

O korzyściach z wdrożenia MacroBIM+ w trakcie realizacji „międzywydziałowego projektu interdyscyplinarnego BIM” jak i w codziennej praktyce



dr inż.
IRENEUSZ CZMOCHO
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej
ORCID: 0000-0002-5818-3781



inż.
JAKUB WALENDZIK
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej
ORCID: 0000-0001-5931-0140

W artykule omówiono przebieg pracy zespołu studenckiego w ramach przedmiotu „międzywydziałowy projekt interdyscyplinarny BIM”, a następnie przedstawiono wnioski z symulacji zastosowania metodyki MacroBIM+ w tym procesie projektowym. Autorzy stawiają tezę, że zastosowanie metodyki określanej skrótem MacroBIM+ może pomóc pozytywnie zmienić efektywność działań projektowych, nadając właściwe ramy współbieżnej pracy projektantów wszystkich branż już od samego początku tych działań.

Wprowadzenie

Pierwszy współautor, dr inż. Ireneusz Czmocho, jest jednym z koordynatorów prac zespołów studenckich tworzonych przez studentów z pięciu wydziałów Politechniki Warszawskiej, a drugi – inż. Jakub Walendzik, był uczestnikiem czwartej edycji międzywydziałowego projektu interdyscyplinarnego BIM (mpiBIM) w roku akademickim 2020/2021 jako student na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, a następnie przygotował inżynierską pracę dyplomową [1], której wyniki są prezentowane w niniejszym artykule.

mpiBIM to nowatorski przedmiot na Politechnice Warszawskiej [2], w którym w odróżnieniu od standardowych zajęć uczelnianych celem jest praktyczne ćwiczenie współpracy międzybranżowej z pomocą narzędzi i procesów BIM. W roku akademickim 2020/2021 zespół dwunastu studentów z pięciu wydziałów, w tym z: Wydziału Architektury (3 os.); Wydziału Inżynierii Lądowej (2 os.); Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska (2 os.); Wydziału Elektrycznego (3 os.) i Wydziału Zarządzania (2 os.) miał za zadanie przygotować projekt koncepcyjny oraz projekt techniczny dla kompleksu sportowo-rekreacyjnego Politechniki Warszawskiej na terenie zlokalizowanym pomiędzy Stadionem Syrenki a ul. Batorego w Warszawie, na tyłach klubu studentów PW „Sto-

doła”. Zgodnie z wytycznymi inwestora – zespół nauczycieli akademickich z pięciu wydziałów – projekt miał składać się z trzech budynków: basenu, centrum konferencyjno-rehabilitacyjnego i hali sportowej. Na początku zajęć zespół otrzymał materiały wstępne, m.in. program funkcjonalno-użytkowy, mapę geodezyjną, wytyczne metra warszawskiego dotyczące warunków posadowienia w pobliżu tunelu metra.

Opis problemu i metodyki badań

Technologia BIM może być traktowana jako zbiór narzędzi i procedur, które mają pomóc w lepszym przepływie informacji w trakcie procesów: inwestycyjnego, projektowego, wykonawczego – dzięki poprawnie skoordynowanemu projektom, których podstawą są cyfrowe modele BIM. Niestety wdrożenie tej technologii oraz osiągnięcie wymienionych celów nie jest łatwym zadaniem. Okres wdrażania wymaga znacznych nakładów finansowych – na zakup różnorodnych programów komputerowych, szkolenia zarówno pojedynczych pracowników, jak i zespołu, ale przede wszystkim związany jest ze zmianą sposobu myślenia oraz działania, a także praktycznego stosowania standardów pracy zespołowej w ramach branży i między branżami. Szkol-

nictwo wyższe również musi zmierzyć się z nowymi zadaniami, wśród których jednym z najważniejszych jest wdrożenie w dydaktyce projektów realizowanych przez interdyscyplinarne zespoły projektowe, składające się ze studentów różnych specjalności.

