyzowują ze stroną wykonawcy różne elementy projektu.” [38].

(8) **Wytwarzanie i dostarczanie informacji.** Na etapie realizacji zadań projektu inwestycyjnego wytwórcy modeli informacyjnych realizują zadania projektowe według wyznaczonego planu pracy TIDP/MIDP, dbając o spełnienie wymagań informacyjnych dla danego etapu. W punktach dostarczania informacji/danych przekazują przez CDE modele PIM zamawiającemu celem podjęcia przez niego decyzji. Zgodnie z koncepcją środowiska CDE, każde przejście informacji przez granice stref wymaga sprawdzenia i zatwierdzenia zgodności informacji z celami etapu i standardami BIM projektu. Odpowiedzialność za te weryfikacje i zatwierdzenia ponoszą w każdym zespole osobno osoby wyznaczone do pełnienia funkcji zarządzania procesem informacyjnym. Mogą to być odpowiednio: główni projektanci w zespołach zadaniowych lub menedżerowie BIM zespołów branżowych, menedżer BIM głównego wykonawcy, a w zakresie modeli koordynacyjnych Koordynator BIM głównego wykonawcy i Menedżer informacji projektu po stronie zamawiającego. Proces jest iteracyjny, kończy go spełnienie wszystkich celów i wymagań informacyjnych etapów projektu. Samo wytwarzanie i dostarczanie informacji odbywa się w określonych przez zamawiającego fazach czy etapach realizacji projektu. Zwykle są to etapy typu: Strategia i Wytyczne, Projekt koncepcyjny, Projekt budowlany, Projekt wykonawczy, Realizacja, Odbiory, Użytkowanie. Szczegółowy zakres opisu tych etapów i czynności, które należy wykonać, aby spełnić wymogi procesu BIM poziomu/stadium dojrzałości 2 przekracza ramy niniejszego opracowania, zostały jednak dokładnie opisane w podrozdziale 2.2 opracowania [38]. W załączniku nr 1 pokazano przykładowy fragment tego opracowania opisujący zadania i odpowiedzialności stron projektu na etapie Strategii i Wytycznych, który należy traktować jedynie jako przykładowe odniesienie dla obecnego opracowania zogniskowanego na podaniu praktycznych wytycznych pracy w projektach realizowanych w metodyce BIM. Pełniejsze studium dokumentu BIM Standard PL lub innych definiujących role i odpowiedzialności może być pomocne w lepszym zrozumieniu zasad określania funkcji zarządzania procesem informacyjnym w projektach realizowanych w metodyce BIM.

⁹ <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/cyfryzacja-procesu-budowlanego---szablony-dokumentow-bim>

5.3. Dokumenty procesu BIM poziomu/stadium dojrzałości 2

(1) Opisany w podrozdziale 5.2.6 przebieg procesu informacyjnego wymaga opracowania wielu dokumentów i ich wymiany w procesie wyłaniania wykonawcy. Jakość tych dokumentów będzie się przekładała na sukces lub porażkę projektu z punktu widzenia zamawiającego, oraz wygranie przetargu i podpisanie kontraktu z punktu widzenia wykonawcy. Dokumenty te to:

- a) szablon EIR dokumentu, który opisuje wymagania informacyjne wymiany informacji,
- b) szablon BEP dokumentu, który jest odpowiedzią na ogłoszony nabór ofert,
- c) szablon Tabeli wytwarzania i dostarczania modeli MPDT,
- d) szablon Głównego i branżowych planów dostarczania informacji MIDP oraz TIDP,
- e) protokół informacyjny BIM.

(2) Przygotowanie wzorców tych dokumentów przekracza ramy niniejszego opracowania, jednak są one dostępne zarówno w podręczniku BIM Standard PL [38], jak i na serwerach Ministerstwa Rozwoju i Technologii pod adresem <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/cyfryzacja-procesu-budowlanego---szablony-dokumentow-bim>¹⁰.

¹⁰ dostęp: czerwiec 2022.

6. Zalecenia i wytyczne dla wymiany informacji w projektach realizowanych w metodyce BIM

(1) Po opisie przebiegu procesu informacyjnego BIM według specyfikacji normy ISO 19650, w niniejszym rozdziale podane zostaną praktyczne zalecenia techniczne pomocne dla przygotowania i realizacji wymiany informacji w projektach realizowanych w metodyce BIM poziomu dojrzałości 2. Szczególnie zwrócona będzie uwaga na standardy otwarte OpenBIM jako neutralny z punktu widzenia Prawa zamówień publicznych model wymiany informacji.

6.1. Skuteczna wymiana informacji w oprogramowaniu BIM dla projektów drogowych

(1) Obecnie jest dostępnych wiele pakietów oprogramowania dla realizacji projektów drogowych i każdy liczący się producent oprogramowania inżynierskiego ma w zasadzie w tym obszarze swoją ofertę. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że wiele z tych produktów wyrosło z wcześniejszego oprogramowania klasy CAD lub wręcz jest oferowana jako nakładki na pakiety CAD i w związku z tym zaliczanie ich do klasy BIM może być pewnym nadużyciem. Niektóre z nich poprawniej byłoby zaliczać do klasy systemów ObjectCAD 3D niż BIM. Jakkolwiek podnoszą komfort pracy, ułatwiają i przyspieszają uzyskanie wyników końcowych i najczęściej automatyzują wiele elementów procesów roboczych (np. analizy, obliczenia, zestawienia, optymalizacje w projektach), a finalnym produktem jest model 3D przydatny do generowania dokumentacji technicznej, to z punktu widzenia ich wewnętrznych struktur danych charakteryzuje je często rozproszona architektura modelu danych, przechowywanych w kolejnych „warstwach” nakładek i rozszerzeń oraz odpowiadających im dodatkowych plików i formatów danych i to pochodzących od różnych producentów, stąd integracja tych danych i ich zapis w otwartym, uniwersalnym formacie wymiany danych BIM może nie być możliwym, albo być mocno ułomnym. W konsekwencji wymiana danych w łańcuchu dostaw projektu ucierpi z powodu strat informacji w momencie wymiany między stronami, powodując konieczność jej rekreacji i integracji przez kolejne ogniwa łańcucha dostaw. W przypadku pracy w modelu współbieżnym, naturalnym dla procesów projektowych BIM, takich wymian danych/modeli w trakcie rozwoju projektu jest sporo, co może spowodować istotne straty czasowe, finansowe oraz zwiększenie ryzyka błędów i obniżenie jakości informacji.

(2) Drugim aspektem wartym podkreślenia jest fakt, że w zakres projektowania liniowego wchodzi wiele zagadnień, które nie są istotne w przypadku projektów kubaturowych, zwłaszcza interakcja i wymiana danych z systemami informacji geograficznej GIS. Systemy GIS i ich specyfikacje techniczne nie są wprost związane z branżą budowlaną, chociaż tkanka budowlana jest w tych systemach obecna i reprezentowana jako kolejne kategorie (warstwy) informacji GIS. Zasoby informacji GIS są szczególnie cenne podczas projektowania infrastrukturalnego i mogą się przyczynić do uzyskania zupełnie nowej jakości projektów, stąd potrzeby wymiany danych między tymi różnymi systemami i rodzajami oprogramowania są znacząco większe. Obok narzędzi czysto projektowych, wykorzystywanych do modelowania obiektów budowlanych, potrzebne są zazwyczaj narzędzia do reprezentacji terenu i obiektów terenowych, zarządzania działkami i nieruchomościami, integracji projektów drogowych z projektami kubaturowymi i obiektami inżynierskimi, korzystanie z baz danych GIS o środowisku naturalnym, geologii, hydrologii, danych pozostających w zasobach administracji publicznej (np. klasach gruntów, kosztach działek w danym terenie, planach urbanistycznych itp.), a także nowych technologii inżynierii odwrotnej dostarczających pomiarów w postaci chmur punktów – w związku z tym uzyskanie efektu zintegrowanego procesu projektowego czy wykonawczego spotyka na dużo większe i głębsze problemy niż w obszarze projektów kubaturowych. Podnosi to bardzo wymagania wobec zasad współpracy i formatów wymiany danych, zwłaszcza otwartych, poziomu i kompetencjach personelu firm projektowych, rodzajach posiadanego oprogramowania i posiadanego lub najmowanego sprzętu (drony, georadary, skanery laserowe 3D/Lidar).

(3) Kolejnym elementem wyróżniającym projektowanie drogowe od kubaturowego jest fakt, że inwestycje w tym obszarze obejmują często wiele kilometrów terenu, w związku z czym pełna cyfrowa reprezentacja danych dla takich projektów wymaga utworzenia, przetwarzania, przechowywania i transferu ogromnych zbiorów różnorodnych danych. Podnosi to znacząco wymagania nie tylko wobec sprzętu IT i efektywności oprogramowania, ale i procesów

organizacji, standaryzacji i zarządzania w projekcie. Osobnego znaczenia nabiera przy tym zagadnienie bezpieczeństwa danych i systemów IT, zarządzania polityką bezpieczeństwa i eliminacji różnych czynników ryzyka, zwłaszcza, że dane dla wielu projektów infrastrukturalnych mają nierzadko charakter informacji niejawnej, strategicznej dla bezpieczeństwa publicznego, czy państwa.

6.2. Semantyczne modele danych BIM

(1) Jak to zostało wspomniane, wiele produktów oferowanych na rynku oprogramowania dla projektów drogowych i infrastrukturalnych nie do końca kwalifikuje się do kategorii oprogramowania BIM, mimo że oficjalny przekaz marketingowy producentów oprogramowania pozycjonuje je jako produkty z rodziny oprogramowania BIM. Dlatego ważną kwestią jest zrozumienie, od kiedy dany produkt można rzetelnie klasyfikować jako oprogramowanie BIM, a nie CAD i jakie są tego konsekwencje, jeśli jakiś produkt nie spełnia wszystkich cech oprogramowania klasy BIM. Aby to zrozumieć, warto wrócić w tych rozważaniach pokrótce do początków technologii BIM i jej fundamentalnych założeń. Otóż bazową koncepcją dla rozwoju oprogramowania BIM były założenia, że technologia ta wymaga, aby:

- a) zamierzenie projektowe było reprezentowane cyfrowo nie przez prymitywy graficzne 2D typu linie, łuki, krzywe, okręgi, czy prymitywy graficzne 3D takie jak kostki, stożki, kule, walce i inne bryły 3D lub ich części, ale przez komponenty 3D reprezentujące w pamięci komputera nie tylko geometrię 3D odpowiadającą rzeczywistym komponentom drogowym (rowy, skarpy, zatoki, podbudowy, warstwy, wzmocnienia, jezdnie, bariery, ciągnia itp.), ale i ich zachowanie, wzajemne relacje, ograniczenia i reguły, którym podlegają,
- b) struktury danych komponentów BIM powinny pozwalać reprezentować dane i parametry/atributy istotne z punktu widzenia wszystkich obszarów ich zastosowania czy użycia i to w całym cyklu życia obiektu,
- c) komponenty posiadały wbudowaną „inteligencję” czy „samoświadomość” swojej wirtualnej „egzystencji”, tzn., aby oprogramowanie mogło dedukować ich zachowanie się w różnych przypadkach ich zastosowania/użycia w oprogramowaniu;
- d) stworzony z takich inteligentnych komponentów 3D model BIM powinien być jedynym źródłem spójnej i dokładnej informacji projektowej 2D, która jest automatycznie generowana z jego bazy danych,
- e) podobnie, wszelkie widoki detali, przekroje, zestawienia, harmonogramy i inna graficzna i niegraficzna informacja powinny być generowane jako „widoki” centralnego modelu 3D, a nie tworzone ręcznie, niezależnie od danych przechowywanych w modelu BIM,
- f) sam model BIM był reprezentowany jako baza danych umożliwiająca przeszukiwanie informacji, grupowanie, podmianę, integrację z innymi modelami i bazami danych, a także inne operacje potrzebne do wirtualnej reprezentacji zachowania się realnego obiektu budowlanego.

(2) Ponadto, jednym z założeń dla rozwoju technologii BIM było otwarcie się producentów oprogramowania na fakt potrzeby wymiany danych projektowych między różnymi pakietami oprogramowania i umożliwienie użytkownikom przenoszenie/wymianę pełnej (na ile możliwe) informacji projektowej w łańcuchu dostaw projektu. Uniwersalnym nośnikiem tej wymiany semantycznych danych projektowych w zamyśle twórców technologii BIM był format wymiany o nazwie IFC (ang. Industry Foundation Classes), będący specyfikacją organizacji buildingSMART, opublikowaną także jako międzynarodowa norma [10].

(3) Kwestia semantycznych modeli danych w obszarze projektów infrastrukturalnych i gotowości dostępnego obecnie oprogramowania do pełnej i otwartej wymiany danych projektowych na miarę wymagań BIM jest kwestią szczególnie delikatną, jakkolwiek bowiem dostępne na rynku pakiety oprogramowania swoje wewnętrzne struktury danych mają niewątpliwie budowane w technologii obiektowej zgodnej z koncepcją BIM, to niestety obecny stan rozwoju otwartych standardów BIM dla infrastruktury pozostaje daleko w tyle i nie jest praktycznie możliwa wymiana semantycznej informacji projektowej w otwartych standardach BIM. Problem ten jest ważny, a ze względu na relatywnie niski poziom edukacji rynku i zdarzające się nagminnie wadliwie co do specyfikacji technicznej w tym zakresie zamówienia usług projektowych, w kolejnym rozdziale problem ten jest omówiony nieco szerzej. Jego celem jest

nie tylko omówienie kwestii technologicznych związanych z tą kwestią, ale i podanie praktycznych uwag i zaleceń projektowych przybliżających zasady poprawnego wykorzystywanie otwartych standardów BIM w obszarze projektów drogowych i infrastrukturalnych.

6.3. Stan rozwoju standardów OpenBIM dla projektów infrastrukturalnych

(1) Do roku 2013 standard IFC – podstawowy format wymiany danych OpenBIM – w zasadzie był standardem kubaturowym¹¹. Jego kolejne wersje rozwojowe coraz lepiej opisywały semantyczne komponenty modeli budynków, brak jednak było w nich semantycznego opisu obiektów infrastrukturalnych, zarówno obiektów inżynierskich (np. mosty, wiadukty, tunele) jak i liniowych (drogi i linie kolejowe, lotniska, porty etc.). Opublikowana w 2013 r. wersja 4.0 standardu IFC przynosi wprawdzie pierwsze zwiastuny zmian, dołożono w niej bowiem takie klasy jak:

- a) IfcProjectedCRS (układy współrzędnych),
- b) IfcMapConversion (konwersje układów współrzędnych),
- c) IfcSite (działka/teren inwestycji – uaktualnienie),
- d) IfcSpatialZone (strefy przestrzenne),
- e) IfcGeographicElement (elementy „geograficzne”),
- f) IfcCivilElement,
- g) IfcAdvancedBrep,

pozwalające na stosowanie w projektach pewnych elementów charakterystycznych dla obiektów infrastrukturalnych. Są to np. klasy dla stosowania układów współrzędnych geodezyjnych i lokalnych (IfcProjectedCRS), reguły transformacji między układami współrzędnych (IfcMapConversion), opisu terenu jako działki budowlanej (IfcSite), opisu elementów „geograficznych” (np. znaki, słupy itp.), zaawansowanych powierzchni swobodnych typu boundary representation (IfcAdvancedBrep), oraz – na razie jako element „wydmuszka” (stub) klasę IfcCivilElement, którą można traktować jako przyczółek pod przyszłe klasy komponentów infrastrukturalnych. Ponadto, pojawiło się rozszerzenie opisu geometrii o krzywe NURBS, operacje zwięzania lub rozszerzania przekrojów 2D obiektów tworzonych za pomocą operacji Extrude czy Sweep, udoskonalenia triangularyzacji (tesselacji) powierzchni – ważnych niewątpliwie także w projektach infrastrukturalnych. Zmiany te i udoskonalenia, jakkolwiek może nie rewolucyjne, umożliwiają implementację zupełnie nowych procesów roboczych BIM takich jak pełniejsza wymiana danych z systemami GIS, wymianę danych modeli BIM 4D i 5D, czy prostszych i lepszych analiz energetycznych.

(2) Rok 2013 – oprócz publikacji standardu IFC 4.0 – przyniósł jednak zasadniczy zwrot w strategii działalności komitetów organizacji buildingSMART w zakresie prac nad rozszerzeniem standardu IFC dla infrastruktury. Komitet Infrastructure Room [56] ogłosił plan prac, obejmujący rozwój standardów infrastrukturalnych.

(3) Zadanie semantycznego opisu obiektów infrastrukturalnych jest nietrywialne. O ile semantyczny opis większości komponentów budynków odbywa się w zamkniętym „ekosystemie” obiektu tego samego rodzaju (tzn. komponenty budynku wchodzi zasadniczo w relację z komponentami budynku, mało jest w standardzie IFC elementów „obcych” takich jak np. element „teren”, które nie są elementami przynależnymi do kategorii „budynek”), to dołożenie semantyki komponentów z obszaru projektów infrastrukturalnych oznacza także pewną ich semantyczną „transcendencję” w sensie relacji nie tylko do „własnych” typów komponentów, ale i do innych typów obiektów. Przykładowo, komponenty modelu drogi wchodzi w relację wewnętrzne z komponentami modelu drogi, ale także w relację z modelem terenu, oraz być może obiektem/-ami mostowym/-mi, linią/-ami kolejowymi, sieciami podziemnymi i naziemnymi, tunelami, budynkami, działkami etc. Tak więc budowa semantyki obiektu drogowego wymaga dołożenia nie tylko opisu atrybutów i parametrów związanych z drogą i jej wewnętrznymi komponentami (np. podbudowa, nasypy/wykopy, odwodnienie etc.), ale i nowych relacji, w które elementy drogi wchodzi z komponentami zewnętrznymi. Rozwój tych nowych klas domaga się uwzględnienia wielu aspektów, zwykle pomijanych w modelach BIM dla budynków:

- a) silnego zespolenia projektu z modelem terenu, trójwymiarowej semantycznej reprezentacji terenu, w tym z uwzględnieniem geologii,

¹¹ <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases> [dostęp: luty 2020 r.].

- b) powszechnie stosowanej praktyki w oprogramowaniu CAD/BIM wyznaczania przebiegu projektowanego obiektu względem pewnej osi odniesienia 3D, będącej charakterystyczną krzywą odniesienia dla geometrii modelu (linie trasowania/niweleta),
- c) potrzeby wykorzystywania koncepcji korytarza drogowego/kolejowego, którego kształt jest częściowo modelowany, a częściowo wynika z przebiegu terenu,
- d) nietypowej, jednowymiarowej współrzędnej projektu zwanej kilometrażem (pikietażem),
- e) reprezentacji znacznych obszarów terenu i potrzeby stosowania jednolitego geodezyjnego układu odniesienia (zwłaszcza w przypadku w przypadku większych projektów),
- f) specyficznych wymagań zarządzania i utrzymania obiektów infrastrukturalnych (asset management).

(4) Organizacja buildingSMART podjęła te wyzwania, powołując odpowiednie ciała i komitety. Na początek wybrano definicje modeli danych dla następujących klas obiektów:

- a) IFC Alignment,
- b) IFC Road,
- c) IFC Railway,
- d) IFC Bridge,

z których standard IFC Alignment został już opracowany, opublikowany w 2015 r., i nawet doczekał się już aneksów. Dostępne są dla niego materiały źródłowe [57], [58], [59]. Jest fundamentem standardów IFC dla projektów liniowych.

(5) Na stronach organizacji buildingSMART International można znaleźć informację o trwających, ale bliskich ukończenia pracach nad wersją 4.3.0.0 standardu IFC¹², obejmującą nie tylko wspomniany standard IFC Alignment, ale i IFC Bridge i IFC Road. Opublikowanie oficjalnego standardu planowane jest jeszcze w czerwcu 2022 roku, co będzie z pewnością stanowić przełomową datę dla projektowania drogowego i mostowego, która pozwoli otworzyć nowy rozdział w historii komputerowo wspomaganego procesu projektowania, realizacji i utrzymania infrastruktury drogowej. Warto jednak podkreślić, że sama publikacja standardu nie czyni jeszcze przełomu, prawdopodobnie co najmniej rok upłynie nim zaczną się pojawiać oprogramowanie posiadające zdolność eksportu i importu do/z formatu IFC 4.3, a i te pierwsze produkty będą prawdopodobnie wymagać dalszych prac nad zapewnieniem pełnej zgodności z nową wersją standardu IFC. W chwili obecnej – bez pełnej publikacji nowego standardu, jest jeszcze zbyt wcześnie, aby podjąć próbę przybliżenia jego możliwości w niniejszym opracowaniu.

6.3.1. Standard IFC Alignment

(1) Koncepcyjnie standard IFC Alignment powiela schemat pracy projektantów w projektach infrastrukturalnych przez zdefiniowanie obiektu budowlanego w odniesieniu do pewnej krzywej przestrzennej, zwyczajowo reprezentowanej jako jej płaskie i pionowe rozwinięcie (linia trasowania, niweleta), oraz wprowadzeniem jednowymiarowej współrzędnej zwanej pikietażem (lub kilometrażem). Krzywa ta „rozpina” projekt w przestrzeni 3D, będąc obiektem względem którego definiowana jest geometria projektowanego obiektu. Oczywiście klasa ta nie jest fizycznym komponentem drogi, mostu czy tunelu, należy ją traktować jako obiekt typu datum, czyli podobnie do znanych z oprogramowania CAD/BIM płaszczyzn odniesienia typu siatka (grid czy level). Oznacza to, że może ona być w różny sposób powiązana z geometrią modelu, niekoniecznie musi to być oś drogi, mostu, tunelu. Standard IFC Alignment nie wymienia zamkniętego zbioru przypadków (lista enumeratywna) takiego odniesienia, może więc to być np. odniesienie zarówno do osi drogi jak i jej skrajni, czy brzegu chodnika. Na rys. 6.2.2.1 pokazano ideę klasy IFC Alignment. Pikietaż w takim przypadku byłby współrzędną parametryczną odmierzaną po krzywej płaskiej.

