

MODELOWANIE INFORMACYJNE BUDOWLI (BIM) – STAN ROZWOJU I PERSPEKTYWY WDRAŻANIA W POLSCE

Leonas USTINOVIČIUS, Paweł WIERZOWIECKI, Arūnas PUZINAS

Streszczenie: W dobie znacznego rozwoju technologii informatycznych oraz szeroko pojętej telekomunikacji, w budownictwie pojawiła się naturalna konieczność opracowania i wdrożenia jednolitego systemu modelowania cyfrowego. Szybki rozwój technologii projektowania w dziedzinie architektury, inżynierii i budownictwa stale dostosowywał aparat pojęciowy dotyczący modelowania informacyjnego budowli (BIM). Równolegle rozwijał się zautomatyzowany system sterowania procesem produkcyjnym – Product Lifecycle Management (PLM – zarządzanie cyklem życia produktu). W przyszłości, termin BIM będzie oznaczać także system cyfrowego modelowania informacyjnego wszystkich procesów produkcyjnych – Building Lifecycle Management (BLM – zarządzanie cyklem życia budynku). Przedstawiony artykuł ma na celu obiektywną ocenę stanu rozwoju i perspektyw wdrożenia BIM w Polsce.

Słowa kluczowe: building information modeling, building lifecycle management, virtual project development, case studies.

1. Wprowadzenie

Pojawienie się technologii wspomagającej zarządzanie procesami projektowymi, realizacyjnymi i operacyjnymi, nazywanej BIM (Building Information Modeling), powoduje wiele skrajnych emocji. BIM tłumaczone jest w literaturze polskiej najczęściej, jako modelowanie informacji o budowli, choć zdaniem autorów bardziej adekwatnym jest modelowanie informacyjne budowli. BIM stał się definicją cyfrowego standardu technologicznego systemu modelowania informacyjnego budowli w celu osiągnięcia maksymalnej integracji pomiędzy różnymi etapami procesu inwestycyjnego, tworząc modele inteligentnych obiektów parametrycznych.

Równolegle rozwijane są zautomatyzowane systemy sterowania procesami produkcyjnymi – Product Lifecycle Management (PLM – zarządzania cyklem życia produktu) [1, 2, 3, 4]. W przyszłości, termin BIM będzie oznaczać także system cyfrowego modelowania informacyjnego wszystkich procesów produkcyjnych – Building Lifecycle Management (BLM – zarządzanie cyklem życia budynku) [5].

Zajmując się zawodowo i społecznie tym zagadnieniem, spotykamy się na co dzień zarówno z wrogością, spowodowaną poczuciem zagrożenia *status quo*, jak i ogromnym entuzjazmem. Przedstawiony artykuł ma na celu obiektywną ocenę procesu implementacji BIM w Polsce. Spróbujemy poniżej zaprezentować istotne fakty, jakie wydarzyły się w 2015 roku.

Kraje europejskie, o podobnej strukturze i skali inwestycji co Polska, aktywnie rozwijają narodowe programy wdrożenia BIM. Najbardziej zaawansowane działania mają miejsce w Skandynawii i Wielkiej Brytanii. W większości tych krajów implementacje są sterowane centralnie przez rządy i agendy rządowe. BIM jest używany w procedurach ochrony budynków rządowych i militarnych.

Czternastego stycznia 2014 roku parlament UE zdecydował o rekomendacji stosowania elektronicznych narzędzi modelujących w procesie zamówień publicznych. Parlament UE głosował za wsparciem pakietu reform, które mają być zaimplementowane w prawie zamówień publicznych wszystkich krajów UE. Polska miała dwa lata na pełną implementację dyrektywy od czasu publikacji w dzienniku urzędowym UE. Oznacza to, że mamy bardzo mało czasu na dostosowanie całego systemu realizacji inwestycji zleczanych przez państwo do wymogów technologii BIM. Na dzień dzisiejszy w tym zakresie niewiele się jednak dzieje. Na etapie nowelizacji Ustawy Prawo Zamówień Publicznych, BIM Klaster wraz ze Stowarzyszeniem "BIM dla polskiego BUDOWNICTWA" złożyły własną propozycję zmian do projektu nowej Ustawy o PZP. Podobnie swój wniosek złożyły SARP i PZITB. Pomimo naszych starań zapis art. 30 Ustawy o PZP został przepisany z dyrektywy unijnej, bez proponowanych uszczegółowień – co nie rokuje najlepiej.

Niestety przez ostatnie lata polski rząd nie zajął się tą sprawą, co więcej dyskredytował wszelkie inicjatywy społeczne mające na celu popularyzację BIM, co doprowadziło do wieloletniego opóźnienia Polski we wdrażaniu tej technologii w Polsce.

Dotychczas w 92% kontraktów publicznych na roboty budowlane o wyborze oferty decydowała najniższa cena inwestycyjna, co oznacza, że wydaliśmy tylko w 2014 r. ponad 49 mld PLN publicznych środków bez troski o zużycie energii, emisję CO₂ i koszty eksploatacji na obiekty publiczne i przemysłowe. Budowle i obiekty przemysłowe nie posiadają dokumentacji, która dawałaby łatwo dostępną wiedzę dla służb publicznych w przypadku pożarów, katastrof czy ataku terrorystycznego. Wdrożenie BIM, a w przyszłości BLM umożliwiłoby rozwiązanie wielu takich problemów.