Słowo „symulacja” ma wiele znaczeń, m.in. „sztuczne odtwarzanie właściwości danego obiektu lub zjawiska za pomocą jego modelu” lub „analiza planowanych działań z uwzględnieniem wpływu ewentualnych zmieniających się warunków” [3]. Wraz z rozwojem informatyki i metod komputerowych pojęcie symulacji jest często kojarzone z realizacją, przy użyciu komputerów oraz z pomocą opracowanego modelu, masowych obliczeń, które mogą stanowić podstawę do wnioskowania o zachowaniu się opisywanego przez model zjawiska. Z pojęciem symulacji mamy do czynienia w naukach technicznych, ekonomicznych, socjologicznych lub psychologicznych – zasadniczo wszędzie tam, gdzie model może opisać system dynamiczny, który zależy od wielu zmiennych i parametrów. Oczywiście należy mieć świadomość, że każda symulacja jest przybliżonym odtwarzaniem zjawiska lub działania systemu za pomocą mniej lub bardziej uproszczonego modelu.

W prezentowanym przypadku, za pomocą opisowej metody badawczej, zastosowano symulację, której celem jest: a) identyfikacja

Tab. 1. Zastosowanie reguł metodyki Agile (zarządzania zwinnego) w procesie projektowym mpiBIM

Reguła	Interpretacja w kontekście przedmiotu „międzywydziałowy interdyscyplinarny projekt BIM”	Stopień zastosowania
„Bądźcie gotowi na zmiany wymagań nawet na późnym etapie jego rozwoju”.	Elastyczność pracy projektantów branżowych jest niezbędna do efektywnej, równoległej pracy wielu branż oraz dużej liczby zmian w trakcie koordynacji międzybranżowej, co jest naturalne w pracach projektowych.	Stopień wykorzystania reguły wykazywał trend malejący wraz z postępem zaawansowania projektu.
„Dostarczajcie funkcjonujące oprogramowanie często, w kilkutygodniowych lub kilkumiesięcznych odstępach. Im częściej, tym lepiej”.	Niezbędne częste koordynacje międzybranżowe w celu sprawnego rozwoju projektu koncepcyjnego, eliminacji niespójności, wspólnego wyboru rozwiązań technologicznych, technicznych i materiałowych.	Koncepcja projektu została zbudowana na podstawie pomysłów wszystkich branżystów. Koordynacja modeli pomiędzy branżą architektoniczną oraz konstrukcyjną przebiegała płynnie i regularnie. Niestety projektanci instalacji sanitarnych oraz elektrycznych w niewielkim stopniu zaangażowali się w rozwiązywanie kolizji.
„Twórcie projekty wokół zmotywowanych ludzi. Zapewnijcie im potrzebne środowisko oraz wsparcie i zaufajcie, że wykonają powierzone zadanie”.	Zaufanie jest podstawą efektywnej współpracy międzybranżowej. Wszystkich projektantów powinien łączyć wspólny cel. Żaden student nie powinien traktować projektu jako oryginalnej formy zaliczenia przedmiotu. Każdy stara się brać czynny udział w jego realizacji.	Reguła częściowo zrealizowana. Motywacja oraz poziom wiedzy w zespole była na wysokim poziomie. Jednak część projektantów miała złą organizację pracy własnej i nie realizowała terminowo powierzonych zadań.
„Najbardziej efektywnym i wydajnym sposobem przekazywania informacji zespołowi deweloperskiemu oraz wewnątrz niego jest rozmowa twarzą w twarz”.	Kontakt personalny pomiędzy członkami zespołu jest istotny dla zapewnienia wysokiej jakości komunikacji.	W okresie pandemii projektanci kontaktowali się między sobą i z koordynatorami projektu za pomocą platformy MS Teams. Komunikację wewnątrz zespołu uzupełniały rozmowy telefoniczne oraz kontakty za pomocą mediów społecznościowych.
„Działające oprogramowanie jest podstawową miarą postępu”.	Uzgodnione fragmenty projektu, np. lokalizacja klatek schodowych, gabaryty głównych pomieszczeń, grubość typowego stropu, wysokość konstrukcji dachu i inne cząstkowe problemy są podstawową miarą postępu prac projektowych.	Z uwagi na późne przekazanie modeli przez branżę sanitarną modele nie zostały uzgodnione między sobą w stopniu dostatecznym/zadowalającym. Niestety, radykalne rozwiązania projektowe dla instalacji wentylacyjnej zostały wdrożone pod koniec fazy technicznej.
„Procesy zwinne umożliwiają zrównoważony rozwój”.	Praca jest prowadzona w porównywalnym tempie w każdej z dyscyplin oraz w ramach koordynacji międzybranżowej.	Reguła nie została wdrożona. W zespole panowało przeświadczenie o konieczności etapowania zaangażowania projektantów branżowych, od architektury poprzez projekt konstrukcyjny aż do projektów sanitarnych i elektrycznych.
„Ciągłe skupienie na technicznej doskonałości i dobrym projektowaniu zwiększa zwinność”.	Koncentracja na poprawności technicznej modeli branżowych ułatwia koordynację, co bezpośrednio przekłada się na szybsze zamykanie iteracji projektowych.	Z uwagi na brak precyzji w przeprowadzanych analizach branżowych oraz czas ich realizacji iteracje projektowe wydłużyły się.
„Prostota – sztuka minimalizowania ilości koniecznej pracy – jest kluczowa”.	Praca nad projektem oparta na regule: „od ogółu do szczegółu”. Po zatwierdzeniu poszczególnych zagadnień następuje etap dopracowania detali.	Zmiany występowały mimo wstępnego domykania zagadnień projektowych. W odpowiedzi na to konstruktorzy przygotowali skrypt programowania wizualnego w Dynamo do tworzenia modelu kratownicy przestrzennej zgodnego z obrysem ścian.
„W regularnych odstępach czasu zespół analizuje możliwości poprawy swojej wydajności, a następnie dostraja i dostosowuje swoje działania do wyciągniętych wniosków”.	Wymagane jest stałe raportowanie oraz weryfikacja zrealizowanych działań względem założonego harmonogramu. Niezbędna jest, co jakiś czas, weryfikacja harmonogramu i ocena stopnia jego realizacji, aby podjąć działania gwarantujące terminową realizację celu głównego.	W fazie technicznej na spotkaniach wielobranżowych koordynowano postęp prac równoległe nad projektami branżowymi. W przypadku pojawienia się opóźnień były podejmowane decyzje dotyczące dalszych prac lub rozpatrywane alternatywne rozwiązania zaistniałej sytuacji.