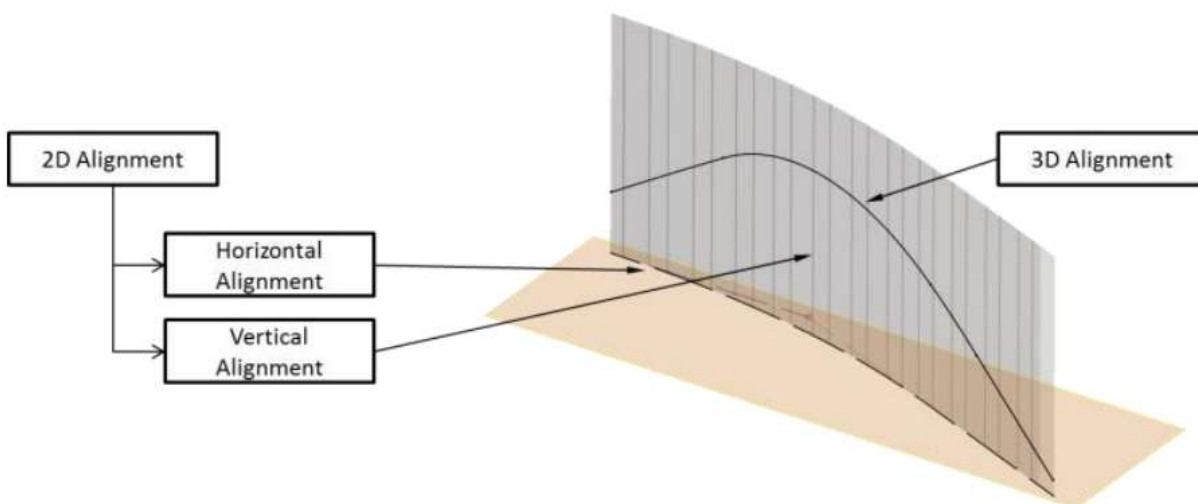
(2) Powiązanie geometrii komponentów infrastrukturalnych z obiektem typu IFC Alignment jest możliwe z jego jedną, dwoma lub trzema reprezentacjami. Reprezentacje te to:

- a) reprezentacja horyzontalna H (pozioma), przez wydzielenie w płaszczyźnie poziomej rzutu elementu odniesienia na nią lub opis jego przebiegu tylko w tej płaszczyźnie (traktowanego jako linii trasowania),

¹² https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4_3/RC1/HTML/

- b) reprezentacja wertykalna V (pionowa), przez parametryczną konstrukcję wysokości (niweleta) jako parametru wzdłuż linii trasowania na płaszczyźnie H,
- c) reprezentacja obiektu odniesienia 3D jest możliwa na podstawie wyliczenia z definicji reprezentacji H i V lub wprowadzenia wprost definicji 3D (zwykle na podstawie pomiarów geodezyjnych).

(3) Jeśli chodzi o opis powiązania geometrii modelowanego komponentu w konkretnym segmencie IFC Alignment, to możliwe są kombinacje obiektów referencji: tylko H, H+V, tylko 3D lub H+V+3D [35].



Rys. 6.3.1.1. Idea klasy IFC Alignment, umożliwiającą rozbić trójwymiarowej osi odniesienia (3D Alignment) na dwie dwuwymiarowe (2D) osie odniesienia: płaską (2D Horizontal Alignment) oraz pionową (2D Vertical Alignment) [58]

(4) Geometryczna reprezentacja obiektów odniesienia H i V jest w standardzie IFC Alignment także określona. Nie ma tu dowolności, w obecnej wersji standardu w rzucie płaskim (linia trasowania, Horizontal Alignment) możliwa jest reprezentacja albo segmentami liniowymi, albo łukami, albo klotoidami. W płaszczyźnie pionowej (niweleta, Vertical Alignment) mogą to być albo segmenty liniowe, albo łuki albo łuki paraboliczne [35]. Mogą one być definiowane względem zmiennej parametrycznej odmierzonej wzdłuż długości segmentu, realizując postulat opisu za pomocą pikietażu, lub we współrzędnych kartezjańskich. Wiele segmentów wertykalnych V może być definiowanych względem jednego segmentu horyzontalnego H. Układ współrzędnych reprezentacji H to albo klasyczny układ współrzędnych kartezjańskich, albo parametr długości wzdłuż linii trasowania. Odniesienie do układu georeferencyjnego jest możliwe za pomocą klas `IfcMapConversion` i `IfcGeometricRepresentationContext`, definiowanych dla danego projektu w nadrzędnej klasie `IfcProject`. W takim przypadku jest możliwe definiowanie współrzędnych względem układów geodezyjnych. Standard IFC Alignment został włączony jako rozszerzenie do standardu IFC 4.0. Nowa wersja standardu IFC uwzględniająca klasy IFC Alignment jest znana jako IFC 4x1 Alignment Extension.

6.3.2. Nowe standardy OpenBIM

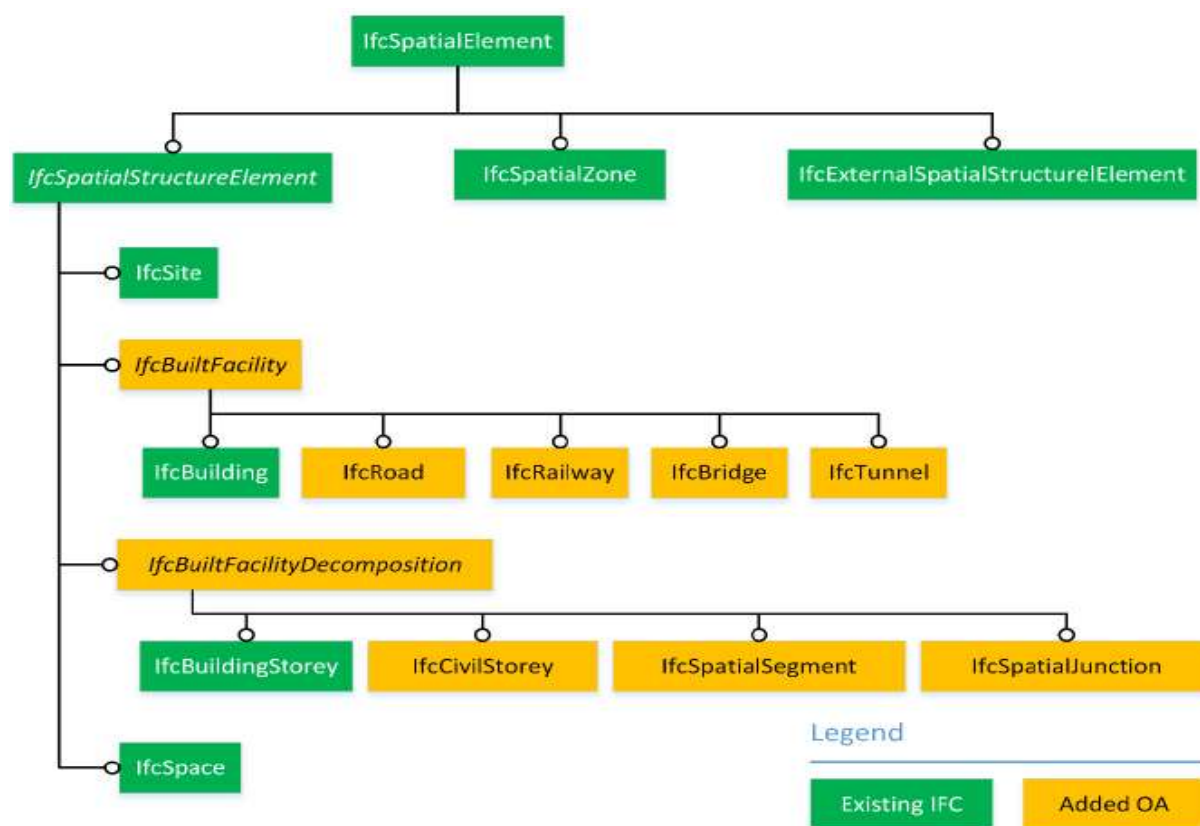
(1) Bormann opisał agendę buildingSMART dla projektów infrastrukturalnych w 2015 r. [56]. Jej perspektywa obejmowała opracowanie standardów infrastrukturalnych nie od podstaw, ale startując ze studialnych prac podjętych w różnych krajach, celem analizy możliwości włączenia tych propozycji w strategię bSI oraz skoordynowania z dotychczasowymi standardami, jak np. wspomnianym IFC Alignment. We wspomnianej agendzie Bormann zapisał następujące działania:

- a) analizę rozszerzeń standardu IFC dla projektów drogowych koreańskiego oddziału bSI,
- b) analizę rozszerzeń standardu IFC dla projektów kolejowych chińskiego oddziału bSI,
- c) analizę rozszerzeń standardu IFC dla projektów mostowych francuskiego oddziału bSI,

a w dalszej kolejności zdefiniowanie korpusu danych i właściwości wspólnych dla tych trzech¹³ typów projektów infrastrukturalnych. Według tej agendy te wspólne struktury danych dotyczą:

- geometrii terenu,
- geometrii mas ziemnych/robót ziemnych (wykopy/nasypy),
- modelowania geologii płytkich warstw podpowierzchniowych,
- modelowania przechyłek/pochyleń,
- modelowania prześwitów/światła otworów,
- modelowania hierarchii połączeń/scaleń obiektów liniowych.

(2) W wizji komitetu włączenie nowych standardów infrastrukturalnych IFC Road, IFC Railway, IFC Tunnel do ogólnego standardu IFC (ma mieć finalnie wersję 5.0) powinno się odbyć na poziomie analogicznym do klasy *IfcBuilding* obecnym w dotychczasowych wersjach kubaturowych standardu IFC, jak to pokazuje rys. 6.2.3.1 [56]. Dodajmy, że w marcu 2019 r. opublikowano standard IFC Bridge, oznaczony pierwotnie jako wersja IFC4x2, i dość szybko wycofany z racji podjęcia nad IFC 4.3, który włącza już pierwsze klasy dla domen *IfcRoad* i *IfcRailway* – rys. 6.3.2.1.



Rys. 6.3.2.1. Nowe, infrastrukturalne klasy dla *IfcSpatialElement* [56]

(3) W wersji standardu IFC Alignment 4.1 zwrócono uwagę na potrzebę poszerzenia klas dekompozycji obiektu budowlanego z wersji dostosowanej jedynie do projektów kubaturowych (klasa *IfcBuildingFacilityDecomposition* – rys. 6.3.2.1), na klasy stosowne dla projektów liniowych i infrastrukturalnych: *IfcCivilStorey*, *IfcSpatialSegment* oraz *IfcSpatialJunction*. Otóż dla wersji standardu IFC do wersji IFC Alignment 4x1 (włącznie), jedyną możliwą dekompozycją przestrzenną modeli były wyrażana przez piętra (*IfcBuildingStorey*). Powodowało to szereg niedogodności w przypadku próby użycia standardu IFC dla projektów infrastrukturalnych i prowadziło do dziwołagów, gdzie np. projektanci obiektu drogowego z braku innych możliwości określali położenie obiektów na drodze nie względem parametru pikietażu, tylko dzielili drogę na „umowne piętra” [60]. W planach standardu IFC 5.0 możliwa będzie dekompozycja nie tylko przez piętra, ale także przez poziomy (w zasadzie analog piętra, ale semantycznie inny koncept)

¹³ w zasadzie czterech, bo dochodzi jeszcze IFC Tunnel, dla którego nie było wcześniejszych propozycji, stąd klasa ta nie występowała w tym początkowym planie pracy.

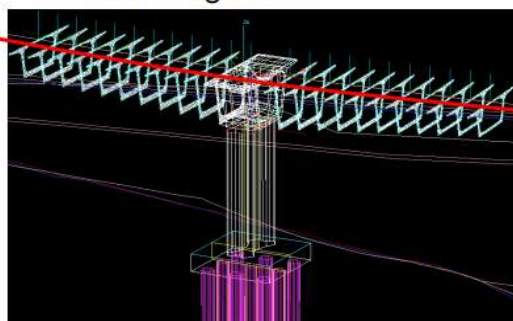
obiektów inżynierskich (np. mostów – klasa `IfcCivilStorey`), podziały na segmenty przestrzenne (np. odcinki/segmenty dróg czy dróg kolejowych – klasa `IfcSpatialSegment`), oraz skrzyżowania (także drogi i drogi kolejowe – klasa `IfcSpatialJunction`).

6.3.3. IFC Bridge

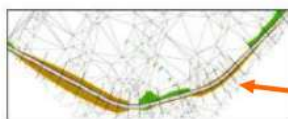
(1) Standard IFC Bridge został opublikowany w kwietniu 2019 roku jako wersja IFC 4.2 i niedługo potem uznany za wycofany¹⁴. Jest oparty na IFC Alignment, jest obecnie częścią standardu IFC 4.3RC, który według planów buildingSMART International ma być niebawem opublikowany¹⁵. Ze względu na potrzeby częstych koordynacji projektów mostowych z drogowymi, zostanie poniżej pokrótce omówiony.

(2) IFC Bridge rozszerzono go o wiele klas pozwalających definiować odsunięcia komponentów mostu od osi, podziału konstrukcji wzdłuż osi Alignment na mniejsze odcinki (np. definiujące fragmenty konstrukcji o różnej krzywiznie czy nachyleniu). Przewidziano możliwość opisu semantyki wielu kategorii mostów, w tym mostów płytowych, belkowych, skrzynkowych, sklepionych, łukowych, kratowych, wiszących jak i wantungowych, drabinowych, czy przepustów (rys. 6.3.3.1).

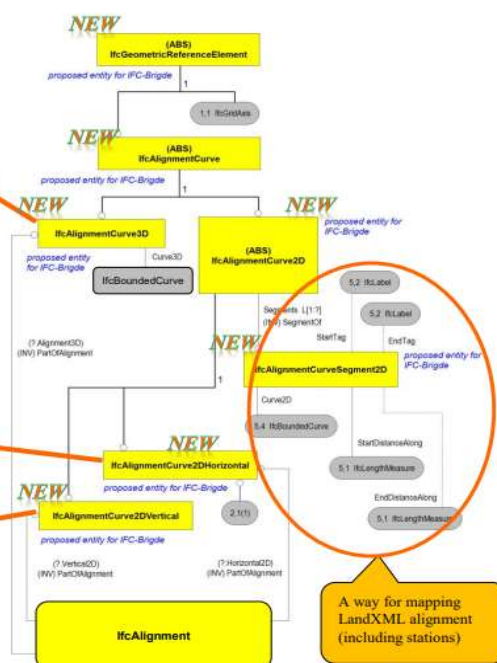
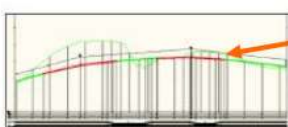
3D curve alignment



Horizontal alignment



Vertical alignment



Rys. 6.3.3.1. Konstrukcja mostowa odniesiona do IFC Alignment [61]

(3) Warto podkreślić, że bogata semantyka modelu danych mostu powinna pozwolić na znaczne przyspieszenie prac projektowych i podniesienie ich jakości. Jak się wydaje, projektanci mostów nie będą już musieli tworzyć wielu modeli, jednego dla modelowania geometrii i generacji dokumentacji, drugiego dla obliczeń konstrukcyjnych, kolejnych w jeszcze innych celach (np. gospodarka mostowa).

(4) Standard IFC Bridge przynosi nowe definicje widoków modeli (MVD – ang. Model View Definitions):

- Bridge Reference View (oparty na IFC4 Reference View)
 - FacetedBrep + Simple Sweeps,
- Alignment-based Bridge Reference View (oparty na IFC4 Reference View)
 - FacetedBrep + Profile Sweep (`IfcSectionedSolidHorizontal`),
- Bridge Design Transfer View (oparty na IFC4 Design Transfer View)
 - Alignment,
 - FacetedBrep + ProfilesSweeps + CSG,

¹⁴ <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

¹⁵ stan na czerwiec 2022 r.

d) Bridge Asset Management View

- Alignment,
- FacetedBrep,

gdzie termin BRep oznacza tzw. reprezentację brzegową obiektu 3D (skrót od Boundary Representation), Sweep/Sweeps oznacza operację „wyciągnięcia” wzdłuż ścieżki przekroju poprzecznego (na różnym poziomie szczegółowości, dlatego odróżnia się „Simple sweeps” od „Profile Sweeps”), celem utworzenia obiektu 3D. Najbardziej zaawansowaną opcją reprezentacji geometrii 3D jest tu opcja CSG (ang. Constructive Solid Geometry), pozwalająca utworzyć dowolnie skomplikowane obiekty 3D z operacji boolowskich na składowych obiektach 3D. Warto też zauważyć, że MVD nr 3, czyli Bridge Design Transfer View zakłada pełne odwołanie do osi IFC Alignment, a nie tylko jej płaskiego przebiegu.

(5) Założeniem buildingSMART przy definiowaniu standardów dla widoków modeli (MVD) było możliwie pełne mapowanie modeli mostowych do standardowych widoków modeli IFC 4.0 (Reference View i Design Transfer View). Okazało się jednak, że specyfika konstrukcji mostowych, dla pełniejszego wsparcia wymiany między aplikacjami i przypadkami użycia BIM, wymusiła nowe „mostowe” widoki modeli: Bridge Reference View oraz Bridge Design Transfer View. Wprowadzono także nową odmianę widoku Reference View nazwaną Alignment-based Bridge Reference View, która wykorzystuje klasy standardu Alignment do transferu danych pełnego modelu mostowego. W tym przypadku dodano do klasycznego IFC 4.0 Reference View klasy IfcAlignment and IfcSectionedSolidHorizontal [62]. Jak na razie nie rozwinięto widoku modelu eksploatacyjnego typu FM dla IFC Bridge (ma się nazywać Bridge Asset Management Handover View), choć podjęto i w tym kierunku starania.

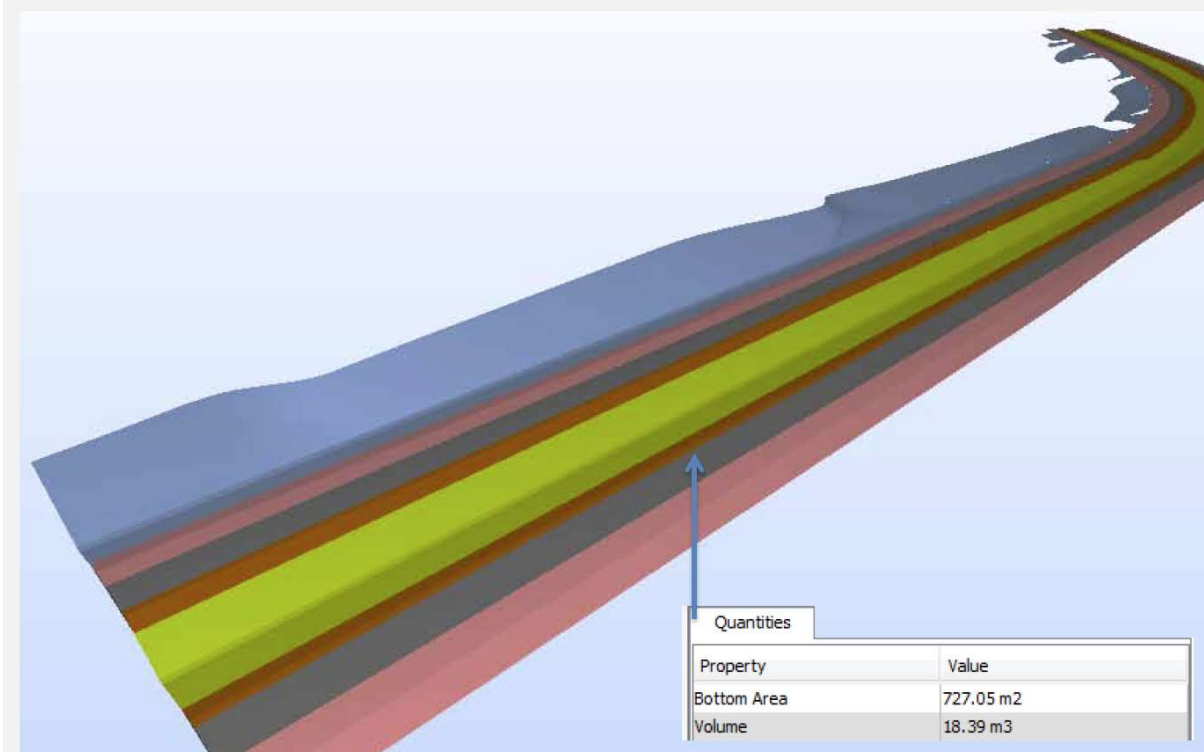
6.3.4. Podsumowanie technologii OpenBIM

(1) Stan rozwoju technologii OpenBIM dla obszaru projektów infrastrukturalnych uległ ostatnio znaczącej poprawie, choć wciąż nie ma pełnej semantyki danych dla projektów drogowych, kolejowych, tuneli. Najnowszy standard IFC 4x2 przynosi obietnicę poprawy problemów z wymianą informacji BIM w formatach otwartych, jednak sporym cieniem na tą kwestię kładzie się fakt, że praktycznie nie ma jeszcze oprogramowania certyfikowanego do wymiany informacji BIM w tym formacie. Wprawdzie dwa najpopularniejsze jak się wydaje pakiety oprogramowania używane w projektowaniu drogowym w Polsce, tj. Autodesk AutoCAD Civil 3D¹⁶ i Bentley OpenRoads Designer (ORD)¹⁷ deklarują wsparcie dla IFC 4.1 i/lub IFC 4.2, jednak brak certyfikacji i problemy zgłaszane na forach użytkowników nie pozwalają jeszcze w pełni ufać oferowanym przez producentów oprogramowania rozwiązaniom. Fakt, że standard IFC 4.2 jest formalnie wycofany, a IFC 4.3 wciąż listowany przez bSI jako tzw. Candidate Release (wersja w fazie końcowego zatwierdzenia) nie poprawia sytuacji projektantów i wykonawców.