Niemniej jednak, ostatnie radykalne zmiany polityczne dają nadzieję na powrót Polski na ścieżkę szybkiego rozwoju technologicznego i poprawę bezpieczeństwa publicznego dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii.

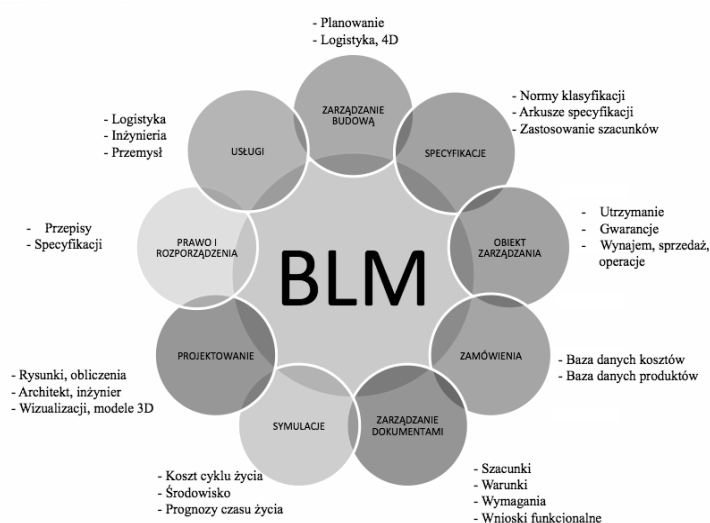
2. Ewolucja i rozwój BIM

Akronim BIM na przestrzeni lat odzwierciedlał odmienny zakres pojęciowy i nadal nie ma jednej, powszechnie akceptowanej definicji. Idea BIM pochodzi z okresu początków CAD (w latach 80-tych XX wieku), kiedy była opisana koncepcyjnie przez naukowców [2] i wdrożona w oprogramowaniu pierwszych wersji programów CAD. W tym okresie BIM faktycznie oznaczał trójwymiarowe graficzne modelowanie wzbogacone o dodatkowe możliwości (informacje sprzężone z grafiką). Podstawą tej technologii była informacja o graficznym modelu [6], obejmującym model geometryczny budynku, jego fizyczne cechy, nazwy i funkcjonalne szczegóły jego poszczególnych elementów. Nowoczesna definicja BIM pojawiła się w późnych latach 90-tych i początku XXI wieku, wraz z pojawieniem się na rynku wielu wdrożeń koncepcji określanych jako SBM (Single Building Model – model jednego budynku) i oferowanych przez różnych producentów oprogramowania, takich jak CAD, Autodesk Revit, Graphisoft i Bentley [7; 8]. BIM stał się standardem integracji szeregu informacji o modelowaniu w budownictwie pomiędzy różnymi obszarami, tworząc wirtualne modele inteligentnych sparametryzowanych obiektów [9; 10]. Wówczas rozpoczął się pierwszy etap wdrożenia BIM w firmach projektowych [11].

W ciągu ostatnich lat dokładano starań, aby przekształcić tradycyjny trójwymiarowy BIM w cztero (4D) [12], pięcio (5D), a nawet sześciowymiarowy (6D) czy siedmiowymiarowy (7D) model zarządzania cyklem życia budynku, opracowywany na

podstawie PLM (Product Lifecycle Management – zarządzanie cyklem życia produktu) w budownictwie [1; 2; 3]. Rozwiązanie to ma szczególne określenie: BLM (Building Lifecycle Management – zarządzanie cyklem życia budynku) lub ujednoczone zarządzanie projektem (rys. 1) [5]. Ten trend jest logiczną konsekwencją dalszego wykorzystania obszernej informacji zawartej w inteligentnym modelu budynku 3D [13]. Technologia BIM 4D, 5D, 6D może być opisana jako:

- 4D – Wirtualny model budynku z planami budowy i zdolnością do kontroli postępu robót w czasie wraz z wizualizacją powstającego wirtualnie budynku w wybranym czasie;
- 5D – Umożliwia precyzyjne stworzenie kosztorysu oraz eliminuje błędy popełnione przy przedmiarowaniu przez kosztorysanta;
- 6D – Wprowadzenie zrównoważonego rozwoju w proces inwestycyjny. Dzięki tej technologii można już w fazie koncepcji ocenić budynek pod względem np. wykorzystania energii słonecznej.



Rys. 1. Cykl życia utrzymania budynku
Źródło: [opracowanie własne na podstawie 14]

Najnowszymi trendami we wdrażaniu BIM jest modelowanie 7D oparte na Facility Management. Polega ono na zarządzaniu obiektem w całym cyklu życia od koncepcji aż do rozbiórki. Integracja wielu płaszczyzn projektowania pozwala analizować rzeczy, które do niedawna wydawały się poza zasięgiem projektowania.