jakościowych zasad funkcjonowania procesu projektowania; b) wyznaczenie optymalnych warunków realizacji procesu projektowego – tak aby zostały spełnione podstawowe kryteria efektywności tego procesu: 1) przygotowanie projektu spełniającego zarówno wymagania inwestora, jak i ogólnie obowiązujące wymagania techniczne, 2) realizacja działań projektowych w założonym czasie oraz zgodnie z kosztorysem prac projektowych, 3) opracowanie projektu satysfakcjonującego zespół projektantów wielobranżowych.

Symulacja działań zespołu projektantów branżowych może zostać przygotowana przy założeniu, że uczestnicy procesu podejmują racjonalne decyzje, których celem jest systematyczny rozwój prac projektowych. Jednakże w przypadku podjęcia działań nie do końca racjonalnych, np. z powodu mniejszej motywacji lub z uwagi na brak niezbędnych danych jako podstawy kolejnych analiz lub decyzji – założono, że zastosowanie reguł metodyki zarządzania zwinnego (Agile) powinno udrożnić procesy decyzyjne – indywidualne i zespołowe, a zatem umożliwić dalszy postęp prac projektowych.

Dotychczasowe doświadczenia z realizacji zajęć mpiBIM

W trakcie zajęć mpiBIM studenci z pięciu wydziałów po raz pierwszy na studiach mają do czynienia ze współpracą międzybranżową, czyli muszą odpowiedzieć na pytania: jakie rozwiązanie spośród kilku należy wybrać jako najlepiej realizujące zadany cel, czy akceptują propozycję architektów lub instalatorów, jak można wspólnie rozwiązać problem, aby uniknąć kolizji.

Z uwagi na konieczność zakończenia prac projektowych w okresie jednego semestru (15 tygodni) założono, że projekt składa się z dwóch faz: koncepcyjnej oraz technicznej. Krótki okres prac projektowych, duża liczba zagadnień wymagających rozwiązania, konieczność przeprowadzenia analiz branżowych skłania studentów do usystematyzowania zasad współpracy międzybranżowej i zastosowania wspólnych standardów projektowych. Spotkania podzielono na międzybranżowe koordynacyjne oraz wewnątrzbranżowe. Kluczowe decyzje podejmowano na spotkaniu wielobranżowym, a rozwiązania zagadnień branżowych przygotowywano

w trakcie spotkań na wydziałach. Studenci Wydziału Zarządzania kontrolowali terminowość realizacji prac względem uzgodnionego harmonogramu i terminami wykonania dodatkowych zadań pojawiających się w trakcie spotkań koordynacyjnych. Podczas mpiBIM został przygotowany tzw. mini-BEP (Plan Wdrożenia BIM – BIM Execution Plan = BEP), który zawierał m.in.: stopień szczegółowości modeli BIM (LOD), cele przygotowania modeli, zestawienia wykorzystywanych programów oraz formatów wymiany danych.