(2) Drugim problemem jest specyfikacja formatów wymiany informacji OpenBIM w przypadku zamówień w projektach drogowych/infrastrukturalnych. W wielu z nich zawarty jest wymóg wymiany w formacie IFC, ale przemilcza się fakt, że jest to praktycznie niemożliwe w sensie przekazania informacji semantycznej z formatu natywnego do formatu OpenBIM z racji braku oprogramowania zdolnego do pracy w formatach powyżej IFC 4.0. Wymiana informacji BIM dla projektów drogowych na bazie standardu kubaturowego IFC 2x3 i 4.0 musi zakończyć się fiaskiem z racji braku klas dla elementów infrastrukturalnych. W takim przypadku pewnym obejściem tego problemu, chyba najlepszym i najbardziej eleganckim, jest mapowanie klas infrastrukturalnych do klasy ogólnej IfcProxy, a właściwości do klasy IfcParameterSet o ustalonej nazwie zgodnej z konwencją nazewnictwa projektu. Schematycznie pokazuje to rys. 6.3.4.1.

¹⁶ <https://knowledge.autodesk.com/support/civil-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Civil3D-UserGuide/files/GUID-CB33335C-7629-4067-AA69-6716832A2162-htm.html>,

¹⁷ https://communities.bentley.com/products/road___site_design/w/road_and_site_design_wiki/47019/exporting-data-to-ifc.



Rys. 6.3.4.1. Właściwości obiektu drogowego (pole powierzchni, objętość) zapisane jako właściwości elementów typu proxy standardu IFC [63]

(3) Dodatkowo, warto w takim przypadku zadbać o uzupełnienie atrybutów komponentów IFCProxy o jeden z hierarchicznych lub obiektowych systemów klasyfikacji budowlanej (np. UNICLASS-2015, OMNICLASS, ...) i zwiększenie w ten sposób szans na poprawne – na ile możliwe – przekazanie danych geometrycznych i substytutu semantyki modelu do dalszych etapów projektu. Innym wspomnianym już wcześniej sposobem wybrnięcia z tej sytuacji [65] jest wykorzystanie – o ile są oferowane – możliwości mapowania natywnych kategorii wykorzystywanego w projekcie oprogramowania do właściwych według standardu IFC klas OpenBIM.

6.4. Formaty natywne i otwarte wymiany danych w projektach drogowych realizowanych w metodyce BIM

(1) Wymiana danych projektowych jest krytycznym elementem procesów projektowania współbieżnego i wielobranżowego. Chodzi przy tym o wymianę bogatych semantycznie danych modeli BIM, możliwie bez utraty informacji między poszczególnymi transferami. Kwestie te są zatem krytyczne dla powodzenia projektów BIM, jeżeli bowiem wymiana informacji byłaby związana z jej utratą, to proces projektowy BIM byłby narażony na błędy i nieefektywność.

(2) Według danych publikowanych w różnych badaniach, wśród podstawowych pakietów oprogramowania¹⁸ stosowanych w projektach drogowych, najczęściej wymienianymi są pakiety oprogramowania pochodzące z firm Autodesk (m.in. AutoCAD, AutoCAD MAP 3D, AutoCAD Civil 3D, InRoads, ...), oraz Bentley (m.in. Microstation, InRoads, OpenRoads Designer, PowerCivil, ...) i to one ustanowiły de facto własne standardy formatów wymiany danych projektowych: odpowiednio format DWG w przypadku firmy Autodesk, lub formaty DGN i i-Model w przypadku firmy Bentley. Oprócz nich jest sporo innych pakietów oprogramowania, np. z firmy

¹⁸ celem tego rozdziału nie jest kryptoreklama ani rekomendacja użycia jakichkolwiek produktów software'owych dla realizacji zadań projektowych, a jedynie przedstawienie kontekstu obecnej sytuacji i praktyki rynkowej i związanych z tym uwarunkowań technicznych wymiany informacji projektowej BIM; przytoczone w tym rozdziale nazwy handlowe, nazwy firm, znaki towarowe i inne dane są jedynie ilustracją do rozważań wagi zagadnienia efektywnej i możliwie bezstratnej wymiany informacji projektowej.

Trimble (NovaPoint, Tekla Civil, ...), Nemetschek (ArchiCAD, Allplan, ...) czy prawdopodobnie mniej znane w Polsce firmy takie jak RoadEng, Site3D, Softree, CGS Labs i innych, jednak produkty te albo wprost wykorzystują w procesie wymiany danych projektowych jeden z formatów otwartych (np. IFC, DXF), albo jeden z dwóch głównych formatów natywnych: DWG lub DGN¹⁹. Z powyższych uwag wynika wniosek, że w projektach wymiana informacji CAD (i częściowo BIM, poprzez różne rozszerzenia tych formatów) jest możliwa na bazie formatów natywnych DWG i DGN zasadniczo bez ograniczania konkurencji. W przypadku użycia w projekcie równocześnie pakietów firm Autodesk i Bentley, możliwy jest eksport i import do formatu konkurenta wprost z oprogramowania danego producenta. Ponadto, zawsze możliwy do zastosowania jest format otwarty DXF.

(3) Inaczej się ma sprawa z produktami do modelowania obiektów kubaturowych lub konstrukcji inżynierskich – w takim przypadku zasadniczo jedynym sensownym formatem wymiany informacji jest albo format natywny danego producenta (który jednak może być powodem protestów z racji ograniczania konkurencją), albo format otwarty IFC. Jednak format otwarty IFC, z powodu opisanych wcześniej braków w definicjach semantyki obiektów infrastrukturalnych, dobrze sprawdzi się tylko w obiektach kubaturowych, albo niektórych aspektach (celach BIM) projektów infrastrukturalnych – np. przy wizualizacjach, sekwencjonowaniu etapów pracy, logistyce placu budowy itp.

(4) Zbiorczą rekomendację najpopularniejszych formatów wymiany informacji w procesach BIM zawiera tab. 6.4.1. Ma ona jednak charakter przykładowy, a nie normatywny. Konkretnie zalecenia i określenie formatów wymiany informacji w danym projekcie BIM można poczynić dopiero po uwzględnieniu bazy oprogramowania zamawiającego i łańcucha dostaw projektu, z zastrzeżeniem, że w przypadku projektów realizowanych w formie tradycyjnego kontraktu DBB określenie pełnej specyfikacji formatów nie jest możliwe na początku definicji wymagań informacyjnych projektu z racji braku wyłonienia wykonawcy robót budowlanych.

Tab. 6.4.1. Przykładowe formaty wymiany danych BIM

Typ pliku	Format
Pliki modelu BIM	Pliki natywne – według używanego oprogramowania. IFC nie starsze niż wersja IFC2x3, preferowane – o ile możliwe – IFC 4x1 lub 4x2 (należy zadbać o poprawne mapowanie klas „infrastrukturalnych” do klas IfcProxy, a atrybutów do odpowiednich IfcParameterSet).
Pliki terenu	DWG DGN, LandXML, DTM
Pliki CAD	DWG, DGN, DXF, SAT
Chmury punktów/LIDAR	PTS, PTX, XYZ, LAS
Modele koordynacyjne	IFC nie starsze niż wersja IFC 2x3, preferowane – o ile możliwe – IFC 4x1 lub 4x2 (należy zadbać o poprawne mapowanie klas „infrastrukturalnych” do klas IfcProxy, a atrybutów do odpowiednich IfcParameterSet) oraz odpowiedniego MVD (Coordination View 2.0). NWD, SMC, iModel
Komentowanie, rewidowanie	BCF2.0, DWF, NWD/NWF
Harmonogramy	MPX, CSV, XML, SER
Kosztorysy	MPX, CSV, XML, SER, XLS, XLSX
Inne	PDF, DOC, XLS, XLSX, JSON

¹⁹ format DWG [patrz: <https://en.wikipedia.org/wiki/dwg>] jest popularnym formatem wielu niezależnych pakietów oprogramowania CAD/BIM, mimo że firma Autodesk traktuje go jako własny format natywny i zastrzeżony znak towarowy (dodając nawet od 1998 roku szyfrowany „odcisk cyfrowy” (ang. watermark), znany od 2006 roku jako tzw. TrustedDWG Technology); jednak historia formatu jest starsza, niż historia produktu AutoCAD, z którym związane jest format DWG, a prowadzone batalie sądowe, w których firmie Autodesk nie udało się uzyskać statusu zastrzeżonego znaku towarowego jest sygnałem, że format DWG można w zasadzie traktować jako „natywny format otwarty” w sensie PZP, ze względu bowiem na powszechność jego używania w wielu niezależnych od firmy Autodesk produktach CAD/BIM, wymóg dostarczenia dokumentacji w formacie DWG nie ogranicza konkurencji ani nie skazuje zarówno zamawiających jak i wykonawców na używanie produktów jednego dostawcy oprogramowania; doświadczenie wielu użytkowników niezależnych pakietów oprogramowania CAD (z rodziny IntelliCAD – np. ZW CAD lub ArcADia, BRICSCAD i innych) pokazuje, że zasadniczo jedynym problemem z kompatybilnością plików z niezależnych produktów CAD jest ostrzeżenie o braku znaku wodnego TrustedDWG w momencie otwierania ich na platformach Autodesk.

(5) Generalnym zaleceniem przy konstrukcji procesu informacyjnego projektu jest równoległe wykorzystywanie zarówno formatów otwartych, jak i formatów natywnych. Wtedy wewnętrzne procesy informacyjne w łańcuchu dostaw projektu odbywają się możliwie bezstratnie, w formatach natywnych, a na zewnątrz łańcucha dostaw, np. między Projektantem czy wykonawcą a zamawiającym, inżynierem kontraktu, czy przyszłym Zarządcą obiektu – w formatach otwartych. Posiadanie modeli BIM w formatach otwartych jest też dodatkowym zabezpieczeniem na wypadek zmiany podmiotów łańcucha dostaw, rozszerzenia łańcucha dostaw czy w przypadku projektu realizowanego w formule tradycyjnej, kiedy wykonawca robót budowlanych nie jest z góry znany i nie wiadomo, jakiego oprogramowania będzie używał. Ponadto zaletą posiadania modeli BIM w formatach otwartych jest fakt, że zamawiający nie ryzykuje zakupu drogiego być może oprogramowania do otwierania plików w formatach natywnych z racji dostępności wielu darmowych przeglądarek pozwalających realizować bazowe procesy BIM np. przeglądania modeli czy weryfikacji spełnienia wymagań PIR i AIR na poszczególnych etapach rozwoju projektu bez ponoszenia kosztów.

7. Wytyczne techniczne – nazewnictwo plików

7.1. Uwagi wstępne

(1) Poniżej omówiona zostanie kwestia przygotowanie propozycji standardu nazewnictwa plików dla branży drogowej zgodna z metodyką BIM. W swojej istocie omawiany przykładowy standard odwołuje się do elementów SMP (Standardowej Metody i Procedury) zawartych w normie [19] oraz [27], jest jednak rozszerzony o specyfikę branży drogowej i wykorzystuje tzw. dobre praktyki z rynku, w tym wypadku doświadczenia Highways England [64].

(2) Standard nazewnictwa ma za zadanie:

- a) pomóc w uporządkowaniu i ujednoczeniu nazewnictwa dokumentacji w projektach drogowych,
- b) wspomóc efektywność zarządzania i wyszukiwania informacji,
- c) ułatwić komunikację między stronami (Zamawiający, wykonawca, inżynier kontraktu, inne podmioty) procesu projektowego i realizacji obiektu oraz zredukować liczbę błędów, błędnych interpretacji zawartości danych, błędów wersji itp.,
- d) wspomóc procesy zarządzania obiegiem dokumentacji z wykorzystaniem Platformy CDE i ułatwić konfigurację CDE.

(3) Opisana poniżej propozycja standardu jest pokazana jako rozwiązanie przykładowe. Należy się spodziewać, że wraz z rozwojem bazy projektów realizowanych w metodyce BIM inwestorzy publiczni – czy to GDDKiA, czy organy samorządowe lub inne podmioty, będą dążyć do wypracowania własnej standaryzacji nazewnictwa plików, bowiem to w ich interesie jest zapewnienie spójności i uniwersalności systemu nazewnictwa plików i kontenerów informacji i mogą z tego tytułu osiągnąć największe zyski. Jednak w okresie początkowym, jak to np. miało miejsce w przypadku projektu Zator [39], wykonawcy mogą się spodziewać wymogu zaproponowania systemu nazewnictwa dla realizowanego projektu. Poniższe przykładowe rozwiązanie dojrzałej w aplikacji metodyki BIM organizacji jaką jest Highways England może być pomocne w opracowaniu i zaproponowaniu takiego standardu. Nie należy go traktować jako obowiązujący i pełny standard, ponieważ w każdym projekcie mogą być elementy specyficzne dla tego projektu, dla których w podanej niżej przykładowej specyfikacji brakować będzie kategorii czy pól. W każdym przypadku – stosowania własnego standardu nazewnictwa, wykorzystania niniejszej propozycji czy jeszcze innych źródeł – należy proponowany standard nazewnictwa dobrze przemyśleć i uzgodnić (Menedżer BIM wykonawcy) z własnym łańcuchem dostaw, Menedżerem informacji lub Menedżerem BIM zamawiającego, oraz Menedżerem BIM inżyniera kontraktu, jeśli jest obecny. W przypadku projektu realizowanego w formule tradycyjnej należy rozważyć, czy wykonawca etapu budowy będzie miał ew. swoje własne potrzeby kodowania nazw plików i kontenerów informacji i albo przewidzieć je od razu, albo zostawić możliwość dodania dalszych kodów i pól, według swoich potrzeb.

7.2. Podstawowe koncepcje

(1) Norma [19] oraz jej późniejszy odpowiednik dla procesów BIM poziomu 2, czyli [27], proponują tworzenie nazw plików według schematu, który przedstawiono na rys. 7.2.1.

(2) Pole „Klasyfikacja” jest opcjonalne w nazwie pliku, a dla określenia wartości pól: „Zdatność” i „Rewizja” norma zaleca ich równoczesne użycie, bądź równoczesną rezygnację z obu. Jeżeli nazwy katalogów/kartotek, w których są przechowywane pliki, zawierają w swojej nazwie pola „Zdatność” i „Rewizja”, to można zrezygnować z wprowadzania tych pól w nazwach przechowywanych plików. Podobna sytuacja ma miejsce, jeżeli jako repozytorium plików wykorzystywana jest platforma CDE, w której zdefiniowano atrybuty (metadane) dla gromadzonych plików zawierające pola „Zdatność” i „Rewizja” – nazwy plików nie muszą wtedy zawierać tych pól. Jak to zostało wspomniane, w bieżącej propozycji standardu system nazw katalogów został pominięty z powodu założenia, że w projektach infrastrukturalnych będzie używane środowisko CDE, oferujące mechanizmy przypisania numerów rewizji i kodów zdatności wprost w środowisku CDE. W przypadku braku takiego środowiska Menedżer Informacji projektu w porozumieniu z Menedżerem BIM zespołu projektowego, Menedżerem BIM zespołu wykonawcy czy Menedżerem BIM zespołu inżyniera kontraktu powinni zdefiniować

w rozszerzonym standardzie CAD/BIM projektu strukturę katalogów projektu uwzględniającą pola „Zdatność” i „Rewizja” i zażądać używania tego podejścia przez wszystkich uczestników projektu. Nie wyklucza to równoległego użycia pól „Zdatność” i „Rewizja” w nazwach plików.

Pole	Użycie	Opis w punkcie normy:
Projekt	Wymagane	6
Inicjator	Wymagane	7
Ⓜ Kubatura lub system Ⓜ	Wymagane	8.1.2
Poziomy i lokalizacje	Wymagane	8.1.3
Typ	Wymagane	9
Rola	Wymagane	10
Klasyfikacja	Opcjonalne	11
Numer	Wymagane	13
Zdatność ^{A)}	Ⓜ metadane Ⓜ	15.2.2
Rewizja ^{A)}	Ⓜ metadane Ⓜ	15.2.2
<p>^{A)} Jeśli informacje przekazywane są w środowisku, w którym brak kontekstu kartoteki, pole to może być użyte do identyfikacji „zdatności” i „rewizji”.</p> <p>Pola typu Ⓜ metadane Ⓜ „zdatność” i „rewizja” powinny być jednocześnie używane lub pomijane</p>		

Rys. 7.2.1. Nazwa kontenera informacji BIM według normy [19]

(3) Pole „Kubatura lub system”, ze względu na liniowy charakter projektów infrastrukturalnych, jest nazywany jako „Korytarz projektowy” (ang. Volume Strategy).

(4) Nie dopuszcza się używania w częściach składowych nazwy pliku (polach) znaków „-” oraz „_” poza funkcją separatora pól/subpól. Nie dopuszcza się polskich znaków diakrytycznych w skrótach nazw i kodach pól. Znak kropki „.” jest zarezerwowany dla pola rewizji. Wielkość liter nie ma znaczenia, w niniejszej propozycji standardu dla jednolitego zapisu używane są jedynie wielkie litery.

(5) System nazewnictwa plików z normy [19] spotyka się z pewną krytyką ze względu na komplikacje w sortowaniu, czy przeglądaniu plików w tradycyjnych narzędziach takich jak Eksplorator plików Windows lub w czasie generacji dokumentów pochodnych z jednego pliku modelu (np. arkusze wydruków z modelu BIM: z jednego modelu BIM mogą być generowane liczne arkusze wydruków, które powinny mieć własną numerację unikalną w całym zbiorze). Szczególną dyskusję wywołuje przydzielenie numerowi pliku (pole Numer) lokalizacji na końcu i wywołanymi tym problemami w sortowaniu plików czy generacji narastających numerów arkuszy w projekcie.

7.3. Standard nazw plików dla projektów drogowych według Highways England

(1) Nazewnictwo plików projektu przedstawione poniżej jest propozycją istotnego elementu Standardowej Metody i Procedury projektu. Ze swojej natury, elementy Standardowej Metody i Procedury definiują standardy BIM projektu i jako takie są obowiązujące dla wszystkich stron projektu i dla wszystkich plików i kontenerów informacji projektu w całym cyklu życia projektu. Należy jednak pamiętać, niektóre kody (np. kod dla pola projekt) można określić dopiero w konkretnym projekcie, po uzgodnieniu jego wartości przez zamawiającego i wykonawcę, czy inżyniera kontraktu. Podobnie, jeśli w projekcie wystąpią nietypowe branże, nietypowe podziały na lokacje/strefy/korytarze projektowe czy inne ważne powody, zapisy niniejszego standardu muszą ulec rozszerzeniu (lub mogą ulec redukcji). W takim przypadku zmiany te muszą być uzgodnione między stronami i zapisane w Planie Wykonania BIM (BEP). Mogą z nich wynikać konkretne ograniczenia lub rozszerzenia niniejszego standardu np. co do formatu/typu plików przekazywanych do środowiska CDE, dodatkowych kodów dla uczestników, dodatkowych kodów podziału itp.

(2) Autorzy/twórcy plików/kontenerów informacji są zobowiązani do przestrzegania systemu nazewnictwa plików według przyjętych standardów CAD/BIM oraz ustaleń zawartych w BEP. Natomiast osoby odpowiedzialne za kontrolę, weryfikację i autoryzację plików przed przekazaniem ich ze strefy „prywatnej” twórców informacji określonej w normie jako WIP (ang. Work In Progress – Prace-W-Toku) do strefy, w której pliki są udostępniane innym stronom projektu, określonej w normie [19] jak i ISO 19650 jako strefa Shared (Współdzielenia) środowiska CDE (Gate 1 i 4, rys. 15, str. 26; oraz pkt. 9.2.2.2 i 9.2.2.9, str. 27 standardu [27]) – jak Główny Projektant, czy Koordynator BIM zespołu projektowego – są odpowiedzialne za sprawdzenie zgodności przekazywanych plików z wymogami SMP, w tym zgodności nazewnictwa danego pliku ze standardem nazewnictwa projektu. Do strefy Współdzielenia (Shared) środowiska CDE mogą być przekazane tylko te pliki, których nazwy spełniają wymogi standardu nazewnictwa i ew. rozszerzeń systemu nazewnictwa zapisanych w BEP. Menedżer informacji czuwa nad integralnością środowiska CDE i realizacją wymogów SMP i jest uprawniony do usunięcia plików niespełniających wymogów SMP ze strefy Współdzielenia (Shared) CDE. Szczegółowo procesy w CDE są opisane w rozdziale nr 4 książki [41] i dla osób nie zaznajomionych z normą [19] jak i standardem [27] jest ona rekomendowana jako lektura uzupełniająca.

7.3.1. Pole Projekt

(1) Pole Projekt składa się z dwuliterowego kodu projektu i 6-cio cyfrowego identyfikatora numerycznego projektu. Jeżeli identyfikator numeryczny projektu jest mniejszy niż 1 000, należy go uzupełnić z przodu numeru znakami wiodącymi „0” (uwaga: chodzi znak „zero”, a nie literę „O”) celem dopełnienia długości pola identyfikatora numerycznego projektu do 6 znaków. System kodowania pola „Projekt” obowiązujący w całym projekcie narzuci zamawiający.

Przykład: PD001234

7.3.2. Pole Inicjator

(1) Pole Inicjator powinno zawierać skrót nazwy wytwórcy informacji projektu, wyrażony przez maksymalnie 3 znaki alfanumeryczne. Kontraktowy BEP w opisie podmiotów łańcucha dostaw powinien zawierać tabelę uzgodnionych kodów (skrótów) nazw podmiotów łańcucha.