Dokonując podsumowania terminologicznego, BIM można opisać jako sposób: a) opracowania strategii projektu budowlanego, projektowania, budowy, zarządzania w oparciu o modelowanie i symulację komputerową samego obiektu, jak również i jego całego cyklu życia [4]; b) zapewnienia zintegrowanego zarządzania danymi graficznymi i przepływem informacji w połączeniu z opisem procesu, w ramach zintegrowanego środowiska informatycznego; c) przekształcenia poszczególnych wykonawców w zespoły i zdecentralizowane narzędzia do rozwiązywania skomplikowanych zadań i integracji

poszczególnych zadań w procesy; d) szybszego, bardziej efektywnego, mniej kosztownego wykonywania tych operacji w całym cyklu życia projektu budowlanego [15] (rys. 2).

3. Stan prawny i kompetencje zawodowe

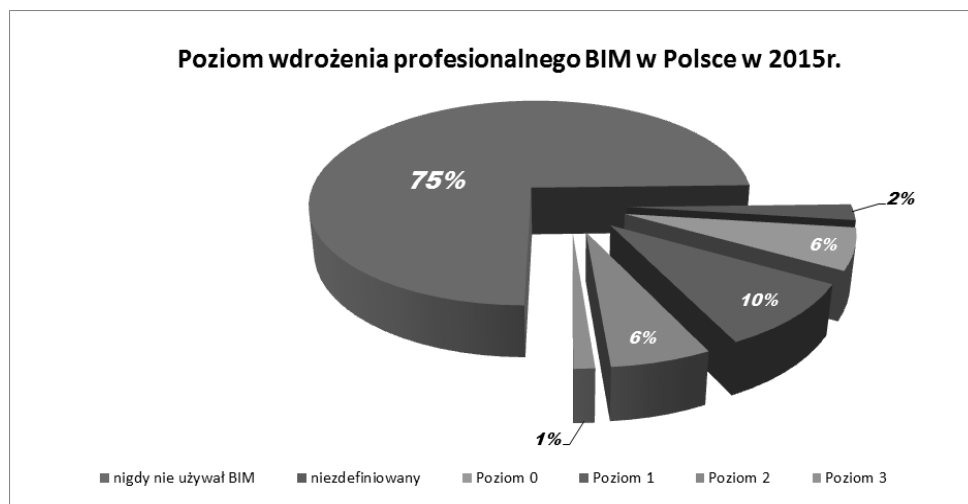
Obecnie obowiązujące prawo nie definiuje żadnych klasyfikacji czy standardów technicznych w zakresie dokumentacji, procesu projektowania, współpracy uczestników procesu inwestycyjnego, wielokryterialnej oceny ofert, odbioru robót. Praktycznie każdy kontrakt ma własne regulacje kontraktowe. Obowiązujące prawo odnosi się jedynie do procedur prawnych i rozliczeniowych. Stosowane zwyczajowo klasyfikacje i metody wyceny robót opierają się na rozwiązaniach z lat 70, które nie pasują do współczesnego budownictwa. BIM, ani żadna inna podobna technologia, nie jest wspomniana w żadnym akcie prawnym. Kilku inwestorów publicznych wprowadziło do swoich wymagań kontraktowych BIM, jednak część z nich została zaskarżonych przez oferentów i zostali zmuszeni do usunięcia tego wymogu, jako bezprawnego.

Na dzień dzisiejszy polski rząd nie pracuje nad żadnymi przepisami związanymi z BIM (BLM).

BIM w środowisku projektowym jest tematem bardzo głośnym i budzącym wiele kontrowersji. Na przykład Polska Izba Architektów, która pełni rolę korporacji zawodowej, bardzo głośno protestuje przeciw wdrażaniu BIM. Słychać nawet głosy o konieczności zabronienia wymagania BIM w przetargach. Stanowiska tego nie podzielają architekci zrzeszeni w prestiżowej organizacji SARP, którzy bardzo aktywnie wspierają implementację tej technologii.

Z pewnością najlepiej przygotowani do BIM są konstruktorzy, którzy od wielu lat powszechnie stosują zaawansowane narzędzia projektowania parametrycznego, a najsłabiej przygotowani są projektanci instalacji.

Bardzo ciekawe wnioski można wyciągnąć z wyników dużego badania statystycznego, jakie zaprezentowała agencja MillwardBrown w listopadzie 2015 (rys. 2).



Rys. 2. Poziom zawodowej realizacji BIM w Polsce w 2015 roku

Z rezultatów badania wynika, że sytuacja systematycznie się poprawia, jednak nadal 75% uczestników procesu budowanego, a jeszcze więcej przedstawicieli przemysłu nie mają żadnych kompetencji BIM (BLM). Z danych prezentowanych przez tę agencję wynika, że kompetencje posiadają przede wszystkim duże firmy, międzynarodowe korporacje oraz osoby pracujące dla tych firm. Prawdopodobnie bariera technologiczna dotyczy głównie firm, których aktywność ogranicza się do lokalnych kontraktów i które mają jednocześnie problem z komunikacją w językach obcych. Wiemy jednak, że w Polsce jest wiele firm, które pracują przy zagranicznych kontraktach i potrafią dostarczać i obsługiwać modele parametryczne na najwyższym poziomie. Ze względu na dramatycznie niskie wynagrodzenia kontraktów projektowych w Polsce (ok 1,5-2% wartości inwestycji), należy się spodziewać, że w ciągu najbliższych lat coraz więcej polskich firm zaangażuje się w BIM, tworząc profesjonalną ofertę eksportową. Należy tu wspomnieć o kilku tysiącach polskich profesjonalistów BIM, pracujących na emigracji, którzy chętnie dzielą się doświadczeniem i są skłonni wrócić do Polski, jeśli otrzymaliby godziwe wynagrodzenie.