Od początku studenci mieli świadomość, że projekt wymagał jednoczesnej pracy wszystkich branż i dlatego zespół zdecydował się na zastosowanie reguł metodyki „zarządzania zwinnego” Agile, zawartych w „Manifestacji Agile” [7]. Niestety w różnym stopniu wdrożono je podczas prac projektowych, co przedstawia tab. 1. Na przykład w trakcie fazy koncepcyjnej konstruktorzy pełnili jedynie funkcję doradczą, posługując się szacunkowymi analizami, z uwagi na brak wielu danych niezbędnych do wykonania dokładnych obliczeń. Natomiast w fazie projektu technicznego projektanci starali się bardziej prze-



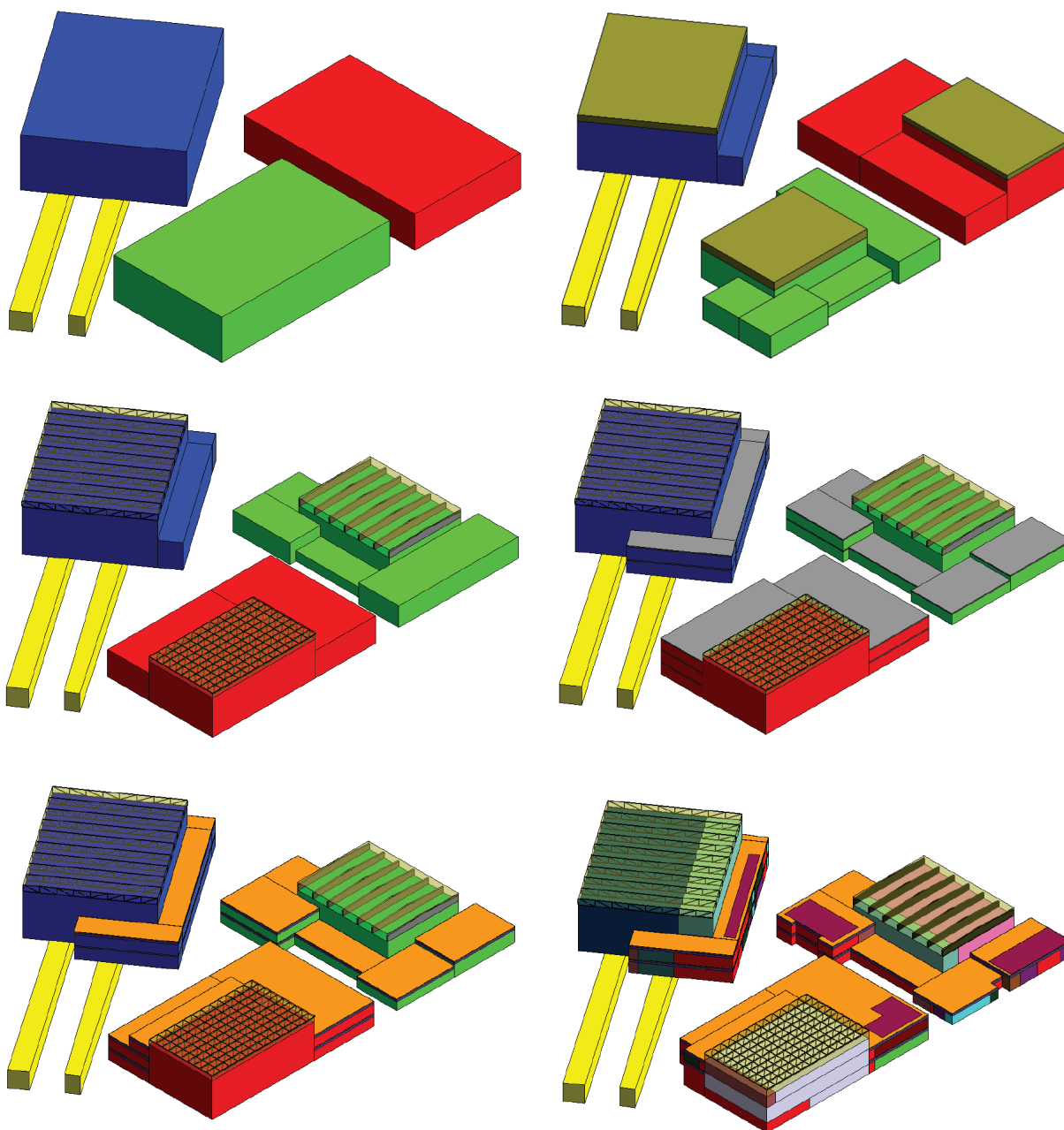
Tab. 2. Porównanie faktycznego przebiegu prac projektowych z potencjalnym przebiegiem prac projektowych, zgodnie z zasadami metodyki MacroBIM+