Przykład: SMC

7.3.3. Pole Kubatura/System/Korytarz projektowy/Branża

(1) Kubatury/Systemy/Korytarze projektowe to wydzielone w przestrzeni projektowanego obiektu objętości zwarte (Kubatury) lub liniowe (Systemy/Korytarze projektowe) które są rezerwowane dla danej branży w celu prowadzenia urządzeń/osprzętu/installacji. Celem wydzielenia Kubatur/Systemów/Korytarzy projektowych jest redukcja ilości możliwych kolizji przez zarezerwowanie rozłącznych objętości w projekcie i przydzielenie ich poszczególnym branżom, przez co uzyskuje się przyspieszenie prac i ułatwienie koordynacji projektu. Innym powodem wymagania podziałów na Kubatury/Systemy/Korytarze projektowe jest redukcja wielkości plików, co ułatwia zarządzanie informacją.

(2) Pole Kubatura/System/Korytarz projektowy ma 3 znaki, z których pierwszy koduje Kategorię danej Kubatury/Systemu/Korytarza projektowego, a pozostałe dwa ich rodzaj, jak to przedstawia tab. 7.3.3.1.

Tab. 7.3.3.1. Kody pola Kubatura/System/Korytarz

Kategoria	Kod	Opis
DROGOWA	DAW	Wjazdy awaryjne, przejazdy awaryjne
	DCH	Chodniki, krawężniki, ruch pieszy
	DDB	Drogi boczne
	DEM	Sieci energetyczne – MOP,OU
	DEO	Sieci energetyczne – oświetlenie drogi
	DEP	Sieci energetyczne KSPO, SZR
	DGM	Sieci gazowe MOP, OU
	DGT	Geotechnika
	DKT	Kanały technologiczne
	DMK	Markery, znaczniki
	DMO	Miejsca Obsługi Podróżnych (MOP)
	DND	Nawierzchnia drogi
	DNS	Nasypy
	DOD	Oś drogi
	DOG	Ogólna
	DOT	Odwodnienie terenu, w tym urządzenia odwadniające korpus drogowy: rowy drogowe, kanalizacja deszczowa, urządzenia podczyszczające, zbiorniki retencyjne, retencyjno-infiltracyjne i inne
	DOU	Obiekty utrzymania drogowego OU
	DPT	Pasy technologiczne
	DSK	Systemy komunikacji drogowej, systemy powiadamiania
	DSK	Skrajnia drogowa
	DTT	Sieci teletechniczne
	DWD	Węzły drogowe, skrzyżowania
	DWK	Sieci wodno-kanalizacyjne na potrzeby MOP, OU
	DZB	Bariery i zabezpieczenia drogi, płoty
	DZD	Znaki drogowe, oznakowanie poziome i pionowe
DZU	Zatwierdzenia, uzgodnienia, zgody	
GEODEZJA, INWENTARYZACJA	GAS	Ankiety/badania
	GBA	Badania/inwentaryzacja azbestu
	GDN	Drogi istniejące, inwentaryzacja nawierzchni
	GDS	Istniejące odwodnienie
	GEN	Sieci energetyczne niskiego napięcia
	GES	Inwentaryzacja środowiskowa
	GEW	Sieci energetyczne średniego i wysokiego napięcia
	GGN	Sieci gazowe niskoprężne
	GGT	Badania geotechniczne
	GGW	Sieci gazowe wysokoprężne
	GIU	Infrastruktura publiczna I komunalna
	GKI	Istniejące konstrukcje
	GML	Sieci melioracyjne
	GOG	Ogólna
	GRD	Inwentaryzacja ruchu drogowego
	GSK	Sieci – systemy komunikacji drogowej
	GSW	Statystyki wypadków
	GTO	Topografia
	GTT	Sieci teletechniczne

Kategoria	Kod	Opis
KONSTRUKCYJNA	KBR	Konstrukcje bram, bramownic, punktów poboru myta
	KGT	Geotechnika
	KKP	Kładki dla pieszych
	KMA	Maszty
	KMW	Mosty, wiadukty, estakady
	KOG	Ogólna
	KPP	Przejścia dla zwierząt, przepusty ekologiczne, wraz z ogrodzeniem ochronno-naprowadzającym
	KSO	Ściany oporowe
	KSP	Konstrukcje specjalne
	KTU	Tunele
OGÓLNA	OBH	Zabezpieczenia, BHP, strefy ochrony, miejsca niebezpieczne
	OOG	Ogólna, bez przydziału kubatury/korytarza projektowego
PRAWNA	PGD	Granice działek
	PIU	Instrumenty ustawowe i prawne
ŚRODOWISKO	SAR	Stanowiska archeologiczne
	SEK	Ochrona przed hałasem i wibroizolacja, ekrany akustyczne i zabezpieczenia akustyczne
	SGG	Grunty, geologia
	SJP	Jakość powietrza
	SKM	Krajobraz miejski
	SKR	Krajobraz
	SNT	Obszary chronione Natura 2000 i inne obszary chronione
	SOG	Ogólna
	SPR	Ruch pieszy, rowerowy, ciągi pieszo-rowerowe, chodniki, ścieżki/drogi rowerowe
	SPW	Urządzenia do podczyszczania wód opadowych, rowy trawiaste, zbiorniki retencyjne i retencyjno-infiltracyjne, grawitacyjne oddzielacze piasku, olejów i benzyn (piaskowniki i osadniki), separatory związków ropopochodnych
	SWD	Środowisko wodne
	SZK	Zabytki kultury, zasoby o znaczeniu historycznych
	SZL	Zieleń, opaski zielone, zieleń izolacyjno-ostonowa, zieleń ozdobna, zieleń na przejściach dla zwierząt wraz z zielenią naprowadzającą, zieleń uzupełniająca, zieleń dogęszczająca pełniąca funkcję strefy ekotonowej
	SZU	Zatwierdzenia, uzgodnienia, zgody środowiskowe
TYMCZASOWA	TOR	Tymczasowa organizacja ruchu, organizacja ruchu na placu budowy, logistyka placu budowy, logistyka dostaw
	TPT	Prace tymczasowe, przygotowanie placu budowy, zabezpieczenia, szalunki, rusztowania, systemy wsparcze, inne prace tymczasowe

7.3.4. Pole Poziomy i lokalizacje

(1) Poziomy i lokalizacje określają części, na które podzielony jest projekt. W przypadku projektów kubaturowych, najczęściej będą to podziały w pionie według poziomów, pięter itp. oraz w poziomie – przy większych obiektach – według wydzielonych części/segmentów budynku (np. skrzydła A/B, segment główny itp.). W przypadku projektów liniowych i infrastrukturalnych zwyczajowo podział taki jest realizowany według charakterystycznych punktów pikietażu, skrzyżowań, obiektów inżynierskich.

(2) Na pole Poziomy i lokalizacje przewiduje się maksymalnie 16 znaków, pola musi zaczynać się literą lub nazwą skróconą i numerem całkowitym. Długość tego pola jest zmienna, bo możliwe jest komponowanie nazw złożonych z kilku subpól lokalizacji.

(3) Przykładowe złożone pole lokalizacji może mieć następującą strukturę subpól:

Sekcja_Typ_Identyfikator-ID_Kierunek

Subpole **Sekcja** (patrz rys. 7.3.4.1):

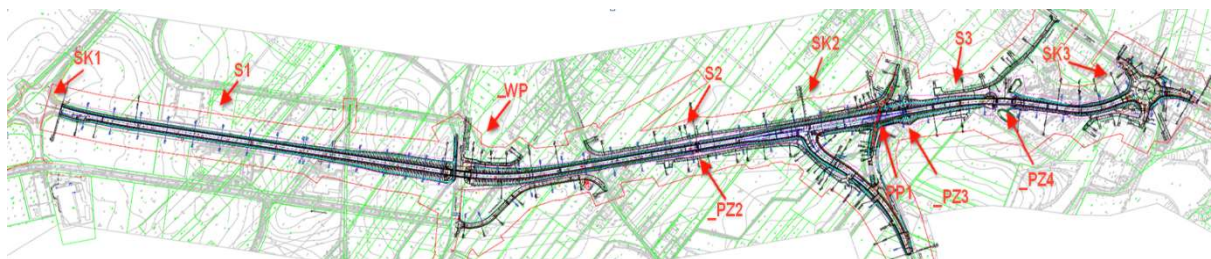
S1 – między skrzyżowaniem SK1, a np. _WP²⁰,

S2 – między skrzyżowaniem _WP, a SK3,

S3 – między punktem pikietażu P1, punktem pikietażu P4,

SK1 – skrzyżowanie nr 1,

SK2 – skrzyżowanie nr 2.



Rys. 7.3.4.1. Przykład oznaczeń dla pola Poziomy i lokalizacje na przykładzie wybranych elementów obwodnicy Zatora [39]

Subpole **Typ** (określa typ punktu granicznego sekcji drogi), np.:

_PK – pikietaż wzdłuż osi drogi,

_PKA – pikietaż wzdłuż osi drogi, wersja A,

_SK – skrzyżowanie,

_MO – most ,

_WI – wiadukt,

_WP – wiadukt z funkcją przejścia dla pieszych,

_BR – brama drogowa,

_PP – przejście dla pieszych,

_PZ – przepust dla zwierząt itp.

Subpole **Identyfikator** (dla obiektów punktowych, np. brama drogowa, most, subpole Identyfikator ID będzie zawierało przydzielony obiektowi numer), np.: **_BR036** – brama drogowa nr 36²¹.

Subpole **Kierunek** (określa część drogi, np. pasy ruchu A i B, pas techniczny, pas rozdzielający, pobocze pasa A, pobocze pasa B itp.); należy im przydzielić uzgodnione kody, np.:

_A – pas ruchu A,

_B – pas ruchu B,

_C – pas rozdzielający,

_D – obydwie pasy ruchu A i oraz pas rozdzielający C,

_J – łącznica dla pasa ruchu A,

_K – łącznica dla pasa ruchu B itp.

Przykłady pełnych kodów lokalizacji z wykorzystaniem subpól kubatur/systemów/korytarzy projektowych z tab. 7.3.3.1:

DOT-S1_SK2_A – odwodnienie, sekcja 1, skrzyżowanie nr 2, pas ruchu A,

KBR-S2_BR_BR036_D – brama nad dwoma pasami ruchu A i B wraz z pasem rozdzielającym, numer porządkowy BR036.

(4) Numeracja punktów pikietażu jak i skrzyżowań i innych obiektów (np. mostów, wiaduktów itp.) musi być według narastającego pikietażu/kilometrażu drogi celem zapewnienia poprawnego sortowania odcinków i wyeliminowaniu odcinków drogi bez przydzielonej lokalizacji lub z nakładającymi się lokalizacjami.

²⁰ UWAGA: subpole Sekcja może definiować odcinki niekoniecznie między dwoma najbliższymi punktami charakterystycznymi na drodze, np. w rozważanym przykładzie można też by uznać, że odcinek S1 przebiega od SK1 do _PZ2, a S2 od _PZ2 do SK2 lub jeszcze inaczej,

²¹ do wyjaśnienia z GDDKiA jaki system nazewnictwa/numeracji obiektów jest stosowany i czy tego typu obiekty punktowe są/mogą być granicami sekcji drogi/odcinków projektu.

(5) Aby zapewnić skuteczną wymianę informacji, w kontraktowym Planie Wykonania BIM wykonawca zaproponuje, a zamawiający zatwierdzi, system podziałów i kodów lokalizacji dla projektu drogowego.

7.3.5. Pole Typ

(1) Pole Typ (tab. 7.3.5.1) ma na celu zakodować rodzaj zawartości, która jest zawarta w pliku. Proponuje się wykorzystać kody według schematu z normy [19], wyrażonymi jednak w języku polskim i z dopuszczonymi przez normę rozszerzeniami. Pole ma 2 znaki. Można rozszerzać proponowane typy o Typy własne projektu, wymaga to jednak udokumentowania w Planie Wykonania BIM i zatwierdzenia przez zamawiającego.

Tab. 7.3.5.1. Kody pola Typ

Kod	Rozwinięcie	Opis
BE	Bezpieczeństwo	Informacja dotycząca bezpieczeństwa obiektu i zasobów projektu
BH	BHP	Informacje dot. BHP
CK	Certyfikaty kontraktowe	Tylko do celów biznesowych
DE	Detalowanie	Rysunek będący wynikiem detalowania/szczegół
DK	Dokumenty kontraktowe	Tylko do celów biznesowych
DT	Potwierdzenie wysłania dokumentu	Rejestr czynności biurowych
DZ	Dziennik pracy	Dzienny rejestr czynności
FA	Faktura	
FM	Formularze	Wewnętrzne formularze procesu
FO	Fotografie	Dokumentacja fotograficzna
GS	Zbiór danych GIS	Dane z nalogów, chmury punktów, dane z zasobów serwerów GIS
HM	Plik harmonogramu	Plik harmonogramu dostaw informacji, MIDP. TIDP, kamienie milowe, tabela MPDT
IN	Instrukcja	Instrukcja obsługi sprzętu, osprzętu
IP	Instrukcje dla projektantów	Pliki z instrukcjami, manualami CAD/BIM itp.
IU	Potwierdzenie instrukcji ustnej	np. notatka z rozmowy telefonicznej
IW	Inwentaryzacja	Inwentaryzacja stanu istniejącego
KP	Korespondencja przychodząca	Wszelka korespondencja nadchodząca
KW	Korespondencja wychodząca	Wszelka korespondencja wychodząca
LI	Licencja	
M2	Model dwuwymiarowy	
M3	Model trójwymiarowy	
MP	Mapa 2D	
MR	Rendering modelu 3D	
MT	Model terenu 3D	
NP	Notatki/noty prawne, zarządzenia	Dokumenty prawne związane z projektem
OB	Obliczenia	Obliczenia konstrukcyjne, hydrologiczne, inne
OR	Ocena ryzyka	
PI	Plan Inspekcji i Testów	
PO	Protokół wczesnego ostrzeżenia w projekcie	Rejestr czynności biurowych
PZ	Protokół zmiany w projekcie	Potwierdzenie wykonania żądanej zmiany
PZ	Pozwolenie	
RI	Raport inżyniera kontraktu	
RN	Raport niezgodności	
RO	Roszczenia	
RS	Rysunek	
RZ	Rejestr zmian	Dokument rejestru zmian
SC	Informacja schematyczna	

Kod	Rozwinięcie	Opis
SF	Specyfikacja funkcjonalna	Nietechniczna specyfikacja, opis pożądanych cech i funkcjonalności
SK	Szkic	
SM	Specyfikacja metody	Instrukcja co do sposobu realizacji zadania modelowania, projektowania itp.
UG	Ugody	
WY	Wyrównanie	Tylko do celów biznesowych
WZ	Wizualizacja	Rendering fotorealistyczny
ZI	Żądanie informacji	RFI
ZM	Zestawienie materiałów	Przedmiar/obmiar

7.3.6. Pole Rola

(1) Pole Rola określa branżę inicjatora pliku. Proponuje się wykorzystać kody według schematu z normy [19], wyrażonymi jednak w języku polskim i z dopuszczonymi przez normę rozszerzeniami. Pole ma 2 znaki. Można rozszerzać proponowane typy o Typy własne projektu, wymaga to udokumentowania w kontraktowym Planie Wykonania BIM i zatwierdzenia przez zamawiającego. Kody ról przedstawia tab. 7.3.6.1.

Tab. 7.3.6.1 Kody pola Rola

Kod	Rola w projekcie
AH	Architektura – dziedzictwo kulturowe
AK	Architektura krajobrazu
AX	Architektura
DD	Drogi – drogownictwo
DG	Drogi – geotechnika i roboty ziemne
DK	Drogi – infrastruktura komunalna
DO	Drogi – odwodnienie
DS	Drogi – ochrona akustyczna i środowiskowa
EO	Elektryka – systemy oświetlenia
ES	Elektryka – systemy sterowania
GD	Geodezja
GI	Inżynieria – GIS
GL	Geologia
GW	Generalny wykonawca
IB	Inżynieria – BHP
IK	Inżynier kontraktu
IM	Inżynieria – mosty, wiadukty
IO	Inżynieria – przedmiar i obmiar
IQ	Inżynieria – kontrola jakości
IR	Inżynieria ruchu
IT	Inżynieria – tunele
IZ	Inżynieria – prace tymczasowe
KL	Klient/Zamawiający
KO	Kosztorysy
KP	Kierownik projektu
PR	Public relations
PW	Prawnik
WX	Podwykonawca

7.3.7. Pole Numer

(1) Pole Numer ma 6 znaków. Służy do nadania numeru plikowi według uznania inicjatora pliku i ma pozwolić rozróżniać pliki. System numeracji należy konsekwentnie stosować w całym cyklu życia projektu. Pole numer należy uzupełniać zerami wiodącymi do pełnej długości pola.

(2) Numer nie jest kodem rewizji.

7.3.8. Rewizje i kody zdatności

(1) Rewizje i kody zdatności zostały już wcześniej omówione i zdefiniowane w tab. 5.2.5.1.

8. Wytyczne techniczne i zapewnienia jakości informacji

8.1. Układy współrzędnych stosowane w projekcie

(1) Projekt w technologii BIM należy realizować w taki sposób, że każdy obiekt w modelu będzie przedstawiony w jednolitym układzie współrzędnych płaskich prostokątnych w odpowiedniej strefie układu 2000, a w przypadku projektów przechodzących przez wiele stref – w układzie EPSG:2180 (układ 1992) oraz jednolitym układzie wysokościowym, aktualnie obowiązującym prawnie (docelowo: PL-EVRF2007-NH, w okresie przejściowym dopuszczono PL-KRON86-NH).

(2) Wszystkie pomiary realizacyjne i inwentaryzacyjne, jak również potencjalna konfiguracja automatycznych maszyn budowlanych, powinny być przeprowadzone w oparciu o dwufunkcyjną podstawę realizacyjną, której zastabilizowane punkty mają współrzędne wyrażone w układzie współrzędnych obowiązującym w projekcie.

(3) W przypadku stosowania lokalnych układów współrzędnych dla pojedynczych obiektów, ze względu na podział modeli, wykonawca zapewni jednoznaczność transformacji przestrzennej do układu współrzędnych płaskich PL-2000 oraz geodezyjnego układu wysokościowego.

8.2. Jednostki

(1) Jednostki stosowane w projekcie powinny być takie same we wszystkich plikach modeli branżowych. Zaleca się użycie jednostek w projekcie zgodnie z tab. 8.2.1.

Tab. 8.2.1. Jednostki projektu

	Używana jednostka
Współrzędne prostokątne płaskie	Metr [1 m] z dokładnością do milimetra [1 mm]
Wysokości	Metr [1 m] z dokładnością do milimetra [1 mm]
Położenie wzdłuż osi obiektu drogowego	Kilometr [km] xx+yyy,zz np. 103+290,23 czyli km 103 km drogi
Powierzchnia	Metr kwadratowy [1 m ²]
Miary kątowe	Stopnie, grady, wartości niemianowane w % (np. dla spadków)
Objętości	Metr sześcienny [1 m ³]

8.3. Poziomy szczegółowości modelowania (LOGD/LOMI)

(1) Wykonawca powinien modelować komponenty modeli BIM konsekwentnie według dostarczonej (lub uzgodnionej z zamawiającym) w Kontraktowym Planie Wykonanie BIM (BEP) tabeli MPDT według etapów projektu i deklarowanych dla nich poziomów definicji modeli w zakresie szczegółowości informacji geometrycznej (LOGD) i niegeometrycznej (LOMI), z rozbiem na istotne elementy projektu. Zamawiający oczekuje modelowania obiektów dla poszczególnych punktów dostarczania danych według MPDT.

(2) Przykładowa tabela LOD/LOMI dla projektu Zator załączona jest jako załącznik nr 2. Odniesieniem dla projektów, w których występują obiekty kubaturowe, instalacyjne, zagospodarowania terenu mogą być także tabele LOGD/LOMI/LOIN zawarte w Bim Standard PL [38].

8.4. Planowanie pracy i systematyzacja danych

(1) Wykonawca jest zobowiązany do przygotowania na początku etapu projektowania strategii podziału projektu na rejony/lokacje i obiekty oraz strategię planowania korytarzy projektowych (ang. Volume Strategy). Ze względu na kluczowe znaczenie obu zadań dla dalszego prowadzenia inwestycji, zamawiający zastrzega sobie prawo do weryfikacji zaproponowanych rozwiązań oraz możliwość proponowania zmian.

(2) Strategia podziału projektu na rejony/lokacje i obiekty ma na celu podzielenie zadania na łatwe do zarządzania obszary i obiekty, które tworzą funkcjonalną całość, pozwalającą na efektywne zarządzanie informacją i modelami, a w trakcie realizacji będą pokrywały się z planowanymi odcinkami robót. Strategia podziału powinna uwzględniać typy obiektów i branże wchodzące w zakres inwestycji oraz położenie geograficzne. W przypadku inwestycji drogowej typowymi przykładami elementów składowych takiego podziału są np.: skrzyżowania dróg, trasa główna, drogi poprzeczne, drogi serwisowe (drogi obsługujące teren), obiekty inżynierskie.

(3) Korytarze projektowe mają na celu zabezpieczenie przestrzeni pod projektowane obiekty/urządzenia budowlane. Nieodłącznymi elementami wchodzącymi w skład korytarzy projektowych są: model bryłowy skrajni drogowej (który zabezpiecza minimalną przestrzeń wymaganą dla pojazdów), model bryłowy głównej drogi, modele bryłowe obiektów inżynierskich, modele bryłowe głównych ciągów instalacji, modele istniejących instalacji i obiektów znajdujących się na terenie lub w bezpośrednim sąsiedztwie planowanej inwestycji oraz model granic działki. Poprawnie zdefiniowane korytarze projektowe pozwalają na uniknięcie potencjalnych kolizji w trakcie projektowania oraz realizacji inwestycji i stanowią element systemu zapewnienia jakości zarówno modeli BIM, jak i projektu.