4. Inicjatywy społeczne

Dotychczas w Polsce działały dwa stowarzyszenia, skupiające wąskie grupy specjalistów BIM. Krakowska grupa „BIM Klaster” zajmowała się głównie problematyką plików IFC, a Stowarzyszenie „BIM dla Polskiego Budownictwa” koncentrowało się na zawiązaniu współpracy z instytucjami państwowymi.

W 2015 roku powstała jednak inicjatywa współpracy dwu prestiżowych organizacji naukowo-technicznych: SARP i PZITB, oraz Generalnego Inspektora Nadzoru Budowlanego. Jako jedno z kluczowych zagadnień został zdefiniowany BIM.

Tabela 1. Struktura V4 BIM Task Group

Podgrupa	Zakres	Lider (Sekcja Polska)
CES	klasyfikacja, ocena, planowanie, współpraca z ICE	Adrian Biesaga, adrian.biesaga@gmail.com ICE
SLP	normy, przepisy, zamówienia publiczne	Wiktor Piwkowski, wiktors.piwkowski@gmail.com PZiTB Anna Anger, anna.anger@graphitstudio.com Stowarzyszenie BIM dla Polskiego Budownictwa
SRD	nauka, naukowcy, rozwój	Jacek Magiera, plmagier@cyf-kr.edu.pl Politechnika Krakowska
AES	architektura, inżynieria, skanowanie	Bohdan Lisowski, b.lisowski@sarp.krakow.pl SARP
CST	budownictwo, wyszczerbienie, start up	Mateusz Turecki, mateusz.turecki@budimex.pl Budimex
BLM	zarządzanie cyklem życia budynku, zarządzanie nieruchomościami	Paweł Wierzowiecki, pawel@wierzowiecki.com PZiTB

Również w tym roku, podczas spotkania siedmiu największych organizacji inżynierskich państw Grupy Wyszehradzkiej (Czechy, Polska, Słowacja, Węgry) PZITB powierzono stworzenie wspólnej inicjatywy dotyczącej implementacji BIM.

Na mocy tych porozumień, oraz wcześniejszych umów o współpracy pomiędzy PZITB i ICE powstała międzynarodowa grupa ekspercka **V4 BIM task group** (tab. 1). Misją tego

Think-tanku jest partnerskie działanie mające na celu pozyskanie globalnej wiedzy i doświadczeń dotyczących implementacji BIM w gospodarce, w celu wykorzystania ich dla efektywnego wdrożenia BIM w krajach partnerskich oraz wsparcie tej implementacji w zamówieniach publicznych.

W praktyce działania **V4 BIM task group** koncentrują się na tworzeniu rekomendowanych standardów i klasyfikacji, działalności propagującej oraz współpracy z rządem przy konstruowaniu przepisów prawa dotyczących BIM. Organizacja działa przy aktywnym wsparciu ekspertów z dotychczas działających stowarzyszeń, wielu międzynarodowych organizacji techniczno-naukowych, uniwersytetów technicznych i wielu uznanych autoritetów.

5. Problem naukowy

Problemy naukowe w dziedzinie BIM (BLM) są definiowane na poziomie sztucznej inteligencji. **Problem naukowy** sformułowano w formie pytania badawczego:

Jak określić wpływ zastosowania sztucznej inteligencji w BIM (Building Information Modeling) na wszystkich etapach projektowania (architektury, konstrukcji, technologii i organizacji, zarządzania, ekonomiki) we wszystkich procesach cyklu życia obiektu budowlanego od etapu projektowania do zakończenia eksploatacji budynku?

Celem naukowy projektu jest opracowanie fundamentalnych podstaw sztucznej inteligencji w BIM (Building Information Modeling) na wszystkich etapach projektowania (architektury, konstrukcji, technologii i organizacji, zarządzania, ekonomiki) we wszystkich procesach cyklu życia obiektu budowlanego od etapu projektowania do zakończenia eksploatacji budynku.

Główną hipotezę naukową sformulowano następująco:

Metodologię sztucznej inteligencji w BIM (Building Information Modeling) na wszystkich etapach projektowania (architektury, konstrukcji, inżynierii mechanicznej, inżynierii elektrycznej, technologii i organizacji budowy, zarządzania, ekonomiki) we wszystkich procesach cyklu życia obiektu budowlanego od etapu projektowania do zakończenia eksploatacji budynku może wspomóc model matematyczny.