Faktyczny przebieg prac projektowych zespołu studenckiego w trakcie zajęć mpiBIM	Potencjalny przebieg prac projektowych zgodnie z zasadami metodyki MacroBIM+
Cele dwóch faz: projekt koncepcyjny i projekt techniczny	
<p>Cel fazy koncepcyjnej: architektoniczny projekt koncepcyjny wraz z koncepcją ekologicznych rozwiązań instalacyjnych i wstępnym doбором gabarytów elementów konstrukcyjnych.</p> <p>Konstruktorzy oraz inni projektanci branżowi pełnili funkcję doradczą, z pomocą szacunkowych obliczeń, z powodu braku istotnych założeń.</p>	<p>Cel fazy koncepcyjnej: model hybrydowy BIM, tzn. architektoniczny model bryłowy wraz z elementami projektów branżowych na tle modelu bryłowego.</p> <p>Sukces MacroBIM+ zależy od równoległej pracy wszystkich członków zespołu, na wzajemnie powiązanych działaniach projektantów. Bardzo ważne jest następstwo prac poszczególnych branż nad danym obszarem projektu dzięki płynnemu przekazywaniu informacji pomiędzy branżystami i wspólnemu podejmowaniu wiążących decyzji.</p>
<p>Cel fazy technicznej: przygotowanie skoordynowanych modeli branżowych o stopniu szczegółowości min. LOD 200 wraz z bardziej dokładnymi analizami branżowymi.</p>	<p>Faza projektu technicznego rozpoczyna się od hybrydowego modelu BIM, bardziej zaawansowanego i skoordynowanego w stosunku do bryłowej koncepcji funkcjonalno-przestrzennej.</p>
Modele branżowe	
<p>Powstały po zakończeniu fazy koncepcyjnej, a praca nad nimi rozpoczęła się od całkiem dokładnego modelu architektonicznego. Niestety, już od samego początku modele branżowe zawierały dużą ilość szczegółów; np. pierwsze modele architektoniczne były bardzo precyzyjne, powstały z bardzo dużym nakładem pracy, która została zmarnowana, gdyż modele architektoniczne musiały zostać znacznie zmodyfikowane.</p>	<p>Modele branżowe powstają stopniowo, już w trakcie fazy koncepcyjnej, zgodnie z zasadami:</p> <ul style="list-style-type: none"> - od ogółu do szczegółu, - od zagadnień (elementów) najważniejszych do spraw drugorzędnych, - elementy zawarte w modelu zostały wstępnie zatwierdzone na podstawie przybliżonych analiz. <p>Zasadą MacroBIM+ jest działanie od modelu bryłowego do bardziej rozbudowanego modelu hybrydowego, tzn. modelu bryłowego z elementami projektów branżowych, np. zasadniczej konstrukcji nośnej.</p>
Organizacja prac projektowych	
<p>Niefortunny podział projektu i przypisanie fragmentów poszczególnym projektantom w obrębie branży. Rezultat nie był pozytywny, gdyż zróżnicowane zaangażowanie projektantów prowadziło do opóźnień w realizacji prac projektowych dla całej inwestycji. Możliwe działanie naprawcze: radykalna zmiana zakresu projektu dla wszystkich jego uczestników, tak aby cały zespół odpowiadał za cały projekt.</p> <p>Doświadczenie z mpiBIM 2020 – zauważalnym czynnikiem spowalniającym postęp prac było niedotrzymywanie ustalanych terminów przez branżę instalacji sanitarnych.</p> <p>Warunkiem efektywnej pracy branżystów od samego początku jest kolejność oraz rzetelność wspólnych decyzji. Inaczej analizy i decyzje branżowe mogą stracić sens.</p> <p>Prace projektowe w trakcie mpiBIM 2020 przebiegały w sposób mało skoordynowany, co było źródłem ciągłych zmian z uwagi na stopniowe zaangażowanie kolejnych branż.