(4) W proces planowania korytarzy projektowych powinni być zaangażowani projektanci wszystkich branż reprezentowanych w projektowanej inwestycji. Po ustaleniu zakresu i przebiegu korytarzy projektowych, projektowane instalacje, obiekty i urządzenia nie powinny wykraczać poza ich granice. Dopuszcza się możliwość zrewidowania ustalonych korytarzy w przypadku, gdy projektowane obiekty nie mogą przebiegać w ich granicach ze względu na okoliczności niemożliwe do przewidzenia na danym etapie projektowania.

(5) Przyjęta strategia podziałów na rejony/lokacje i korytarze projektowe powinna znaleźć precyzyjne odzwierciedlenie w przyjętym systemie nazewnictwa plików i dokumentów projektu. Informacje dotyczące standardów nazewnictwa i numerowania modeli znajdują się w rozdziale 5.

(6) Wykonawca po uzgodnieniu z zamawiającym dołączy strategię systematyzacji danych oraz przyjętego standardu nazewnictwa do Kontraktowego BEP.

(7) Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia możliwie najwyższej jakości dostarczanych modeli BIM oraz wygenerowanej na ich podstawie dokumentacji. Wykonawca przedstawi w Kontraktowym Planie Wykonania BIM (BEP), w jaki sposób będzie nadzorował proces produkcji dokumentacji (ze szczególnym uwzględnieniem modeli BIM) oraz sprawdzał, czy spełnia ona uzgodnione standardy.

8.5. Zapewnienie jakości

(1) W ramach procesów zapewnienia jakości wykonawca, przy przekazywaniu dokumentacji zamawiającemu lub inżynierowi kontraktu, jest zobowiązany do sprawdzenia, czy spełnia ona następujące warunki:

- a) dokumentacja została przygotowana w programach (w odpowiedniej wersji) zaproponowanych przez wykonawcę w Kontraktowym Planie Wykonania BIM (BEP), a dostarczone pliki są w uzgodnionym w nim formacie,
- b) modele BIM i elementy projektowe CAD zawarte w plikach są modelowane i rysowane w skali 1:1,
- c) rysunki CAD, schematy, zestawienia – tam, gdzie to możliwe – są generowane na bazie modeli BIM,
- d) modele BIM i rysunki CAD nie zawierają zduplikowanych i/lub zbędnych elementów (np. linie pomocnicze, kopie obiektów z biblioteki elementów BIM i CAD),
- e) modele BIM i rysunki CAD są poprawnie skoordynowane względem układu współrzędnych oraz punktów koordynacyjnych ustalonych w Kontraktowym Planie Wykonania BIM,
- f) obiekty znajdujące się w modelach BIM zostały zamodelowane do odpowiedniego poziomu szczegółowości graficznej (LOGD), zgodnego z wytycznymi zawartymi w tabeli MPDT,
- g) obiekty znajdujące się w modelach BIM zostały poprawnie i konsekwentnie nazwane i posiadają minimalną wymaganą informację niegraficzną zgodną z poziomami LOMI określonymi szczegółowo w tabeli MPDT,

- h) poszczególne modele branżowe zawierają wyłącznie elementy wchodzące w zakres branży, którą prezentują,
- i) modele BIM i rysunki CAD zawierają wyłącznie elementy należące do rejonu/lokacji, którą prezentują,
- j) modele BIM zostały poprawnie skoordynowane i bezproblemowo łączą się w model koordynacyjny,
- k) modele BIM zostały poddane procedurze wykrywania kolizji opisanej w podrozdziale 8.6,
- l) został przygotowany raport z wykrywania kolizji zawierający informację o sposobie rozwiązania pojawiających się w modelach problemów,
- m) wszystkie pliki wchodzące w skład dokumentacji zostały odpowiednio nazwane i ponumerowane zgodnie ze standardem przyjętym w projekcie,
- n) wszystkie pliki wchodzące w skład dokumentacji zostały umieszczone na platformie CDE, mają poprawne numery wersji i są udostępnione inżynierowi kontraktu i zamawiającemu w wymaganym terminie,
- o) w momencie przekazania wszystkie udostępnione pliki są w najnowszej wersji i uwzględniają aktualny stan projektu.

8.6. Koordynacja i wykrywanie kolizji

(1) Celem koordynacji oraz procesu wykrywania kolizji prowadzonych przy wykorzystaniu narzędzi (programów) dedykowanych do tego typu zadań jest eliminacja z modelu BIM, a co za tym idzie z dokumentacji projektowej:

- a) oczywistych kolizji projektowych, np. takich jak kolizje: geometryczne, normowe czy z istniejącą infrastrukturą,
- b) kolizji wykonawczych i montażowych, zdiagnozowanych dla etapu wznoszenia konstrukcji, możliwych do wykrycia na etapie projektu budowlanego, wykonawczego lub warsztatowego,
- c) niezgodności poziomów szczegółowości geometrii (LOGD) i/lub informacji niegraficznej (LOMI) w stosunku do założeń dla danego etapu,
- d) rozbieżności modeli wynikających z niedokładności modelowania,
- e) danych nieaktualnych i/lub zbędnych w postaci zduplikowanych elementów, obiektów pomocniczych przy modelowaniu i rysowaniu, obiektów prezentujących alternatywne rozwiązania projektowe itp.,
- f) błędnie przyjętych układów współrzędnych, jednostek itp.,

oraz

- g) wykrywanie punktów newralgicznych dla bezpieczeństwa pracy,
- h) wykrywanie kolizji związanych z utrzymaniem obiektu.

(2) Proces koordynacji opisany poniżej odnosi się zarówno do etapu projektowego, jak i realizacji. Na wybranych etapach koordynacja i wykrywanie kolizji powinny uwzględniać wszystkie modele dostarczane przez głównego projektanta, konsultantów, wykonawcę oraz podwykonawców. Za prawidłową koordynację oraz efektywne wykrywanie kolizji we wszystkich dostarczanych modelach na każdym etapie odpowiedzialny jest wykonawca.

(3) Koordynacja i wykrywanie kolizji powinny zostać przeprowadzone dwustopniowo: zewnętrznie, przed przekazaniem nowych wersji modeli BIM zamawiającemu oraz wewnętrznie, każdorazowo przed przekazaniem modeli pomiędzy stronami biorącymi udział w projekcie po stronie wykonawcy (np. Projektant, wykonawca, podwykonawca).

(4) Zaleca się, aby proces wewnętrzny był przeprowadzony w następujący sposób:

- a) Koordynator/Menedżer BIM projektanta wraz z inżynierami sprawdza modele BIM i rysunki CAD pod kątem poprawności merytorycznej, zgodności z przyjętymi rozwiązaniami projektowymi oraz zgodności z wymaganiami jakości dokumentacji opisanymi w podrozdziale 6.5,
- b) dokumentacja BIM zostaje przekazana do wykonawcy,
- c) Koordynator/Menedżer BIM wykonawcy sprawdza modele BIM i rysunki CAD pod kątem zgodności z wymaganiami jakości dokumentacji opisanymi w podrozdziale 8.5,

(5) Proces zewnętrzny powinien być przeprowadzony według poniższej procedury:

- a) dokumentacja BIM zostaje przekazana przez wykonawcę do zamawiającego/inżyniera kontraktu,
- b) Koordynator/Menedżer BIM zamawiającego/inżyniera kontraktu sprawdza modele BIM i rysunki CAD pod kątem zgodności z wymaganiami jakości dokumentacji opisanymi w podrozdziale 8.5,
- c) jeżeli zamawiający/inżynier kontraktu uzna, że dokumentacja BIM spełnia wymagania jakości przekazuje ją do akceptacji zamawiającego. W przypadku pojawienia się rażących odstępstw od jakości wymaganej przez zamawiającego, inżynier kontraktu wstrzymuje dostarczenie dokumentacji, a wykonawca przygotowuje plan naprawczy i przedstawia go do akceptacji inżynierowi kontraktu i zamawiającemu,
- d) po wdrożeniu planu naprawczego wykonawca ponownie dostarcza dokumentację BIM, gdy uzna, że spełnia ona wymagania jakości, w terminie zgodnym z ustaleniami planu naprawczego. Przy ponownym przekazaniu dokumentacji wykonawca dostarcza raport podsumowujący przeprowadzony proces koordynacji, wykrywania kolizji oraz zapewnienia jakości,
- e) gdy zamawiający/inżynier kontraktu uzna, że dokumentacja BIM spełnia wymagania jakości przekazuje ją do akceptacji zamawiającego/akceptuje. W przeciwnym wypadku dokumentacja BIM jest skierowana do korekty a proces rozpoczyna się od nowa.

(6) W praktyce oznacza to, że każdy model BIM, zarówno w Kluczowym jak i Pośrednim Punkcie Dostarczenia Danych (Data Drop), powinien zostać poddany powyższemu procesowi kontroli.

(7) Proces koordynacji w każdym Punkcie Dostarczenia Danych, zarówno kluczowym jak i pośrednim, powinien uwzględniać poniższe elementy:

- a) koordynacja wewnętrzna projektanta w zakresie branżowych modeli BIM (zawiera wewnętrzne procedury projektanta nie będące przedmiotem tego dokumentu),
- b) integracja poszczególnych modeli przez projektanta,
- c) wykrywanie kolizji i koordynacja wewnętrzna projektanta w zakresie modeli koordynacyjnych (zawiera wewnętrzne procedury projektanta nie będące przedmiotem tego dokumentu),
- d) wewnętrzne spotkania koordynacyjne projektanta,
- e) weryfikacja i zatwierdzenie wersji; wymaga się, aby każda wersja pliku miała określony kod zgodności i numer wersji zgodnej z uzgodnionymi standardami,
- f) wykrywanie kolizji i koordynacja ze strony wykonawcy (zawiera wewnętrzne procedury wykonawcy nie będące przedmiotem tego dokumentu), której docelowym efektem powinno być usunięcie wszystkich kolizji projektowych, niewymagających akceptacji zamawiającego, w Kluczowych Punktach Dostarczenia Danych,
- g) wewnętrzne spotkania koordynacyjne wykonawcy i projektanta,
- h) stworzenie raportu podsumowującego proces koordynacji i wykrywania kolizji.
- i) spotkanie przedstawicieli zamawiającego, inżyniera kontraktu i wykonawcy podsumowujące przeprowadzoną koordynację.

(8) Zamawiający zakłada, że proces koordynacji i wykrywania kolizji ma charakter ciągły i podlega kolejnym iteracjom, w których następuje rozwinięcie projektu, rozwiązanie uprzednio zidentyfikowanych problemów oraz podniesienie jakości dokumentacji (zwłaszcza modeli BIM). Dlatego też każdorazowo przed przekazaniem danych w Kluczowym i Pośrednim Punkcie Dostarczenia Danych konieczne jest przeprowadzenie koordynacji i wykrywania kolizji.

(9) Zamawiający zdaje sobie sprawę z tego, że proces ten jest czasochłonny, dlatego nie oczekuje, że w Pośrednich Punktach Dostarczenia Danych, od początku dostarczone będą modele wolne od kolizji oraz spełniające wszystkie wymagania jakościowe zawarte w podrozdziale 6.5. Ponadto zamawiający zaleca, aby wykrywanie kolizji w Pośrednich Punktach Dostarczenia Danych było przeprowadzane z uwzględnieniem stanu zaawansowania projektu w zakresie adekwatnym do aktualnych potrzeb (np. na etapie wstępnych ustaleń projektowych nie przeprowadza się wykrywania kolizji połączeń montażowych). Punkty Dostarczenia Danych zostały opisane w punkcie.

(10) Harmonogram koordynacji jest związany bezpośrednio z Punktami Dostarczenia Danych i powinien być tak ułożony, żeby zapewniał odpowiednią ilość czasu na przeprowadzenie kompletnego procesu koordynacji i wykrywania kolizji.

9. Podsumowanie

(1) W poprzednich rozdziałach omówione zostały elementy zaleceń i wytycznych związanych z realizacją projektów infrastrukturalnych – w szczególności drogowych – z zastosowaniem metodyki BIM. Podano ogólny wstęp do metodyki BIM według norm serii ISO 19650, zwrócono uwagę na specyfikę projektów infrastrukturalnych i liniowych w kontekście skutecznej wymiany informacji zwłaszcza w formatach otwartych i sposoby zaradzenia ich niedoskonałości w obszarze projektów tego typu. Omówiono elementy standaryzacji nazewnictwa i definicji poziomów definicji komponentów BIM LOD (LOGD/LOMI/LOIN). Natomiast w niniejszym opracowaniu świadomie pominięto kwestie przygotowania dokumentów procesu BIM, które jest zobowiązana dostarczyć strona Projektanta czy wykonawcy, takie jak BEP, MIDP i TIDP, jak i elementy zdefiniowania macierzy odpowiedzialności projektu czy wytycznych w zakresie organizacji pracy zespołowej i międzybranżowej, a także współpracy na linii zamawiający-wykonawca-inżynier kontraktu z powodu dostępnego publicznie i nieodpłatnie opracowania BIM Standard PL (BSPL) [38]. Pomocne w przygotowaniu i realizacji projektów w metodyce BIM mogą być także dokumenty projektu „Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce” jak i brytyjskie normy serii BS 8536 [21] i [22].

(2) Pewnym odniesieniem dla przygotowania projektów realizowanych w metodyce BIM – zwłaszcza drogowych i infrastrukturalnych, może być też definicja standardów BIM rządu Republiki Czeskiej, dostępna pod adresem: <https://www.czbim.org/info/stanovy-dokumenty/>.

(3) Celem niniejszego opracowania było przedstawienie rekomendacji i wytycznych pomocnych w przygotowaniu i realizacji drogowych projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem metodyki BIM. W opracowaniu wykorzystano międzynarodowe normy serii ISO 19650, przyjęte w zasób krajowego systemu norm jako PN EN-ISO 19650-1 oraz PN EN-ISO 19650-2, brytyjskich norm serii BS 1192, które de facto są fundamentem norm ISO 19650, brytyjskich norm serii BS 8536, dostępnych materiałów źródłowych i najlepszych praktyk. Opracowanie jest zbiorem wytycznych i zaleceń, jak aplikować międzynarodowe i otwarte standardy i normy BIM w przypadku realizacji w metodyce BIM projektów drogowych i infrastrukturalnych i jak zapewnić skuteczną wymianę cyfrowej informacji w projektach drogowych.

(4) Z racji różnorodności systemów projektowania i analizy obiektów drogowych, oraz celem uniknięcia zarzutu preferowania oprogramowania wybranych producentów i zaburzenia równowagi i konkurencyjności rynku, unikano podawania konkretnych zaleceń, czy rozwiązań projektowych związanych z konkretnymi pakietami oprogramowania, w głębokim przekonaniu, że adresaci i użytkownicy niniejszych wytycznych mają wysokie kompetencje w posługiwaniu się tym oprogramowaniem i potrafią przełożyć prezentowane tu zalecenie i wytyczne na konkretne działania w oprogramowaniu.

(5) Punktem skupienia opisanych zaleceń było nie podawanie konkretnych technicznych wymagań i zaleceń wytwarzania modeli BIM obiektów drogowych, ale przygotowanie skutecznego procesu informacyjnego BIM realizowanego w wielobranżowych zespołach projektowych, z pełnym i partnerskim udziałem zamawiającego i z dobrze zdefiniowaną warstwą zarządzania procesem BIM.

Załącznik nr 1. Tabela ról i odpowiedzialności na etapie Strategii i Wytycznych dla projektów realizowanych w metodyce BIM poziomu/stadium dojrzałości 2

Załącznik stanowi materiał ilustracyjny, rozszerzający omawiane w treści opracowania zagadnienia. Nie należy go traktować jako rekomendacji do stosowania w innych projektach, ale jako praktyczną prezentację o charakterze edukacyjnym zagadnień definiowania procesów informacyjnych BIM.

Tab. Z.1.1. Główne zadania procesu informacyjnego na rozpoczęcie etapu Strategia [38]

Funkcja/rola	Główne zadania procesu informacyjnego – początek etapu	Rezultaty etapu (deliverables)	Uwagi
Zamawiający	<ol style="list-style-type: none"> Powołanie Menedżera Informacji i Menedżera Projektu. Przygotowanie Business Case (BC) dla projektu. Identyfikacja wymogów bezpieczeństwa. Określenie bazowych potrzeb obiektu z punktu widzenia: zamawiającego, operatora, użytkowników końcowych, wymogów administracyjnych i na ich podstawie opracowanie zasadniczych oczekiwań co do rezultatów projektu. Identyfikacja szczególnych, nietypowych kompetencji po stronie wykonawców etapu projektowego lub wykonawczego i włączenie konsultantów posiadających takie kompetencje lub wprost wykonawców do prac etapu Strategia – jeżeli dany projekt tego wymaga. Jeżeli przedstawiciele operatora lub użytkowników końcowych mogą wnieść wartościowy przyczynik do definicji wymagań projektu, identyfikacja tych kompetencji i włączenie ich do prac etapu Strategia. Określenie planowanych parametrów kosztu inwestycji i/lub kosztu cyklu życia, zapotrzebowania energetycznego, śladu węglowego, innych parametrów środowiskowych, funkcjonalnych, użytkowych, estetycznych. Zestawienie bieżących wymagań/założeń/celów z wynikami wcześniejszych inwestycji. Identyfikacja istniejących standardów technicznych, informacyjnych i zarządzania przydatnych/ stosowalnych dla bieżącego projektu. Analiza ryzyka, bilans korzyści i potencjalnych strat. Określenie kamieni milowych projektu. Określenie wstępnego budżetu projektu. Zdefiniowanie strategicznych wymagań dla planu dostaw informacji projektowych i eksploatacyjnych (modele PIM/AIM), wymagań informacyjnych projektu oraz rezultatów projektu (ang. deliverables). Określenie podstawowych funkcji zarządzania projektem (Menedżer Projektu) i zarządzania procesem informacyjnym projektu (Menedżer Informacji) – patrz niżej. Inicjuje przygotowanie PIR i AIR, które są podstawą do przygotowania EIR. 	<ol style="list-style-type: none"> Raport BC. Studium wykonalności. Budżet i plan realizacji. Koszty projektu, koszty utrzymania, koszty cyklu życia. Parametry energetyczne, środowiskowe, ślad węglowy, efektywność obiektu (ekonomiczna, środowiskowa, estetyczna, użytkowa, ...). PFU. Cele BIM. Metryki KPI i benchmarki. Wymagania informacyjne dla projektu PIR. Wymagania informacyjne dla etapu eksploatacji AIR. SIWZ i EIR. 	<p>Ad 1. Norma PN-EN ISO 19650-2, pkt 5; dopuszcza w uzasadnionych przypadkach scedowanie zadań Menedżera informacji na stronę wykonawcy lub na niezależny podmiot trzeci. W przypadku takiego kroku, zamawiający powinien z góry określić zakres obowiązków zewnętrznego Menedżera informacji i wymagane kompetencje osoby, która by miała się podjąć pełnienia tej funkcji</p> <p>Ad 4 i 8. Jeżeli na tym etapie znane są podmioty projektujące i GW, powinny być włączone w przygotowanie bazowych wymogów projektu.</p> <p>Ad 14. Pomocne mogą być brytyjskie standardy [29] i [30].</p>
Menedżer Projektu	<ol style="list-style-type: none"> Menedżer Projektu jest odpowiedzialny za projekt i jego wyniki. Aby skutecznie zarządzać projektem, na etapie Strategii ustanawia zasady współpracy oraz procesy komunikacji, koordynacji, wymiany i weryfikacji informacji. W przypadku projektu realizowanego w metodyce BIM Menedżer Projektu – który odpowiada za jego całościowy wynik, powinien opracować założenia i plan zarządzania projektem z uwzględnieniem procesu informacyjnego BIM i jego głównych uczestników. 	<ol style="list-style-type: none"> Plan zarządzania projektem. Plan wdrożenia projektu. Plan organizacyjny projektu, role, odpowiedzialności, struktura 	<p>Ze względu na swoją rolę, Menedżer Projektu będzie współtworzył strategię projektu, w szczególności brał udział w wielu działaniach opisanych</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Plan zarządzania projektem powinien uwzględniać – i odpowiednio umocować w hierarchii odpowiedzialności, obowiązków i uprawnień – funkcje i role związane z zarządzaniem procesem informacyjnym BIM; w projekcie realizowanym w metodyce BIM oznacza to zwykle dołączenie funkcji zarządzania BIM (BIM Menedżer) i koordynacji BIM (Koordynator BIM) do tradycyjnych ról głównych projektantów czy wykonawców. 3. Analiza ryzyka projektu, analiza wpływu BIM na ryzyko projektu. 4. Rozpisanie etapów realizacji projektu i zgranie z planem dostarczania informacji BIM/ harmonogramem punktów dostarczania danych i punktów decyzyjnych zamawiającego. 5. Przygotowanie map procesów projektu (wstępne). 6. Współpraca przy przygotowaniu EIR w oparciu o PIR i AIR. 7. Analiza i doradztwo w wyborze rodzaju kontraktu/ procedur przetargowych. 8. Ocena dojrzałości oferty/oferentów względem wymagań EIR – wsparcie stron. 9. Ocena dojrzałości kompetencji BIM uczestników projektu. 10. Ustalanie metryk KPI i benchmarków dla ewaluacji wyników projektu. 11. Współpraca z działem IT w zakresie zapewnienia cyberbezpieczeństwa projektu. 	<p>zarządzania projektem.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Harmonogram projektu, kamienie milowe i pośrednie etapy, cele i rezultaty etapów. 5. Mapy procesów projektu. 6. Analiza ryzyka projektu, w tym związanego z użyciem BIM. 7. Metryki KPI i benchmarki/ sposoby oceny. 	<p>w punktach 1-14 w pozycji „Zamawiający” powyżej; tutaj wypisane są dodatkowe zadania związane z wdrożeniem w projekcie BIM, do wykonania na etapie definiowania Strategii</p> <p>Wczesne wyłonienie Menedżera Projektu kompetentnego w realizacji projektów BIM jest ważnym elementem dla powodzenia strategii biznesowej zamawiającego.</p>
Menedżer Informacji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategia informacyjna projektu – założenia. 2. Mapy procesów informacyjnych (wersja wstępna). 3. Standardowe metody i procedury (standardy BIM) projektu (standardy nazewnictwa, protokoły wymiany informacji, procedura przekazywania modeli/materiałów projektu do strefy współdzielenia i wymagania kontrolne, itp.). 4. Role i odpowiedzialności BIM w łańcuchu dostaw projektu. 5. Wsparcie przygotowania EIR w oparciu o PIR i AIR. 6. Szablony dokumentów BIM (BEP, MIDP, TIDP, LOD/LOIN, MPDT). 7. Protokół informacyjny BIM projektu – założenia zapisów do przetargu/negocjacji kontraktu. 8. Strategia współdzielenia informacji projektu, formaty wymiany, parametry i atrybuty w modelach BIM. 9. Strategia bezpieczeństwa informacji projektu. 10. Środowisko CDE projektu – studium potrzeb, wybór adekwatnych do nich rozwiązań. 11. Rozpoznanie potrzeb i szkolenia personelu zamawiającego z technologii BIM i procesów BIM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Założenia strategii informacyjnej, Standardy BIM, Standardowa metoda/procedura, role/funkcje/odpowi edzialności BIM. 2. Cele BIM. 3. Szablony podstawowych dokumentów BIM. 4. Środowisko CDE, założenia, wymagania, protokoły informacyjne, polityka bezpieczeństwa danych. 5. Protokół informacyjny BIM. 6. Raport kompetencji i Program szkoleń. 7. Mapy procesów informacyjnych. 8. Metryki KPI i benchmarki/ sposoby oceny. 9. Wymagania informacyjne dla projektu PIR. 10. Wymagania informacyjne dla etapu eksploatacji AIR. 	<p>Ze względu na swoją rolę, Menedżer Informacji będzie współtworzył strategię projektu, w szczególności brał udział w wielu działaniach opisanych w punktach 1-14 w pozycji „Zamawiający”; tutaj wypisane są dodatkowe zadania związane z wdrożeniem w projekcie BIM, do wykonania na etapie definiowania Strategii.</p> <p>Wczesne wyłonienie Menedżera Informacji jest ważnym elementem dla powodzenia strategii biznesowej zamawiającego.</p> <p>Ad 7. Jeżeli zamawiający ma własne środowisko CDE dla projektu.</p>

Załącznik nr 2. Tabela LOD/LOIN opublikowana w przetargu na obwodnicę Zatora

Załącznik stanowi materiał ilustracyjny, rozszerzający omawiane w treści opracowania zagadnienia. Nie należy go traktować jako rekomendacji do stosowania w innych projektach, ale jako praktyczną prezentację o charakterze edukacyjnym zagadnień definiowania procesów informacyjnych BIM.