Biorąc pod uwagę model koncepcyjny, sformulowano **następujące hipotezy**:

H1. Stosowanie sztucznej inteligencji w metodologii BIM na etapie projektowania (architektury, konstrukcji, inżynierii mechanicznej, inżynierii elektrycznej, technologii i organizacji budowy, technologii i organizacji procesów produkcyjnych, zarządzania, ekonomiki) ma znaczący wpływ na racjonalność rozwiązania i ocenę ekonomiczną, efektywność i jakość wybranych rozwiązań (architektonicznych, konstrukcyjnych, rozwiązań inżynierii mechanicznej, inżynierii elektrycznej, technologii i organizacji budowy, technologii i organizacji procesów produkcyjnych, zarządzania, ekonomiki), oraz wzrost poziomu integralności wymiany danych między etapami projektowania (architektury, konstrukcji, inżynierii mechanicznej, inżynierii elektrycznej, technologii i organizacji budowy, technologii i organizacji procesów produkcyjnych, zarządzania, ekonomiki).

H2. Stosowanie sztucznej inteligencji w metodologii BIM we wszystkich procesach cyklu życia projektu ma znaczący wpływ na urbanistyczno-architektoniczną efektywność procesów, efektywność procesów produkcyjnych i ocenę ekonomiczną, przyspieszenie rozwoju projektu budowlanego i inżynierii produkcji, redukcję błędów projektu budowlanego i inżynierii produkcji, dokładność energetyczną oceny budynku i inżynierii produkcji, poziom digitalizacji procesu projektowania, poziom integralności procesów

projektowania, jakość wymiany danych między uczestnikami procesu projektowania, procesu budowlanego i procesów inżynierii produkcji.

H3. Stosowanie sztucznej inteligencji w metodologii BIM na wszystkich etapach cyklu życia projektu znacząco poprawi efektywność procesu budowy, efektywność i produktywność przedsiębiorstw i ocenę ekonomiczną, wpłynie na zmniejszenie liczby błędów/wad, dokładność zakresu prac budowlanych i inżynierii procesów wytwarzania, dokładność okresu budowy i procesów wytwarzania.

H4. Stosowanie sztucznej inteligencji w metodologii BIM na wszystkich etapach cyklu życia projektu ma znaczący wpływ na efektywność zarządzania procesem budowy, zarządzania projektami produkcyjnymi i usługowymi i ocenę ekonomiczną, osiągnięty poziom mierzonych wskaźników procesu, kompletność techniczno-ekonomiczną i prawną informacji.

H5. Stosowanie sztucznej inteligencji w metodologii BIM na wszystkich etapach cyklu życia projektu ma znaczący wpływ na efektywność procesów zarządzania obiektem budowlanym i ocenę efektywności ekonomicznej, wydłużenia czasu eksploatacji budynku, poprawę jakości życia użytkowników budynku, poprawę poziomu szczegółowości i dostępności technicznej informacji w procesie eksploatacji.

Na potrzeby rozwiązania problemu naukowego zostanie wykorzystanych 6 podstawowych metod: (i) ilościowe badania ankietowe na próbie 100 przedsiębiorstw MŚP z Polski, (ii) model badań statystycznych, (iii) ilościowe i jakościowe metody podejmowania decyzji, (iv) sieci neuronowe, (v) teoria podejmowania decyzji na podstawie syntezy drzewa decyzyjnego, (vi) model werbalnej klasyfikacji.

Wkładem naukowym będzie algorytm modelu sztucznej inteligencji w BIM (Building Information Modeling) na wszystkich etapach projektowania (architektury, konstrukcji, technologii i organizacji i procesami produkcyjnymi, zarządzania, ekonomiki) we wszystkich procesach cyklu życia obiektu budowlanego od etapu projektowania do zakończenia eksploatacji budynku.

Opracowany w ramach projektu algorytm modelu sztucznej inteligencji w BIM (Building Information Modeling) na wszystkich etapach projektowania we wszystkich procesach cyklu życia obiektu budowlanego od etapu projektowania do zakończenia eksploatacji budynku może być wykorzystany przy projektowaniu na poziomie sztucznej inteligencji w BIM.

6. Formalizacja modelu drzewa decyzyjnego

Opracowany nowy model wielostopniowego drzewa decyzyjnego odzwierciedla strukturę analizy kombinacji strukturalnych, technologicznych i wariantów bezpieczeństwa alternatywnych decyzji. Struktura ta, przedstawiona jako schemat drzewa decyzyjnego, jest opisana w następujący sposób:

1. Zbiór etapów analizy decyzyjnej $K = \{k\}$, ($k = 1, 2, 3$), k jest numerem etapu;
2. Ilość węzłów drzewa decyzyjnego na każdym etapie m_k ($k = 1, 2, 3$);
 - a. Ilość alternatyw na etapie decyzji konstrukcyjnych ($k = 1$) – m_1 ;
 - b. Ilość alternatyw na etapie decyzji technologicznych ($k = 2$) – m_2 ;