</p>	<p>MacroBIM+ rozpoczyna się od uporządkowania relacji pomiędzy uczestnikami projektu. Konieczna do wdrożenia zasada systemowego myślenia o zamierzonym zadaniu, przy czym system tworzą ludzie i procesy.</p> <p>Sukces projektu i organizacji zależy od aktywności całego zespołu oraz każdego z projektantów. Metodyka MacroBIM+ jest zaprzeczeniem klasycznego podejścia projektowego, w którym projektanci branżowi są realnie angażowani dopiero pod koniec prac fazy koncepcyjnej.</p> <p>Ważna jest identyfikacja czynników spowalniających postęp prac projektowych, np.: brak wiedzy technicznej uczestników projektu, brak umiejętności obsługi narzędzi informatycznych, nieprawidłowy wybór narzędzi lub procedur. Czynniki negatywnie oddziałujące na przebieg prac należy traktować jako słabe ogniwa w systemie.</p>
Znaczenie i powiązanie analiz branżowych	
<p>Projektanci wykonywali analizy i opracowywali projekty branżowe w tradycyjnej kolejności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • architekci, • konstruktorzy, • projektanci instalacji sanitarnych, • projektanci instalacji elektrycznych. <p>Schemat długich iteracji wymusił wdrażanie licznych zmian lub poprawek, z kolejnymi przybliżeniami, na które zabrakło czasu.</p>	<p>Kolejność analiz projektowych wpływa na stopniowe „zamrażanie” uzgodnionych fragmentów lub elementów projektu.</p> <p>Stopniowe nasycanie modelu hybrydowego dokładną informacją.</p> <p>Kolejność wykonywanych analiz w dużej mierze zależy od doświadczenia projektantów.</p> <p>Najważniejsza zasada: należy wykonywać analizy elementów lub części projektu, dla których dostępne są uzgodnione założenia i międzybranżowe dane projektowe.</p>
<p>Wiarygodne obliczenia wymagają uzgodnienia podstawowych danych, co warunkuje dokładność wyników i wniosków. Niezbędne podstawowe dane: rozpiętość pomieszczeń, funkcje w pomieszczeniach (tzn. obciążenia użytkowe), liczba użytkowników, materiały wykończeniowe, położenie i ciężary instalacji itp.</p> <p>Brak uzgodnienia ww. danych to groźba dużych zmian w fazie projektu technicznego.</p>	<p>W MacroBIM+ są możliwe zmiany, ale cały zespół powinien mieć świadomość ryzyka przekroczenia harmonogramu fazy koncepcyjnej oraz wpływu zmian na inne elementy.</p> <p>Efektywność procesu prac projektowych zależy od realizacji zasady: weryfikacji powinny podlegać jedynie elementy, dla których założenia zostały uzgodnione – albo na podstawie analiz, albo na podstawie doświadczenia projektantów.</p>
Informacja projektowa – kluczowa składowa współpracy międzybranżowej	
<p>W mpiBIM projektanci wykorzystywali do tego celu komunikatory, notatki ze spotkań oraz raporty branżowe. Nakład pracy wymagany do pozyskania niezbędnej danej projektowej był nieproporcjonalnie duży do jej istoty.</p> <p>Projektanci wstrzymywali się z analizami do czasu spotkań koordynacyjnych i branżowych, podczas których zapadały wiążące uzgodnienia oraz odpowiedzi na szczegółowe pytania.</p>	<p>MacroBIM+ powinien sprzyjać lepszemu komunikacji i dokładności przekazywania informacji oraz jej dostępności dla członków zespołu. Hybrydowy model (bryły + rozwiązania branżowe) powinien być rozwijany nie tylko jako geometria, ale przede wszystkim powinien stanowić źródło uzgodnionych danych. Potwierdzone informacje projektowe dają możliwość przeprowadzenia coraz bardziej dokładnych analiz branżowych.</p>