Wprowadzenie

(1) Poziomy szczegółowości modeli LOD/LOGD (ang. Level of Graphical Development/Detail), a także poziomy nasycenia modelu informacją niegeometryczną LOI/LOMI (ang. Level of Model Information) definiują wymagany poziom szczegółowości w modelach BIM dostarczanych przez zespoły projektowe dla modeli informacyjnych obiektów budowlanych (PIM/AIM), gwarantujące wystarczającą na danym etapie rozwoju projektu dokładność graficzną i nasycenie informacjami niegeometrycznymi modeli BIM. Przez „wystarczającą” dokładność modeli BIM rozumie się wprowadzenie informacji do modelu i jego komponentów na tyle szczegółowo, aby możliwe było zrozumienie intencji projektantów i istoty proponowanych przez nich rozwiązań, ale ograniczało ilość pracy do niezbędnego na danym etapie rozwoju projektu minimum. Dzięki temu projektanci nie są przeciążani nadmierną ilością pracy, a zamawiający otrzymuje niezbędne informacje do odrzucenia lub akceptacji propozycji projektantów. W przypadku wątpliwości, który poziom LOD jest bardziej adekwatny zaleca się przyjęcie niższego poziomu. Tak więc definicje poziomów LOGD/LOMI są kluczowym elementem zapewnienia „zrównoważonych procesów informacyjnych” w projektach BIM, minimalizujących nakłady pracy projektantów i maksymalizujących prawo zamawiającego do bycia adekwatnie informowanym o stanie rozwoju projektu, celem umożliwienia mu podjęcie sensownej decyzji. Z punktu widzenia procesów szczupłego zarządzania (ang. Lean Management) poziomy LOGD/LOMI są elementem eliminacji strat (ang. waste) związanych z „nadprodukcją” informacji.

(2) Standardy LOGD/LOMI to relatywnie późna koncepcja w metodologii BIM, pierwsze powszechnie znane standardy tego typu znane pod nazwą LOD zostały opracowane przez organizację AIA (ang. American Institute of Architects) [1] pod koniec pierwszej dekady XXI w. Po kilku latach dalszy rozwój standardu został przekazany organizacji BIMForum [2], która je nieco rozszerzyła i odpowiada za ich kolejne aktualizacje. Standardy LOD zdefiniowane przez AIA/BIMForum są najbardziej znane i często wykorzystywane, jednak z punktu widzenia projektów infrastrukturalnych są mało przydatne z racji ich zdefiniowania dla obiektów kubaturowych. Nie implementują też nowszych koncepcji w definiowaniu pożądanego poziomu informacji niegraficznej w modelach BIM LOI/LOMI, przydatnych np. w przygotowaniu Wymagań Informacyjnych zamawiającego (EIR), Planu Wykonania BIM (BEP) czy dla transferu danych o inwestycji do systemów klasy FM (Facility Management).

(3) Dla projektów infrastrukturalnych, w szczególności liniowych, jak dotąd nie powstał powszechnie akceptowany standard LOGD/LOMI, choć w wielu firmach i licznych projektach podjęto próby zdefiniowania tego standardu typu, albo jako standardy wewnętrzne danej firmy albo jako definicje rozwijane dla pojedynczych projektów. Prawdopodobnie stan prac nad standaryzacją tych zagadnień jest najdalej zaawansowany w Finlandii w projekcie InfraBIM [3], jakkolwiek nie są one jeszcze ukończone i nie opracowano jak dotąd standardu LOGD/LOMI dla tego projektu.

(4) Jeżeli chodzi o rozwój koncepcji poziomów szczegółowości/definicji modeli to normy brytyjskiego mandatu BIM z serii 1192, a ściślej standard PAS 1192-2:2013 [4] przynoszą pewien postęp, posługują się mianowicie bardziej rozwiniętą terminologią, która obejmuje koncepcję „poziomu definicji modeli” (Level of Definition), odróżnianego od pojęcia „poziomu szczegółowości graficznej modeli” (Level of Detail – LOD) jak i od nowego pojęcia standardu PAS 1192-2:2013, czyli „poziomu informacji niegraficznej modelu” (Level of Information – LOI). W świetle definicji tego standardu poziom definicji modelu jest rozumiany jako suma poziomu szczegółowości graficznej LOD i poziomu informacji niegraficznej LOI.

(5) Jakkolwiek nowe koncepcje poziomu definicji modeli znalazły już swoje miejsce w praktyce stosowania metodologii BIM i to nie tylko w Wielkiej Brytanii, warto jednak zauważyć, że same normy nie definiują standardów LOD/LOI, a w swoich zapisach i koncepcjach odwołują się do obszaru projektów kubaturowych.

(6) Dwa elementy brytyjskiego systemu są warte uwagi z punktu widzenia poziomów definicji modeli LOGD/LOMI dla projektów infrastrukturalnych. Pierwszy z nich to powiązanie poziomów definicji modeli z definicjami etapów rozwoju projektu według przyjętego systemu faz rozwoju projektu, co umożliwia użycie innej struktury faz rozwoju projektu, w szczególności lepiej dopasowanej do cyklu życia projektu infrastrukturalnego i odpowiednio dostosowanych do nich wymagań definicji modeli. Drugim wartościowym elementem brytyjskiego wsparcia dla BIM poziomu 2 jest zdefiniowanie w dostępnym nieodpłatnie serwisie internetowym organizacji NBS (ang. National Building Specification) o nazwie NBS BIM Toolkit definicji poziomów LOGD/LOMI dla kilkuset przykładowych komponentów budowlanych, w tym najważniejszych obiektów infrastrukturalnych. Wprowadzić przypisano je konsekwentnie do faz rozwoju projektu identycznych z projektami kubaturowymi według RIBA Plan of Work, ale ewentualna modyfikacja do innego systemu faz rozwoju projektu nie jest już taka trudna.

(7) Niniejsza propozycja standardów BIM Fundacji EccBIM powstała w wyniku analizy najlepszych praktyk rynkowych w wielu krajach. Opracowane w wyniku tych analiz standardy LOGD(LOD)/LOMI(LOI) dla krajowego rynku budowlanego są adaptacją rozwiązań opartych m.in. o standard PAS 1192-2:2013, NBS BIM Toolkit, propozycje duńskiej firmy MT Højgaard [6], dokumentu standardu infrastrukturalnego Autodesk pt. Corporate BIM Standard For Infrastructure Projects [7] opracowanego dla Rosji, oraz innych definicji LOGD(LOD)/LOMI(LOI) o charakterze „najlepszych praktyk rynkowych”.

Definicje LOGD/LOMI dla poszczególnych komponentów modeli BIM

(1) W opracowaniu przyjęto następujące etapy rozwoju projektu i odpowiadające im poziomy szczegółowości danych graficznych i informacji w modelach BIM:

- a) Etap 0 – Definicja założeń projektu,
- b) Etap 1 – Studium korytarzowe, PFU,
- c) Etap 2 – Koncepcja/Projekt koncepcyjny,
- d) Etap 3 – Projekt Budowlany,
- e) Etap 4 – Projekt wykonawczy,
- f) Etap 5 – Projekt warsztatowy/montażowy,
- g) Etap 6 – Projekt powykonawczy/inwentaryzacja powykonawcza,
- h) Etap 7 – Dokumentacja eksploatacyjna.

(2) Proponowane definicje LOGD(LOD)/LOMI(LOI) zawarte są w tab. Z.2.1. W tab. od Z.2.2 do Z.2.11 zawarto przykładowe rozwinięcia definicji LOGD(LOD)/LOMI(LOI) dla wybranych typów modelowanych obiektów. W tab. Z.2.1 zebrano proponowane wymagania geometryczne i informacyjne LOGD/LOMI modeli BIM na potrzeby projektów infrastrukturalnych. Dla uproszczenia w dalszej części dokumentu będą użyte wyłącznie skróty LOGD i LOMI. Rysunki w tab. od Z.2.2 do Z.2.11 pochodzą ze standardu [7], wymagania są własnym opracowaniem pod specyfikę krajowych wymagań projektowych i najlepszych praktyk z rynku [1], [2], [3], [4], [5], [6] i [7].

Tab. Z.2.1. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacji w modelu infrastrukturalnym – propozycja standardu EccBIM

Etap#	LOGD#	Dane	Reprezentacja geometrii/nasycenia informacją	Autoryzowane użycie	Uwagi
	LOMI#				
0. Definicja założeń projektu	LOGD0	Dane graficzne 2D CAD, nie generowane z modelu, niepowiązane ze sobą.	Linie 2D, szkice, dopuszczalny brak precyzji geometrycznej.	Analizy: brak. Harmonogramy: brak. Kosztorysy: brak. Przedmiar/obmiar: brak.	
	LOMI0	Informacje projektowe niegenerowane z modelu lub 2D CAD.	Założenia projektowe, raporty, listy pożądanych cech/funkcji.	Inne: brak.	
1. Studium korytarzowe, PFU	LOGD1	Dane graficzne w postaci zarysów obiektów 2D lub 3D CAD przechowywane w modelu. Informacja wizualna pokazująca zasadnicze założenia/idee projektu, może być przydatna dla określenia celów strategicznych projektu, założeń koordynacji.	Linie 2D lub 3D, granice i ogólny zarys obiektów.	Analizy: możliwe wstępne powierzchnie, objętości. Harmonogramy: możliwe ogólne etapowanie. Kosztorysy: możliwe zgrubne wskaźnikowe według danych porównawczych co do typu, technologii, innych warunków.	Odpowiada mniej więcej LOD100 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD1 według PAS 1192-2/NBS
	LOMI1	Informacje projektowe nie przechowywane/nie generowane z modelu. Brak szczegółowych danych o ilości czy dokładnym rozmieszczeniu komponentów.	Pliki tekstowe, raporty.	Przedmiar/obmiar: brak. Inne zastosowanie: według celów BIM projektu.	
2. Koncepcja	LOGD2	Modele brytowe 3D o poprawnej orientacji i lokalizacji, pozwalające na ogólną koordynację międzybranżową, analizę powierzchni, wstępną analizę kosztu 1 mb/1 m ² /1 m ³ . W modelach są przestrzenie serwisowe lub wynikające z procesów instalacji.	Bryły koncepcyjne 3D.	Analizy: możliwe zgrubne analizy np. odległości/ powierzchnie/objętości, oświetlenie, ogólne analizy oparte o dane dla wybranych systemów/ elementów. Harmonogramy: możliwe harmonogramowanie w zgrubnej skali czasowej głównych obiektów/części inwestycji i ich sekwencji.	Odpowiada mniej więcej LOD200 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD2 według PAS 1192-2/NBS
	LOMI2	Poziom informacji stosowny do wstępnych analiz powierzchni, kosztów. W modelu jest przybliżona informacja o strefach, odcinkach. Informacja o rodzaju instalacji, typowych materiałach.	Elementy modelu są poprawnie nazwane. Informacja parametryczna w modelach o przybliżonych wymiarach.	Kosztorysy: możliwe szacunkowe według danych wskaźnikowych dla typów obiektów, systemów, według szacunkowej powierzchni, długości, kubatury, przewidywanej typowej technologii i typowych materiałów. Przedmiar/obmiar: szacunkowy na podstawie ilości, długości, powierzchni, objętości. Inne zastosowanie: według celów BIM projektu.	

3. Projekt Budowlany	LOGD3	<p>Modele pozwalające zobrazować rozwinięte koncepcje projektowe z istotnie zwiększoną ilością szczegółów.</p> <p>Model BIM zawiera komponenty 3D pojedynczych elementów typu ogólnego, według ich ilości, rodzaju, funkcji czy właściwości, z pokazaniem ich ogólnej relacji do innych komponentów modelu danej branży, jak i skoordynowanych z komponentami innych branż. Wymiary i orientacja dokładne i ustalone (w sensie ogólnej reprezentacji elementów), ale przybliżone w sensie przyszłej podmiiany na konkretne rozwiązania/produkty/elementy, dla których kształt lub położenie czy orientacja mogą jeszcze podlegać pewnym niewielkim zmianom wewnątrz przydzielonych korytarzy projektowych.</p>	<p>Komponenty 3D mogą pochodzić z ogólnych bibliotek komponentów pokazujących graficznie ich typowe wymiary, relacje z innymi elementami (np. dla stupa pokazane jest łączenie ze stopą fundamentową), ale bez finalnej ich reprezentacji. Model powinien pozwolić zwizualizować ich funkcję, relacje przestrzenne do innych komponentów, powinien pozwolić wykonać koordynację przestrzenną i analizę kolizji.</p>	<p>Analizy: możliwe analizy np. odległości/powierzchni/objętości, rodzajów obiektów i ich powierzchni/objętości, oświetlenie, ogólne analizy energetyczne oparte o dane parametryczne dla wybranych systemów/elementów.</p> <p>Harmonogramy: możliwe harmonogramowanie w skali czasowej wszystkich obiektów/części inwestycji i ich sekwencji. Jeżeli będzie dodana informacja o klasyfikacji komponentów, harmonogramy będą precyzyjniejsze.</p> <p>Kosztorysy: możliwe przybliżone według danych parametrycznych w komponentach BIM według typów obiektów, ich pożądanym parametrów i funkcji. Dzięki względnie dokładnym analizom powierzchni, długości, kubatury oraz przewidywanej typowej technologii i określonych materiałów, kosztorysy wymagają przyjęcia tylko niektórych parametrów wskaźnikowo (np. roboczogodziny czy oszacowane z typu komponentów ilości zbrojenia, które nie jest jeszcze modelowane). Jeżeli będzie dodana informacja o klasyfikacji komponentów, kosztorysy będą precyzyjniejsze.</p> <p>Przedmiar/obmiar: na podstawie ilości i typu elementów, ich długości, powierzchni, objętości i rodzaju materiału.</p> <p>Inne zastosowanie: według celów BIM projektu.</p>	<p>Odpowiada mniej więcej LOD300 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD3/LOI3 według PAS 1192-2/NBS</p>
	LOMI3	<p>Informacje w modelu powinny być przydatne do wstępnych analiz systemów, weryfikacji założeń projektowych. Powinny określać nazwy kategorii i rodzajów/typów komponentów, ogólne informacje o materiałach, umożliwiać generowanie wstępnych zestawień i harmonogramów, szacować obciążenia energetyczne czy oddziaływania środowiskowe. Nazwa komponentu powinna precyzyjnie i w systematyczny sposób odzwierciedlać jego rodzaj i funkcję.</p>	<p>Informacja parametryczna przechowywana w modelach. Parametry mogą specyfikować pożądane cechy/właściwości, a nie rzeczywiste, powinny pozwalać analizować zachowanie i cechy projektowanego obiektu i jego systemów. Zalecane dodanie informacji o klasyfikacji komponentów według przyjętego systemu klasyfikacji budowlanej, np. UNICLASS-2015. Kodowanie w nazwach plików/kontenerów informacji o strefach/lokalizacjach/korytarzach projektowych.</p>	<p>Przedmiar/obmiar: na podstawie ilości i typu elementów, ich długości, powierzchni, objętości i rodzaju materiału.</p> <p>Inne zastosowanie: według celów BIM projektu.</p>	

4. Projekt wykonawczy	LOGD4	<p>Modele zawierają dokładną i szczegółową geometryczną informację o komponentach składowych 3D modelowanych jako oddzielne elementy, ich wymiarach, finalnym położeniu i lokalizacji. Dla zestawień elementów (elementów łączonych/łączących się z innymi elementami), modele zawierają ogólną informację graficzną o interfejsie tych połączeń co do wymiarów, sposobu połączenia, materiałów, w tym dylatacji montażowych, warstw składowych (podbudowa, hydroizolacja itp.).</p>	<p>Komponenty 3D mogą pochodzić z bibliotek komponentów producentów konkretnych rozwiązań lub być rozwijane na potrzeby projektu. Model na tym etapie może być transformowany z modelu BIM do wstępnej fazy modelu AIM, przez zamianę komponentów typowych na konkretne rozwiązania dostępne na rynku przyjęte przez projektantów. Powinien pozwolić zwizualizować funkcje, relacje przestrzenne do innych komponentów, umożliwić wykonanie pełnej koordynacji przestrzennej i pełnej analizy kolizji, z uwzględnieniem elementów montażowych i interfejsów współpracy komponentów modelu.</p>	<p>Analizy: możliwe pełne analizy konstrukcji i systemów na podstawie założonych parametrów, pełna informacja np. o odległościach/powierzchni/objętościach, możliwe analizy oświetlenia, analizy energetyczne projektowe, analizy środowiskowe i kosztów cyklu życia.</p> <p>Harmonogramy: możliwe harmonogramowanie w skali czasowej wszystkich obiektów/ części inwestycji, ich poprawnej i precyzyjnej sekwencji czasowej. Informacja o technologii wykonania i klasyfikacji budowlanej komponentów umożliwi precyzyjne harmonogramowanie.</p> <p>Kosztorysy: możliwe precyzyjne kosztorysy na podstawie danych parametrycznych</p>	<p>Odpowiada mniej więcej LOD350 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD4/LOI4 według PAS 1192-2/NBS</p>
	LOMI4	<p>Informacja parametryczna o materiałach, także obiektów złożonych z kompozycji materiałów (np. ściany warstwowe, elementy zbrojone), parametrach fizycznych, geometrycznych, technologii wykonania, systemie klasyfikacji. Nazwa komponentu powinna precyzyjnie i w systematyczny sposób odzwierciedlać jego kategorię, rodzaj i funkcję.</p>	<p>Informacja parametryczna w komponentach BIM pozwala na precyzyjne określenie kategorii, typu, funkcji, relacji do innych komponentów modelu. Dane zawierają informacje o cechach fizycznych komponentów, materiałach (w tym materiałach wchodzących w skład elementów złożonych z warstw czy układów materiałów, ich grubościach, funkcjach nośnych, parametrach wytrzymałościowych, ścieralności i innych stosownych dla danego typu komponentu). Część informacji na poziomie LOMI4 może być przechowywana w zewnętrznych zasobach danych lub systemach, jak np. cenniki czy harmonogramy, jako informacja dostępna przez odniesienie/ dołączenie (informacja linkowana).</p>	<p>w komponentach BIM według typów obiektów, ich materiałów (w tym kompozycji materiałów), pożądanych parametrów i funkcji. Dokładne analizy powierzchni, długości, kubatury, zdefiniowanej technologii oraz określonych materiałów pozwalają na zastąpienie większości zestawień ilościowych opartych na założonych wskaźnikach przez dokładne obmiary, co sprawia, że kosztorysy nie wymagają przyjęcia prawie żadnych parametrów wskaźnikowo (np. poza roboczo-godzinami). Informacja o klasyfikacji budowlanej komponentów pozwalała precyzyjnie określać te parametry.</p> <p>Przedmiar/obmiar: możliwy dokładny przedmiar/obmiar na podstawie ilości i typu elementów, ich długości, powierzchni, objętości i rodzaju materiału, w tym materiałów wchodzących w skład komponentów składających się z kompozycji materiałów.</p> <p>Inne zastosowanie: według celów BIM projektu.</p>	