$$m_2 = \sum_{i=1}^{m_1} t_i \quad (1)$$

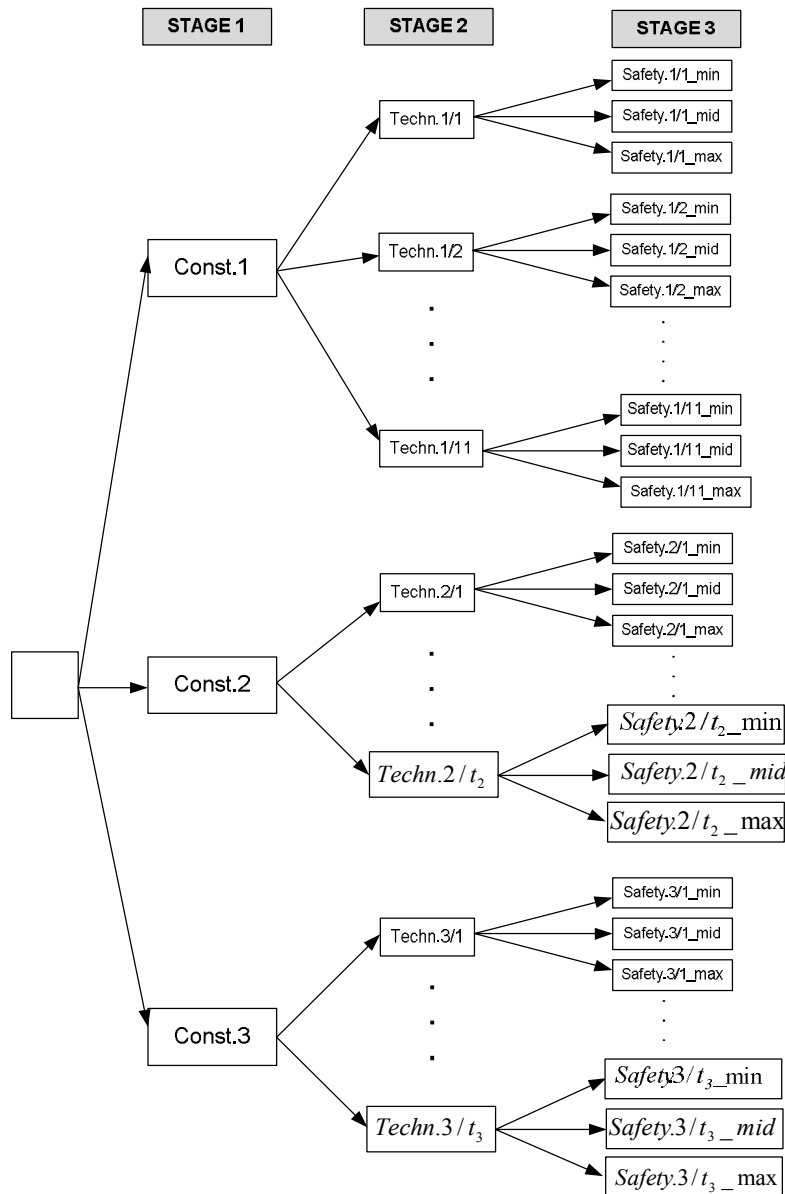
gdzie t_i jest numerem alternatywy możliwych decyzji technologicznych dla i -tej konstrukcji.

c. Ilość alternatywnych decyzji na etapie dotyczących bezpieczeństwa ($k = 3$) – m_3 ;

$$m_3 = \sum_{i=1}^{m_2} s_i \quad (2)$$

gdzie s_i jest numerem alternatyw możliwych decyzji bezpieczeństwa dla i -tej technologii.

3. Liczba modelowanych gałęzi drzewa decyzyjnego, podłączonych od węzła głównego do węzłów skończonych (tzw. liść) – z , ($z = m_3$).



Rys. 3. Model analizy decyzji

Na podstawie wyżej wymienionej relacji między poszczególnymi częściami projektu budowlanego i inżynierii produkcji, alternatyw rozwiązań technologicznych oraz decyzji dotyczących bezpieczeństwa, proponujemy opracowanie wieloetapowego (trzystopniowego) drzewa decyzyjnego. Ten model analizy decyzji przedstawia wszystkie możliwe alternatywy konstrukcji budynku i rozwiązań inżynierii produkcji (konstrukcyjnych, technologicznych powiązanych ze sobą regułami bezpieczeństwa (rys. 3).

Oznaczenie na wykresie drzewa decyzyjnego podanego poniżej jest następujące:

- *Const.i*, ($i = 1, 2, \dots, m_1$) jest numerem i -tej konstrukcji (np. Const.1 jest numer 1-ej konstrukcji);
- *Techn.i/j*, ($i = 1, 2, \dots, m_1; j = 1, 2, \dots, t_i$) oznacza numer w j -tej technologii dla i -tej konstrukcji;
- *Safety.i/j_a*, ($i = 1, 2, \dots, m_1; j = 1, 2, \dots, t_i$), $a = \{min, mid, max\}$ jest numer a -tego typu rozwiązania bezpieczeństwa (minimalne, średnie, maksymalne) dla j -tej technologii i -tej konstrukcji.

Gałąź drzewa decyzyjnego przedstawia jedną z możliwych alternatywnych kombinacji po analizie wariantów, korzystając z wielokryterialnej metody podejmowania decyzji.