strzeżać zasad opisanych w tab. 1. Branżowe projekty techniczne startowały od architektonicznego projektu koncepcyjnego. Wtedy dopiero branże: konstruktorska, instalacji sanitarnych oraz elektrycznych rozpoczęły prace nad własnymi modelami branżowymi. Dzięki zastosowaniu otwartego formatu IFC każdy projektant mógł pracować w programie, który miał opanowany, a jednocześnie był właściwy do przeprowadzenia analiz branżowych. Z uwagi na wymaganą spójność modelową ostatnie dwa tygodnie prze-

widziane w harmonogramie działań zespołowych stały się najbardziej pracochłonne, z największą liczbą iteracji wymiany informacji międzybranżowych. Kumulacja tych działań była sprzeczna z istotą zwinnego zarządzania projektami. Zauważalny był chaos i bezwład informacyjny, który uniemożliwiał zamykanie etapów prac projektowych. Brak wcześniejszego globalnego spojrzenia na projekt przez poszczególnych członków zespołu doprowadził do konieczności wprowadzania istotnych zmian w końcowej fazie procesu

projektowego. W pracy projektantów zabrakło rzeczywistego rozliczania członków zespołu ze stopnia zaawansowania prac względem harmonogramu. Projekt został zrealizowany z opóźnieniem, a koordynację modeli branżowych przeprowadzono jedynie między modelami architektury i konstrukcji. Wynikało to z faktu, że każda z branż rozpoczęła pracę nad projektem technicznym według tradycyjnej kolejności: architektura, konstrukcja, instalacje sanitarne, instalacje elektryczne. Niestety liczne zmiany w projektach



Rys. 1. Rozwój projektu koncepcyjnego od modelu brylowego do modelu hybrydowego (rys. arch. autora)

branżowych w trakcie przygotowania projektu technicznego zazwyczaj oznaczają konieczność przeprowadzenia dodatkowych analiz i ponownej koordynacji wcześniej zatwierdzonych fragmentów projektu.

Od Macro BIM do MacroBIM+

Twórcą pojęcia Macro BIM jest firma Beck Technology [4], która w 2008 r. zaprezentowała program DProfiler jako narzędzie szybkiego przygotowania w miarę dokładnego kosztorysu w fazie planowania inwestycji i opracowania projektu koncepcyjnego. Program ten został określony jako typ „macro BIM” (w przeciwieństwie do programów typu „micro BIM”, jak np. Revit, ArchiCAD), gdyż na podstawie gabarytów pomieszczeń oraz dostępnej bazy ponad 20 000 danych na temat kosztów wykonania i montażu różnorodnych elemen-

tów umożliwiał szybkie oszacowanie kosztu inwestycji. W tamtym czasie oraz obecnie popularne programy BIM, jak Revit, ArchiCAD lub Bentley, sprawdzają się w trakcie opracowywania poprawnie skoordynowanych modeli BIM, będących podstawą szczegółowego projektu technicznego. W przypadku programów „micro BIM” możliwe jest szacowanie kosztów i opracowanie harmonogramów budowy, ale dopiero wtedy, gdy modele BIM są dostatecznie zaawansowane. W kolejnym roku 2009 w ramach Industry Advisory Panel [5] zaproponowano termin „MacroBIM” jako metodkę szacowania kosztów na etapie planowania inwestycji, tak aby relatywnie wcześniej odpowiedzieć na pytanie: Czy prace projektowe mają być kontynuowane?

W ramach projektu „Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce” opracowane-

go przez PwC we współpracy z BIM Klastr [6] zaproponowano zastosowanie metodyki MacroBIM jako efektywnego sposobu organizacji wstępnej fazy procesu inwestycyjnego, której głównym celem jest dostarczenie spójnej koncepcji wraz ze wskaźnikowym łącznym kosztem wykonania inwestycji. Uznano, że model BIM, zbudowany z elementów brylowych, odpowiadających pomieszczeniom lub grupom pomieszczeń, jest właściwym narzędziem wstępnej merytorycznej oceny zarówno projektu koncepcyjnego i weryfikacji zgodności pomysłu projektantów z PFU oraz innymi wytycznymi przedstawionymi w SIWZ, jak i podstawą oceny ekonomicznej zaproponowanej koncepcji na podstawie oszacowanych kosztów.