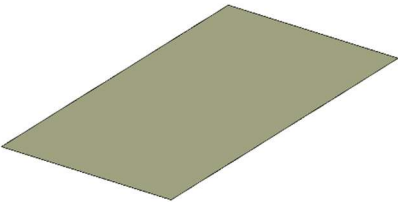
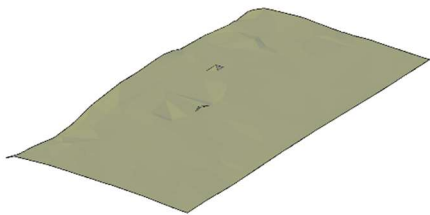

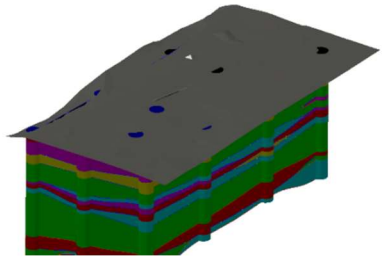
5. Projekt Warsztatowy/ Montażowy	LOGD5	Jak w LOGD4 plus informacja geometryczna definiująca dane o wytwarzaniu/ produkcji/montażu. Model BIM składa się z komponentów 3D zawierających wszystkie istotne z punktu widzenia realizacji i technologii montażu elementy, dokładną informację geometryczną montażową (otwory, średnice, spoiny, uszczelnienia itp.).	Informacja geometryczna montażowa może być przedstawiona w niezależnych plikach zawierających uściśloną informację z modeli BIM, również jako rysunki 2D lub 3D lub jako niezależnie przygotowane modele BIM o wysokim poziomie szczegółowości. Ponieważ rysunki najczęściej nie są generowane wprost z modelu BIM projektanta lub są generowane z niezależnie przygotowanego modelu BIM wykonawcy/ podwykonawcy, na wykonawcy ciąży obowiązek koordynacji modeli BIM projektowego i wykonawczego i dbałości o aktualność informacji dla prefabrykacji, montażu czy instalacji tych elementów obiektu.	<p>Analizy: możliwe pełne analizy konstrukcji i systemów na podstawie ścisłych parametrów projektowych, pełna informacja o odległościach/ powierzchni/ objętościach, rodzajach pomieszczeń i ich powierzchniach/ objętościach, analizy oświetlenia, analizy energetyczne realnie osiągniętych parametrów instalacji, analizy środowiskowe, analiza kosztów cyklu życia.</p> <p>Harmonogramy: możliwe harmonogramowanie w skali czasowej wszystkich obiektów/części inwestycji w tym pełnej technologii wykonawstwa, montażu, prac wykończeniowych i uruchomieniowych i ich poprawnej i precyzyjnej sekwencji czasowej. Informacja o technologii wykonania i klasyfikacji budowlanej komponentów umożliwi precyzyjne harmonogramowanie.</p> <p>Kosztorysy: możliwe precyzyjne kosztorysy na podstawie danych parametrycznych w komponentach BIM według typów obiektów, ich materiałów (w tym kompozycji materiałów), pożądanym parametrów i funkcji. Dokładne analizy powierzchni, długości, kubatury, zdefiniowanej technologii oraz określonych materiałów gwarantuje, że kosztorysy nie wymagają przyjęcia prawie żadnych parametrów wskaźnikowo (np. poza roboczo-godzinami). Informacja o klasyfikacji budowlanej komponentów pozwala precyzyjnie określać te parametry.</p> <p>Przedmiar/obmiar: możliwy dokładny przedmiar/obmiar na podstawie ilości i typu elementów, ich długości, powierzchni, objętości i rodzaju materiału, w tym materiałów wchodzących w skład komponentów składających się z kompozycji materiałów.</p>	Odpowiada mniej więcej LOD400 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD5/LOI5 według PAS 1192-2/NBS
	LOMI5	Jak w LOMI4 plus informacja o technologii montażu, kategorii i typie elementu według specyfikacji wytwórcy, dane o wytwórcy, dane o projektancie/ konsultancie odpowiedzialnym za projekt, innych istotnych dla wytworzenia lub instalacji danego rodzaju elementu/ komponentu.	Oprócz informacji o opisanych danych dla komponentów modeli, istotne jest podanie informacji kontaktowych do projektantów/ konsultantów/ podwykonawców odpowiedzialnych za rozwój koncepcji i projekt poszczególnych elementów obiektu budowlanego i jego systemów, zwłaszcza tych projektowanych jako własne rozwiązania w projekcie, jak i wytwórców tych obiektów, celem zachowania w modelu krytycznych informacji kontaktowych przydatnych w fazie budowy i eksploatacji.		

				Inne zastosowanie: według celów BIM projektu	
6. Projekt Powykonawczy	LOGD6	Jak LOGD5 plus pełna informacja graficzna o wszystkich istotnych komponentach modelu BIM, ich faktycznej (po wykonaniu) lokalizacji, orientacji, wymiarach, odstępstwach od projektu. Jeżeli EIR specyfikuje takie żądanie, informacja o lokalizacji znaczników RFID lub etykiet kodów kreskowych czy kodów QR dołączonych do komponentów.	Model powykonawczy BIM powinien odzwierciedlać w graficzny sposób informację o realnie wykonanym obiekcie, wprowadzając do modelu PIM/AIM konieczne modyfikacje według przeprowadzonej inwentaryzacji powykonawczej. Model BIM na poziomie LOGD 6 powinien dokumentować wszelkie zatwierdzone odstępstwa projektowe lub wykonawcze, od modelu projektowego. Informacja geometryczna i parametryczna może być uzupełniona fotografiami lub innymi informacjami graficznymi realnie dokumentującymi stan faktyczny.	Analizy: możliwe pełne analizy konstrukcji i systemów na podstawie parametrów rzeczywistych, a nie projektowych, pełna informacja np. o odległościach/ powierzchni/ objętościach, analizy oświetlenia, analizy energetyczne realnie osiągniętych parametrów instalacji, analizy środowiskowe, analiza kosztów cyklu życia. Harmonogramy: możliwe harmonogramowanie w skali czasowej wszystkich obiektów/części inwestycji w tym pełnej technologii wykonawstwa, montażu, prac wykończeniowych i uruchomieniowych, ich poprawnej i precyzyjnej sekwencji czasowej. Weryfikacja harmonogramów projektowych realnie osiągniętymi wynikami przebiegu projektu, z uwzględnieniem nieprzewidzianych czynników losowych, ryzyk projektowych, realnego czasu na uzyskanie pozwoleń, zgód i decyzji administracyjnych (ZRID). Kosztorysy: możliwe precyzyjne kosztorysy na podstawie danych parametrycznych w komponentach BIM według typów obiektów, ich materiałów (w tym kompozycji materiałów), pożądanym parametrów i funkcji oraz realnych danych z zakresu wykonawstwa (ceny zakupu, wykonania, realne roboczogodziny, uwzględnienie wszelkich czynników ryzyka itp.). Dokładne analizy powierzchni, długości, kubatury, zdefiniowanej technologii oraz określonych materiałów gwarantuje, że kosztorysy nie wymagają przyjęcia prawie żadnych parametrów wskaźnikowo (np. poza roboczogodzinami). Przedmiar/obmiar: możliwy dokładny obmiar na podstawie ilości i typu zużytych	Odpowiada mniej więcej LOD500 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD6/LOI6 według PAS 1192-2/NBS
	LOMI6	Jak LOMI5 plus kompletna informacja o lokalizacji zainstalowanych komponentów (w tym piętrach, strefach, kilometrażu, segmentach projektu – cokolwiek stosowne dla jednoznacznego określenia umiejscowienia tych elementów w modelu i w realnym obiekcie), ich danych technicznych i parametrach fizycznych, zastosowanych technologiach, materiałach, sposobie wykonania. Numery seryjne urządzeń, daty montażu, informacje o kartach technicznych, certyfikatach/ atestach (jeśli stosowne), testach z odbiorów i faktycznie osiągniętych parametrach. Okresy i zasady gwarancji i przeglądów serwisowych, dołączone informacje o kartach technicznych, podręcznikach użytkownika, praktycznych wnioskach z testów i rozruchu. Żywotność/przebiegi	Informacje typu atesty, certyfikaty, karty techniczne, gwarancje, wyniki testów lub badań itp. nie są częścią modeli BIM, ale zaleca się dołączać tą informację do modeli. Można w tym celu korzystać z dedykowanych rozwiązań zaprojektowanych do łączenia informacji z modeli z informacjami istotnymi dla fazy operacyjnej budowy lub dokonać tego wprost w modelu BIM przez mechanizm odniesień zewnętrznych/ linkowań, najlepiej w formatach indeksowalnych i przeszukiwalnych (pliki tekstowe, arkusze kalkulacyjne, pliki bazodanowe, pdf „tekstowe” a nie jako skany bitmapowe). Pliki bitmapowe (skany, fotografie) są akceptowalne w zasadzie tylko w przypadku skanowanych dokumentów urzędowych z poświadczeniami pieczęciami urzędowymi, pisanych pismem ręcznym lub		

		poszczególnych komponentów. Jeżeli EIR specyfikuje takie żądanie, informacja o numerach/kodach przypisanych znacznikom RFID/QR-codes dołączonym do komponentów, ich lokalizacji na komponentcie.	fotografii z odbiorów realnego obiektu dokumentujących status quo obiektu.	materiałów, użytych elementów, ich długości, powierzchni, objętości i rodzaju materiału, w tym materiałów wchodzących w skład komponentów składających się z kompozycji materiałów. Inne zastosowanie: według celów BIM projektu.	
7. Dokumentacja eksploatacyjna	LOGD7	Jak LOGD6 plus odzwierciedlenie w modelu BIM wszelkich modyfikacji, przebudów, zmian w metrażu/kubaturze pomieszczeń, wymian elementów systemów obiektu, sposobów użytkowania itp.	Jak LOGD6		Odpowiada mniej więcej LOD500 według systematyki AIA/ BIMForum lub LOD6/LOI6 według PAS 1192-2/NBS
	LOMI7	Jak LOMI6 plus informacja o wszelkich zmianach, modyfikacjach w obiekcie, jego systemach i komponentach. Informacja o wymienionych komponentach jest uaktualniania w modelu (lub systemie połączonym z modelem), dodawane są dla wymienionych komponentów karty techniczne (np. przez linkowanie), podręczniki użytkownika (linkowanie), okresy gwarancji, okresy serwisowe, przewidywana żywotność. Jeśli w projekcie jest implementowany proces typu Soft Landings, model jest wzbogacany w okresie po 1-ym, 2-gim i 3-cim roku informacjami z audytów osiągniętych parametrów użytkowych, zaobserwowanymi problemami/wnioskami.	Jak LOMI6		
<p>UWAGI:</p> <ul style="list-style-type: none"> • powyższą tabelę – tak jak i standardy AIA/BIMForum czy PAS 1192-2:2013 – należy traktować jako ogólne zalecenie i rodzaj przewodnika koncepcyjnego, • nie należy odczytywać powyższej tabeli dosłownie w odniesieniu do każdego modelowanego komponentu modeli BIM, z założeniem, że wszystkie powyższe wymagania są obowiązkowe na każdym wymienionym etapie, • ze względu na bogactwo komponentów BIM i ich różnorodność, trudno jest w zwarty sposób przedstawić jednorodnego systemu definicji LOGD/LOMI dla wszystkich rodzajów komponentów BIM, • podobnie, dla konkretnego projektu na danym etapie jego rozwoju Wymagania Informacyjne Zamawiającego EIR czy propozycje projektantów przedkładane w BEP mogą wskazywać różne poziomy LOGD i LOMI dla danego komponentu w danym punkcie dostarczania danych – zależy to m.in. od celów BIM projektu i wymagań informacyjnych Zamawiającego, możliwości oprogramowania i kompetencji zespołów projektu. 					

Teren i geologia


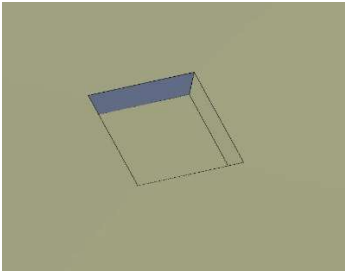
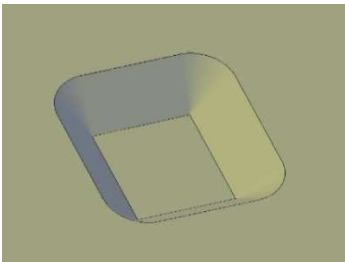
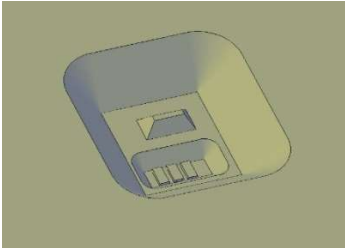
Tab. Z.2.2. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli terenu i geologii

LOGD/LOMI	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: Geometria 2D, teren istniejący jako powierzchnia 2D (płaszczyzna), oznaczony punkt (-y) referencyjny(-e); w przypadku istotnych spadków terenu dopuszcza się modelowanie kilkoma płaszczyznami. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD2/LOMI2		LOGD: Teren jako powierzchnia 3D definiowana przez punkty, linie konturowe, triangularyzację (TIN), bez obiektów ani ew. skomplikowanych jej elementów (żałomy, uskoki, ...). LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii komponentu modelu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: jak LOGD2, ale z uwzględnieniem skomplikowanych elementów terenu, chronionych zasobów środowiska. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie.
LOGD4/LOMI4		LOGD: jak LOGD3, ale teren jest złożeniem wielu powierzchni 3D, wszystkie istotne elementy terenu są modelowane, informacja wizualna jest wzbogacona w przekroju z uwzględnieniem danych geologicznych, jeżeli to możliwe. LOMI: jak LOMI3 plus podstawowe informacje o parametrach geologicznych.
LOGD5/LOMI5	-	-
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: Dla modeli terenu, wykopów, skarp, nasypów, wykopów pod sieci i kanalizację pominięto poziomy definicji od 5 w górę, z racji faktu, że tego typu obiekty nie wymagają zaawansowanych poziomów informacji w modelu; wystarczającą informacją nawet na poziomie modeli powykonawczych jest poziom definicji 4, który pozwala generować przedmiary i obmiary, niesie dane o warstwach geologicznych, i np. przekazuje dokładne dane dla maszyn 3D pracujących w oparciu o cyfrowy model terenu.

Skarpy, nasypy, pochyłości

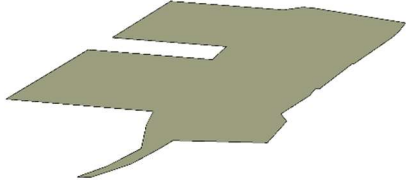
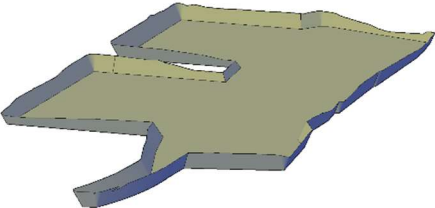
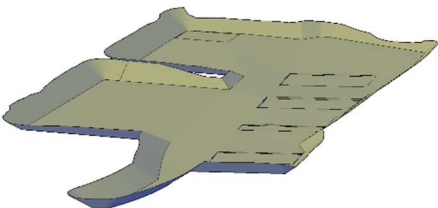
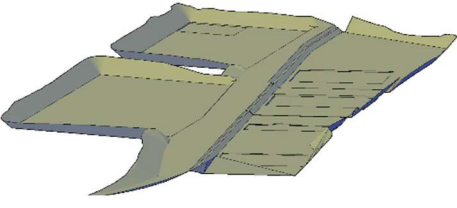
Tab. Z.2.3. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli skarp, nasypów i pochyłości

LOGD/LOMI	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		<p>LOGD: Obszar prac ziemnych jest modelowany jako płaszczyzna 2D, z uwidocznieniem punktu odniesienia o przeciętnej dla zakresu terenu wysokości (elewacji). W przypadku istotnych spadków terenu dopuszcza się modelowanie kilkoma płaszczyznami.</p> <p>LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.</p>
LOGD2/LOMI2		<p>LOGD: Obszar prac ziemnych jest modelowany w sposób uproszczony przy użyciu brył geometrycznych; wykop jest reprezentowany jako płaszczyzna 2D w przestrzeni 3D, z podaniem rzędnej punktu odniesienia o przeciętnej dla zakresu terenu wysokości (elewacji) i odniesieniem/połączeniem poprzez przybliżone pochylenia z zasadniczą powierzchnią odniesienia modelu terenu. Nasypy/pochylenia są reprezentowane jako przybliżone linie nieciągłości lub skarpy.</p> <p>LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.</p>
LOGD3/LOMI3		<p>LOGD: Powierzchnia 3D bez detali z trójwymiarowymi liniami nieciągłości i skarpami/nasypami. Pochylenia skarp/nasypów i ich współrzędne wysokościowe dokładne i sparametryzowane w modelu (po zmodyfikowaniu zapewniają poprawne wartości).</p> <p>LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie.</p>
LOGD4/LOMI4		<p>LOGD: jak LOGD3, ale z modelowaniem detali. Modele 3D skarp/nasypów ze ścisłymi i sparametryzowanymi wartościami pochyień/spadków.</p> <p>LOMI: jak LOMI3 plus podstawowe informacje o parametrach geologicznych.</p>
LOGD5/LOMI5	-	-
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: Dla modeli terenu, wykopów, skarp, nasypów, wykopów pod sieci i kanalizację pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI od 5 w górę z racji faktu, że tego typu obiekty nie wymagają zaawansowanych poziomów informacji w modelu; wystarczającą informacją nawet na poziomie modeli powykonawczych jest poziom definicji 4, który pozwala generować przedmiary i obmiary, niesie dane o warstwach geologicznych, i np. przekazuje dokładne dane dla maszyn 3D pracujących w oparciu o cyfrowy model terenu.

Wykopy pod fundamenty

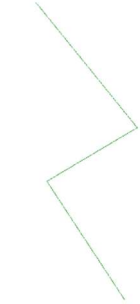
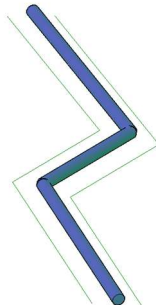
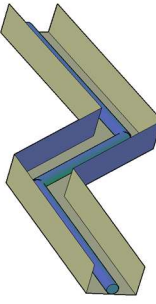
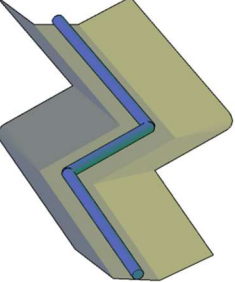
Tab. Z.2.4. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli wykopów pod fundamenty

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: Zgrubna reprezentacja 2D wykopu pod fundamenty jako powierzchnia (płaszczyzna) z uwidocznieniem punktu odniesienia o przeciętnej współrzędnej wysokościowej (elewacji). W przypadku istotnych spadków terenu dopuszcza się modelowanie kilkoma płaszczyznami. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD2/LOMI2		LOGD: jak LOGD1, ale z odniesieniem/połączeniem poprzez przybliżone (pochylone lub pionowe) powierzchnie skarp/ścian z zasadniczą powierzchnią odniesienia modelu terenu. Wartości pochylenia przybliżone. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Powierzchnia 3D z poprawnymi zarysami fundamentów. Kształt powierzchni wewnątrz wykopu fundamentowego przybliżony, skarpy pionowe lub bliskie pionowym. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie.
LOGD4/LOMI4		LOGD: Szczegółowy model 3D powierzchni wykopu fundamentowego z zarysami fundamentów i dokładnymi, sparametryzowanymi co do pochyleń, wysokości i innych danych geometrycznych skarpami. LOMI: jak LOMI3 plus podstawowe informacje o parametrach geologicznych.
LOGD5/LOMI5	-	-
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: Dla modeli terenu, wykopów, skarp, nasypów, wykopów pod sieci i kanalizację pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI od 5 w górę, z racji faktu że tego typu obiekty nie wymagają zaawansowanych poziomów informacji w modelu; wystarczającą informacją nawet na poziomie modeli powykonawczych jest poziom definicji 4, który pozwala generować przedmiary i obmiary, niesie dane o warstwach geologicznych, i np. przekazuje dokładne dane dla maszyn 3D pracujących w oparciu o cyfrowy model terenu.

Wykopy pod sieci i instalacje

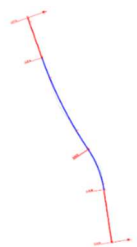
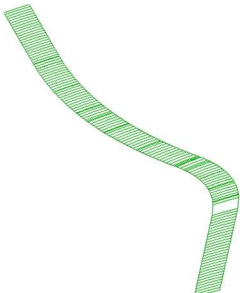
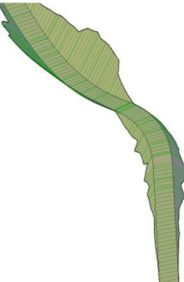
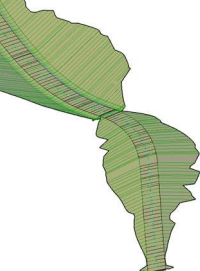

Tab. Z.2.5. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli wykopów pod sieci i instalacje

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		<p>LOGD: zgrubne przedstawienie wykopu pod sieci jako linia 3D, głębokości wynikają z reguł projektowych (np. spadki), wymagania projektowe mogą być ignorowane, szerokości wykopów dowolne.</p> <p>LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.</p>
LOGD2/LOMI2		<p>LOGD: Zgrubne przedstawienie wykopu wzdłuż sieci, głębokości według danych profilu sieci lub z reguł projektowych. Szerokość wykopu według zgrubnych reguł projektowych.</p> <p>LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.</p>
LOGD3/LOMI3		<p>LOGD: Poprawna szerokość wykopu, ale bez skarp/pochyleń powierzchni wykopu, szerokość i głębokość wykopu modelowana według zakładanych wartości projektowych.</p> <p>LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie.</p>
LOGD4/LOMI4		<p>LOGD: Powierzchnia wykopu modelowana jako obiekt powierzchniowy 3D uwzględniający wszelkie wymogi sieci, studzienki, strefy montażowe/serwisowe.</p> <p>LOMI: jak LOMI3 plus podstawowe informacje o parametrach geologicznych.</p>
LOGD5/LOMI5	-	-
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: Dla modeli terenu, wykopów, skarp, nasypów, wykopów pod sieci i kanalizacji pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI od 5 w górę, z racji faktu że tego typu obiekty nie wymagają zaawansowanych poziomów informacji w modelu; wystarczającą informacją nawet na poziomie modeli powykonawczych jest poziom definicji 4, który pozwala generować przedmiary i obmiary, niesie dane o warstwach geologicznych, i np. przekazuje dokładne dane dla maszyn 3D pracujących w oparciu o cyfrowy model terenu.