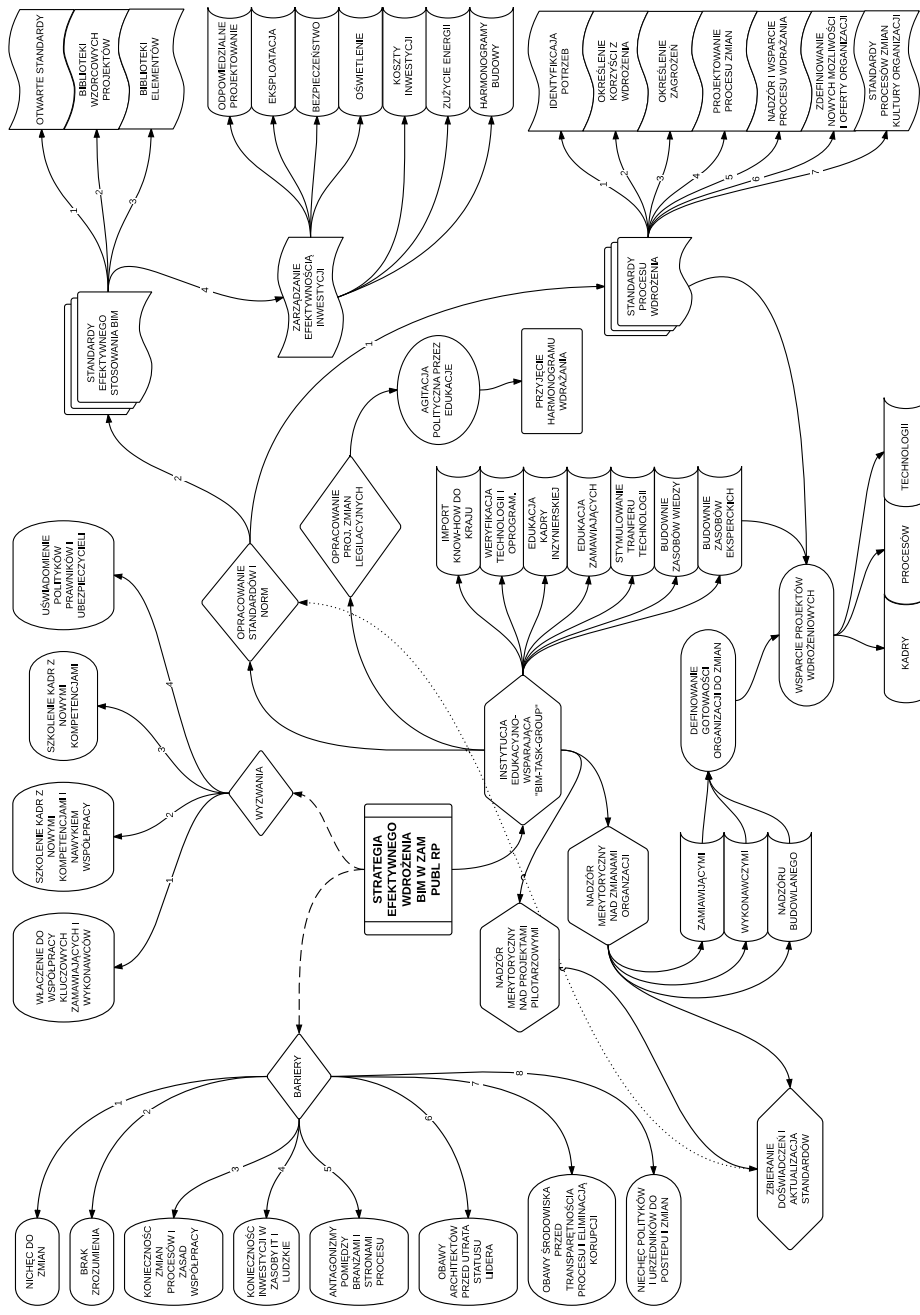
7. Proces wdrożenia

Wdrożenie jest procesem. Wymaga on starannego zaprojektowania, przy wykorzystaniu wszelkiej dostępnej wiedzy, analizy zasobów, celów oraz określenia ram czasowych. Każda zmiana to **określenie wyzwań**, zaplanowanie i **etapowa realizacja** cyklu pośrednich zadań, a przede wszystkim **pokonywanie barier**. Wzorem wielu państw Unii Europejskiej, które są bardzo zaawansowane we wdrażaniu BIM jako narzędzia efektywnego zarządzania zamówieniami publicznymi na roboty budowlane, konieczne jest **bezwzględne** stworzenie podstaw prawnych w zakresie przepisów PZP, standaryzacji procesów BIM, rozpoczęcie projektów pilotażowych oraz stworzenie wsparcia zarówno dla instytucji zamawiających jak i wykonawców i urzędników.

Koncepcja procesu wdrożenia BIM została przedstawiona na rysunku 4. Jest to proces wielowątkowy, złożony zarówno technicznie jak i społecznie. Implementacja tej nowej technologii wymusza rewitalizację procesów biznesowych, relacji formalno-prawnych, zawodowych jak i przebudowę istniejących zasobów intelektualnych i informatycznych. BIM wprowadza zaawansowane, mobilne technologie cyfrowe na plac budowy, gdzie dotąd nie występowały. Tak głęboka zmiana wymaga zrozumienia i akceptacji wszystkich, bez wyjątku, stron procesu inwestycyjnego oraz efektywnego systemu edukującego.