Drogi, torowiska


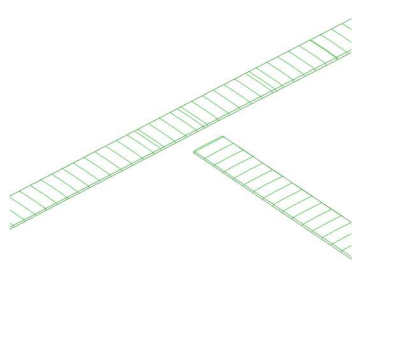
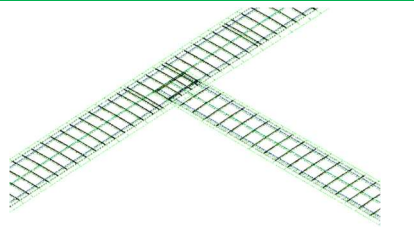
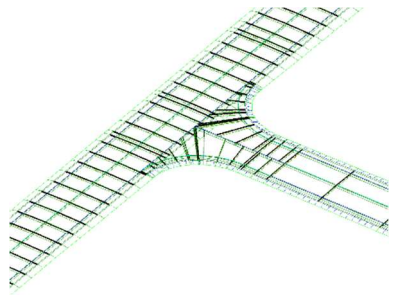
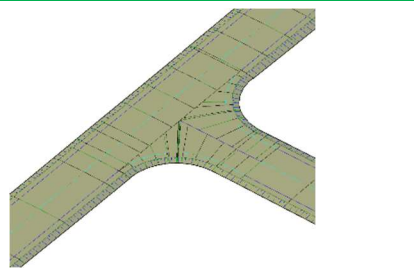
Tab. Z.2.6. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli dróg i torowisk

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: oś drogi 3D. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD2/LOMI2		LOGD: Korytarz projektowy jako płaszczyzna z zakładanym parametrem szerokości (typowa szerokość pasa terenu dla danej klasy drogi lub linii kolejowej/tramwajowej zgodnie z przepisami), ustalona względem istniejącego terenu. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Korytarz skorelowany z terenem i profilem drogi, droga reprezentowana jako powierzchnia 3D wierzchu jezdni ze skarpami nasypów lub wykopów. Przekroje generowane z modelu. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie oraz podstawowe informacje materiałowe.
LOGD4/LOMI4		LOGD: Uszczegółowiony poziom LOGD3, dodane do modelu dolna powierzchnia i warstwy konstrukcyjne drogi, dolna powierzchnia skarp, nasypów i wykopów, detale takie jak rowy, kanały teletechniczne. Przekroje generowane z modelu. Jak LOMI3 plus dane specyficzne dla producentów/produktów, materiały, informacje np. o parametrach wytrzymałościowych, własnościach fizycznych.
LOGD5/LOMI5		LOGD: Jak LOGD4, ale z kompletnym wyposażeniem, krawężnikami, barierami, instalacjami drogowymi, odwodnieniem, przepustami, elementami konstrukcyjnymi, warstwy konstrukcyjne drogi i podbudowy drogi. LOMI: jak LOMI4 plus dane o produktach, producentach, datach montażu, trwałościach, wymaganiach serwisowych.
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: w niniejszych standardach pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI 6 i 7 z powodów pragmatycznych; są to poziomy modeli powykonawczych, przydatnych do zarządzania infrastrukturą w systemach typu Asset Information Management System (AIMS)/Facility Management (FM). Poprawne zdefiniowanie tych wymagań w standardach LOGD/LOMI nie jest możliwe bez odwołania się do Eksploatacyjnych Wymagań Informacyjnych (AIR) i Organizacyjnych Wymagań Informacyjnych (OIR), które jednoznacznie określą wymagania. Z tego powodu w ogólnych standardach LOGD/LOMI definiowanie wymagań na zaawansowanych poziomach definicji modeli jest niecelowe.

Skrzyżowania jednopoziomowe

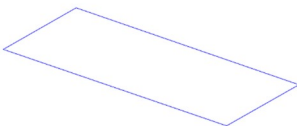
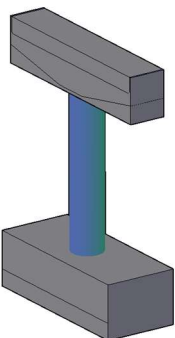
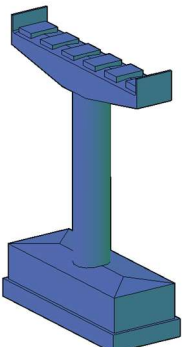
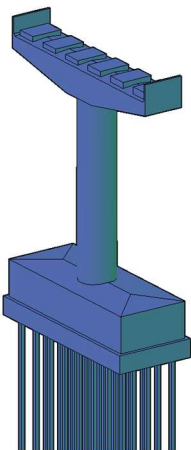
Tab. Z.2.7. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli skrzyżowań jednopoziomowych. Dla skrzyżowań wymagania takie jak dla drogi (tab. Z.2.6) plus:

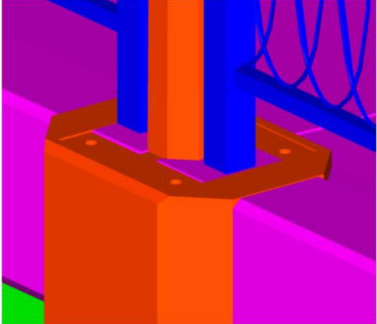
LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: skrzyżowanie reprezentowane osiami krzyżujących się dróg. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD2/LOMI2		LOGD: krzyżujące się drogi reprezentowane przez płaskie (w rzucie) korytarze, bez zgrania w pionie, korytarze mogą być rozłączne, w przekroju poprzecznym zespołów (według terminologii Civil 3D) tylko granica warstwy wierzchniej lub pełny przekrój. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Korytarze się łączą i są zgrane w pionie, ale brak rozwinięcia obszaru skrzyżowania. Zespoły/podzespoły w pełni zdefiniowane. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie oraz podstawowe informacje materiałowe.
LOGD4/LOMI4		LOGD: Jak LOGD3, ale z kompletnym modelem obszaru skrzyżowania (poszerzenia, pasy wlotowe, wyspy itp.). Jak LOMI3 plus dane specyficzne dla producentów/produktów, materiały, informacje np. o parametrach wytrzymałościowych, własnościach fizycznych.
LOGD5/LOMI5		LOGD: Kompletna reprezentacja wszystkich elementów skrzyżowania, instalacji, ekranów, barier, elementami konstrukcyjnymi, przepustami, elementami systemu odwodnienia itp. LOMI: jak LOMI4 plus dane o produktach, producentach, datach montażu, trwałościach, wymaganiach serwisowych.
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: w niniejszych standardach pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI 6 i 7 z powodów pragmatycznych; są to poziomy modeli powykonawczych i przydatnych do zarządzania infrastrukturą w systemach typu Asset Information Management System (AIMS)/Facility Management (FM). Poprawne zdefiniowanie tych wymagań w standardach LOGD/LOMI nie jest możliwe bez odwołania się do Eksploatacyjnych Wymagań Informacyjnych (AIR) i Organizacyjnych Wymagań Informacyjnych (OIR), które jednoznacznie określą niezbędne wymagania. Z tego powodu w ogólnych standardach LOGD/LOMI definiowanie wymagań na zaawansowanych poziomach definicji modeli jest niecelowe.

Obiekty inżynieryjne

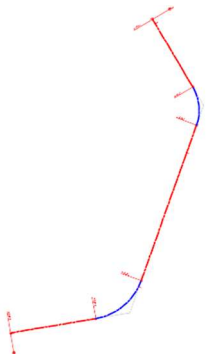
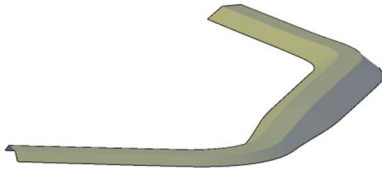
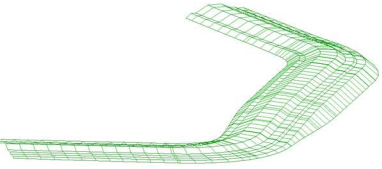

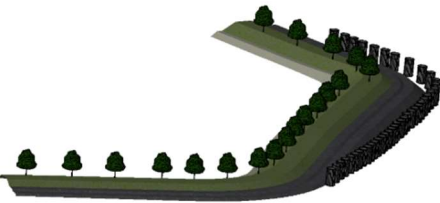
Tab. Z.2.8. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli obiektów inżynieryjnych

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: kontur obiektu w 2D/3D lub uproszczony model bryłowy. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu
LOGD2/LOMI2		LOGD: model bryłowy 3D reprezentujący ogólny kształt i jego przybliżone wymiary. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Model 3D z reprezentacją głównych elementów konstrukcji o dokładnych wymiarach przydatnych do wstępnej koordynacji międzybranżowej. Ścisłe lokalizacja i orientacja przestrzenna. Obiekty bryłowe mają określony typ, są przydatne do obliczeń i wizualizacji. Model zawiera elementy niewidoczne (np. fundamentowań, izolacji). LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie oraz podstawowe informacje materiałowe.
LOGD4/LOMI4		LOGD: jak LOGD3 plus model 3D zawierający wszystkie elementy, włącznie z elementami interfejsowymi i związanymi z technologią montażu/wykonania. Powinien zawierać model zbrojenia (ale schematyczny lub we fragmencie, poglądowo), oraz otwory, w tym otwory montażowe/technologiczne. LOMI: Jak LOMI3 plus dane specyficzne dla producentów/produktów, materiały, informacje np. o parametrach wytrzymałościowych, własnościach fizycznych.

LOGD5/LOMI5		<p>LOGD: Jak LOGD4 plus pełny model wykonawczy/warsztatowy/montażowy, przydatny do wykonawstwa lub prefabrykacji. Pełne szczegóły, włącznie z elementami technologii montażu.</p> <p>LOMI: jak LOMI4 plus dane o produktach, producentach, datach montażu, trwałościach, wymaganiach serwisowych.</p>
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-
<p>UWAGA: w niniejszych standardach pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI 6 i 7 z powodów pragmatycznych; są to poziomy modeli powykonawczych i przydatnych do zarządzania infrastrukturą w systemach typu Asset Information Management System (AIMS)/Facility Management (FM). Poprawne zdefiniowanie tych wymagań w standardach LOGD/LOMI nie jest możliwe bez odwołania się do Eksploatacyjnych Wymagań Informacyjnych (AIR) i Organizacyjnych Wymagań Informacyjnych (OIR). Z tego powodu w ogólnych standardach LOGD/LOMI definiowanie wymagań na zaawansowanych poziomach definicji modeli jest niecelowe.</p>		

Cieki wodne

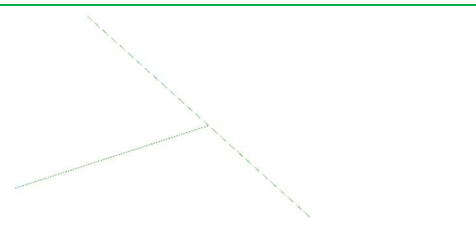
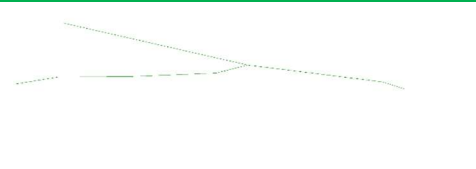
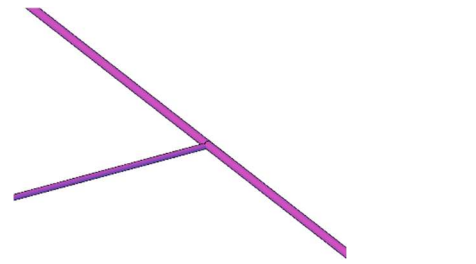
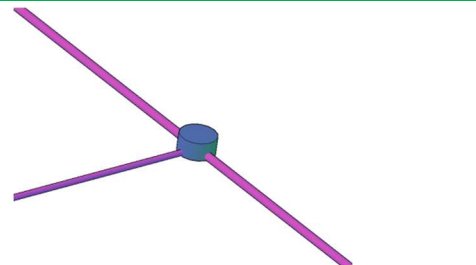
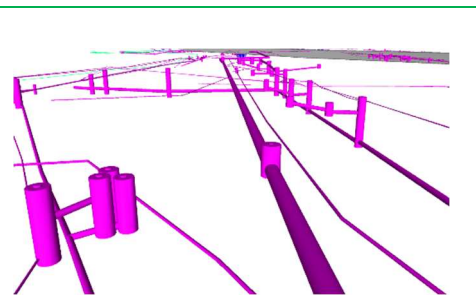
Tab. Z.2.9. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli cieków wodnych

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: oś cieków, reprezentacja 2D w rzucie płaskim. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD2/LOMI2		LOGD: Przybliżona reprezentacja 3D o generalnych wymiarach zgodnych z rzeczywistymi/projektowanymi, możliwa reprezentacja jako korytarz, linie charakterystyczne, lub bryła 3D. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Model 3D z dokładnym odwzorowaniem warstwy wierzchniej (lustro wody, brzegi). Skarpy, nasypy modelowane w przybliżeniu. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie.
LOGD4/LOMI4		LOGD: Model 3D z dokładną reprezentacją powierzchni korytarza i elementów planowanych konstrukcji czy prac ziemnych. LOMI: jak LOMI3 plus podstawowe informacje materiałowe.
LOGD5/LOMI5		LOGD: Pełny model 3D obiektu z uwzględnieniem oddziaływania na sąsiadujące obiekty. LOMI: Jak LOMI4 plus z dokładne wartości numeryczne.
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: w niniejszych standardach pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI 6 i 7 z powodów pragmatycznych; są to poziomy modeli powykonawczych i przydatnych do zarządzania infrastrukturą w systemach typu Asset Information Management System (AIMS)/Facility Management (FM). Poprawne zdefiniowanie tych wymagań w standardach LOGD/LOMI nie jest możliwe bez odwołania się do Eksploatacyjnych Wymagań Informacyjnych (AIR) i Organizacyjnych Wymagań Informacyjnych (OIR). Z tego powodu w ogólnych standardach LOGD/LOMI definiowanie wymagań na zaawansowanych poziomach definicji modeli jest niecelowe.

Istniejące instalacje

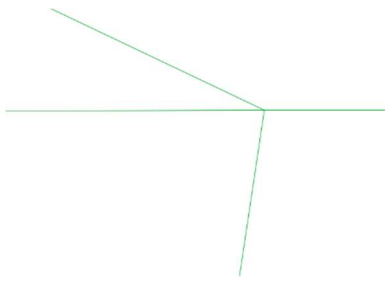
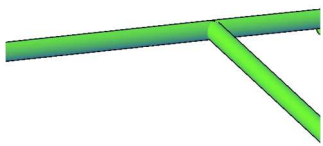
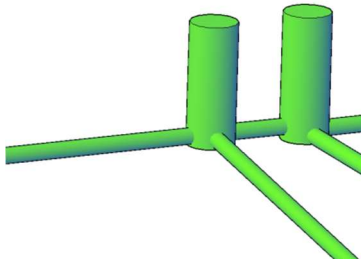
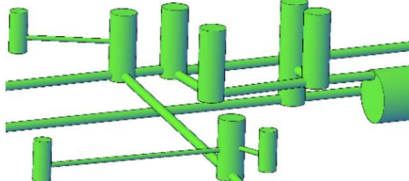
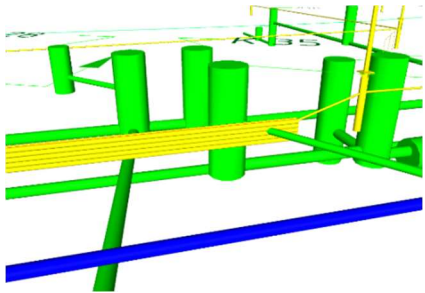
Tab. Z.2.10. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli istniejących instalacji

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: Rzut 2D osi. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD2/LOMI2		LOGD: Linie osi 3D, głębokość uwzględniona wprost lub wyliczana z reguł. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Model 3D, głębokości projektowane lub wyliczeniowe. Konstrukcje (np. studzienki, komory itp.) można przedstawić przy pomocy uproszczonych brył o poprawnym kształcie i lokalizacji. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie oraz podstawowe informacje materiałowe.
LOGD4/LOMI4		LOGD: Model 3D jak LOGD3, ale z wszystkimi elementami sieci, mocowaniami, łączeniami, konstrukcjami, studzienkami, osadnikami itp. Model dokładny wymiarowo. LOMI: Jak LOMI3 plus pełna informacja o materiałach, ilościach, wydajnościach i innych parametrach właściwych dla danego typu sieci.
LOGD5/LOMI5		LOGD: Pełny model 3D z uwzględnieniem uaktualnionych danych pomiarowych i zweryfikowanych lokalizacji. Wszystkie elementy sieci modelowane w 3D. LOMI: jak LOMI4 plus dane o produktach, producentach, datach montażu, trwałościach, wymaganiach serwisowych.
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: w niniejszych standardach pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI 6 i 7 z powodów pragmatycznych; są to poziomy modeli powykonawczych i przydatnych do zarządzania infrastrukturą w systemach typu Asset Information Management System (AIMS)/Facility Management (FM). Poprawne zdefiniowanie tych wymagań w standardach LOGD/LOMI nie jest możliwe bez odwołania się do Eksploatacyjnych Wymagań Informacyjnych (AIR) i Organizacyjnych Wymagań Informacyjnych (OIR). Z tego powodu w ogólnych standardach LOGD/LOMI definiowanie wymagań na zaawansowanych poziomach definicji modeli jest niecelowe.

Projektowane instalacje

Tab. Z.2.11. Poziomy szczegółowości geometrycznej i informacyjnej LOGD/LOMI dla modeli projektowanych instalacji

LOGD	Reprezentacja graficzna	Opis
LOGD0/LOMI0	-	-
LOGD1/LOMI1		LOGD: osie jako linie charakterystyczne 3D w rzucie 2D ¹⁾ . LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu. ¹⁾ dla projektowanych instalacji proponuje się tworzenie osi jako obiektu 3D nawet na poziomie koncepcji, ponieważ pozwoli to uwzględnić pewne informacje o spadkach czy głębokościach na wczesnych etapach; z kolei na poziomie studium korytarzowego nie ma powodu modelowania terenu w 3D dla przedstawienia wczesnych koncepcji projektowych.
LOGD2/LOMI2		LOGD: Przybliżona lokalizacji i wymiary w modelu 3D głównych elementów. Konstrukcje (np. studzienki, komory itp.) można przedstawić przy pomocy uproszczonych brył o poprawnym kształcie i lokalizacji. LOMI: Warstwa (nazwa) plus automatycznie generowane atrybuty wynikające z geometrii zamodelowanego komponentu.
LOGD3/LOMI3		LOGD: Model 3D sieci. Przybliżony model 3D konstrukcji (komory inspekcyjne, studzienki, stacje pomp, etc.). Wymiary/głębokości sieci praktycznie dokładne, elementów konstrukcji przybliżone. LOMI: jak LOMI2 plus wszystkie niezbędne atrybuty wynikające z geometrii modelu, które nie zostały zdefiniowane automatycznie oraz podstawowe informacje materiałowe.
LOGD4/LOMI4		LOGD: Model 3D sieci w zakresie elementów sieci i konstrukcji, bez elementów wspomagających jak np. ścianki oporowe, odwodnienie/drenaż, etc. Izolacje i inne graficzne informacje o technologii. LOMI: Jak LOMI3 plus z pełną informacją o materiałach, ilościach, wydajnościach i innych parametrach właściwych dla danego typu sieci.
LOGD5/LOMI5		LOGD: W pełni dokładna geometria modelu 3D sieci i systemów/elementów wspomagających. LOMI: jak LOMI4 plus dane o produktach, producentach, datach montażu, trwałościach, wymaganiach serwisowych.
LOGD6/LOMI6	-	-
LOGD7/LOMI7	-	-

UWAGA: w niniejszych standardach pominięto szczegółowe wymagania dla poziomów LOGD/LOMI 6 i 7 z powodów pragmatycznych; są to poziomy modeli powykonawczych i przydatnych do zarządzania infrastrukturą w systemach typu Asset Information Management System (AIMS)/Facility Management (FM). Poprawne zdefiniowanie tych wymagań w standardach LOGD/LOMI nie jest możliwe bez odwołania się do Eksploatacyjnych Wymagań Informacyjnych (AIR) i Organizacyjnych Wymagań Informacyjnych (OIR). Z tego powodu w ogólnych standardach LOGD/LOMI definiowanie wymagań na zaawansowanych poziomach definicji modeli jest niecelowe.