Wnioski

Rok 2015 kończy się w sferze BIM w Polsce optymistycznie. Mamy silną organizację ekspercką, która spotkała się z szerokim poparciem społecznym, nowy rząd, który jak deklaruje, skoncentruje się na szybkim rozwoju technologicznym kraju i będzie wspierał takie inicjatywy. Należy pamiętać jednak, że BIM w zamówieniach publicznych jest w interesie Skarbu Państwa i to Rząd powinien docelowo przejąć odpowiedzialność za kontynuację naszego wysiłku. Co najważniejsze, implementacja BIM jest procesem, który istotnie wpływa na międzynarodowe relacje gospodarcze i dlatego niezbędna jest współpraca na szczeblu regionalnym lub nawet Unii Europejskiej. Bardzo cenne jest dla nas to, że litewska „Skaitmenine statyba”, zgodziła się wesprzeć nasz projekt swoim wieloletnim doświadczeniem we wdrażaniu BIM.



Rys. 4. Proces wdrożenia BIM w zamówieniach publicznych

Dokonując podsumowania terminologicznego, BIM można opisać jako sposób:

- opracowania strategii projektu budowlanego, projektowania, budowy, zarządzania w oparciu o modelowanie i symulację komputerową samego obiektu, jak również i jego całego cyklu życia [4];
- zapewnienia zintegrowanego zarządzania danymi graficznymi i przepływem informacji w połączeniu z opisem procesu, w ramach zintegrowanego środowiska informatycznego;
- przekształcenia poszczególnych wykonawców w zespoły i zdecentralizowane narzędzia do rozwiązywania skomplikowanych zadań i integracji poszczególnych zadań w procesy.

Literatura

1. Migilinskas D., Ustinovichius L.: Computer-aided modelling, evaluation and management of construction project according PLM concept, Lecture Notes in Computer Science 4101, 2006, pp. 242-250.
2. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Listo K.: BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken (New Jersey): Wiley, 2008, p. 490.
3. Popov V., Juocevicius V., Migilinskas D., Ustinovichius L., Mikalauskas S.: The use of A Virtual Building design and Construction model for developing an effective Project concept in 5D environment. Automation in construction 19(3), 2010, pp. 357-367.
4. Miettinen R., Paavola S.: Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. Automation in Construction 43, 2014, pp. 84-91.
5. Froese T.: Future directions for IFC-based interoperability. ITcon Vol. 8, Special Issue IFC – Product models for the AEC arena, 2003, pp. 231-246, in: <http://www.itcon.org/2003/17>
6. Ford S., Aouad G., Kirkham J., Brandon P., Brown F., Child T., Cooper G., Oxman R., Young B.: An information engineering approach to modelling building design. Automation in Construction 4(1), 1995, pp. 5-15.
7. Smith D.K., Tardif M.: Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide For Architects, Engineers, Constructors, And Real Estate Asset Managers. John Wiley & Sons, 2009, p. 216.
8. Jung Y., Joo M.: Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. Automation in Construction 20, 2011, pp. 126-133.
9. Lee S., Ha M.: Customer interactive building information modeling for apartment unit design. Automation in Construction 35, 2013, pp. 424-430.
10. Leite F., Akcamete A., Akinci B., Atasoy G., Kiziltas S.: Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. Automation in Construction 20, 2011, pp. 601-609.
11. Grilo A., Jardim-Goncalves R.: Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. Automation in Construction 19, 2010, pp. 522-530.
12. Kim H., Anderson K., Lee S., Hildreth J.: Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. Automation in Construction 35, 2013, pp. 285-295.
13. Ding L., Zhou Y., Akinci B.: Building Information Modeling (BIM) application

- framework: The process of expanding from 3D to computable nD. Automation in Construction 46, 2014, pp. 82-93.
14. Ustinovičius L, Rasiulis R., Nazarko L., Vilotienė T., Reizgevičius M., Innovative research projects in the field of Building Lifecycle Management, Procedia Engineering 122, 2015, pp. 166 – 171.
 15. Love Peter E.D., Matthews J., Simpson I, Hill A., Olatunji O.A.: A benefits realization management building information modeling framework for asset owners. Automation in Construction 37, 2014, pp. 1-10.

Prof. zwyczaj. dr. hab. inż. Leonas USTINOVIČIUS
Politechnika Białostocka
16-001 Kleosin, ul. Tarasiuka 2
tel./fax.: 85 746 98 80
e-mail: leonas959@gmail.com

Mgr. inż. Paweł WIERZOWIECKI
Koordynator merytoryczny V4 BIM task group
Prezes Zarządu Graph'it Studio Sp. z o.o.
00-739 Warszawa , ul. Stępińska 22/30/424,
tel. +18 502 356 919
e-mail: pawel@wierzowiecki.com

Mgr. inż. Arūnas PUZINAS
WA "Sivysta"
Litwa
LT-09314 Vilnius, Krokuvos g. 8
tel. +370 5 2336417
e-mail: arunas.puzinas@sivysta.lt