Prezentowana w niniejszym artykule metodyka MacroBIM+ nawiązuje do nazwy zapro-



ponowanej kilkanaście lat temu, ale jej cel jest zasadniczo inny niż w przypadku oryginalnego Macro BIM. Metodyka MacroBIM+ ma pomóc w pokonaniu drogi od „pustej kartki” do koncepcyjnego projektu architektoniczno-budowlanego w postaci hybrydowego modelu BIM.

Zgodnie z metodyką MacroBIM+ projekt ma się rozwijać od prostych kilku brył poprzez kolejne, szczegółowe podziały funkcjonalne, aż do modelu hybrydowego zbudowanego z elementów brylowych (odpowiadających pomieszczeniom lub ich grupom) oraz ważnych elementów branżowych, takich jak np.:

- w architekturze: wykończenia, parametry definiujące wymagania ppoż., bhp lub sanepid, opisy funkcjonalne lub wyposażenia pomieszczeń itp.;
- w konstrukcji: podstawowe elementy konstrukcyjne: dach, stropy, ściany, słupy, belki;
- w instalacjach: rezerwacja przestrzeni na szachty instalacyjne, na kanały i urządzenia o znacznych gabarytach oraz na trasy różnorodnych sieci.

Hybrydowy model MacroBIM+ powinien stanowić etap pośredni, scharakteryzowany w ramach dostępnych klasyfikacji jako LOD 200 – między modelem koncepcyjnym (LOD 100) a modelem ze szczegółową geometrią (LOD 300). W trakcie wcześniejszych edycji przedmiotu mpiBIM studenci mieli zasadniczy problem z dojściem do projektu koncepcyjnego. Zajmowało im to bardzo dużo czasu. Faktycznie po formalnym zakończeniu etapu „projekt koncepcyjny”, w trakcie etapu „projekt techniczny” były podejmowane decyzje mające zasadniczy wpływ na kształt obiektu, program funkcjonalno-przestrzenny, rozwiązania konstrukcyjne i inne rozwiązania branżowe. Niestety studenci bardzo często wpadali w tradycyjne schematy działań: niech architekci coś zaproponują, to wtedy my, konstruktorzy, potwierdzimy lub skrytykujemy rozwiązania konstrukcyjne, a następnie instalatorzy złączą pracę nad swoimi projektami. Po prostu studenci bardzo łatwo nawiązywali do wielokrotnie stosowanego na studiach „silosowego” działania, w którym student czeka na wytyczne – od nauczyciela (na zajęciach projektowych), a w przypadku mpiBIM – od branży dominującej, np. konstruktorzy czekali na koncepcję architektów, aby jedynie sprawdzić, czy proponowane rozwiązania konstrukcyjne mają sens. Zastosowanie MacroBIM+ powinno ułatwić przejście od modelu brylowego do modelu arch.-bud. zawierającego podstawowe elementy budowlane, w którym uwzględniono wymiary istotnych elementów budowlanych lub instalacyjnych, np. grubości powtarzalnych stropów i ścian, wymiary poprzeczne słupów lub belek, oczywiście pod warunkiem, że wcześniej poczynione założenia obowiązują, np. w zakresie lokalizacji słupów, belek lub szach-

tów. Należy pamiętać, że wymiary elementów mogą zostać potwierdzone jako obowiązujące pod warunkiem, że znana jest funkcja pomieszczeń (czyli obciążenia użytkowe), zasadnicze materiały konstrukcyjne i wykończeniowe oraz inne dane niezbędne do wykonania analiz instalacyjnych.

W każdym kolejnym kroku rozwoju modelu MacroBIM+ powinny zostać wykonane przybliżone analizy konstrukcyjne, instalacyjne, ale również powinny zostać przygotowane modele brylowe nietypowego wykończenia lub wyposażenia wnętrza. Celem analiz jest wstępna międzybranżowa akceptacja dla gabarytów zasadniczej konstrukcji nośnej, gabarytów i tras instalacji oraz podstawowego wyposażenia, przy zachowaniu dwóch zasad: 1) od ogółu do szczegółu, 2) od elementów ważnych do elementów drugorzędnych.

Wnioski z analizy symulacyjnej zastosowania metodyki MacroBIM+ w procesie projektowym w ramach mpiBIM

Uwzględniając doświadczenia obydwu autorów, którzy brali udział (w różnych rolach) w realizacji prac projektowych w trakcie czwartej edycji mpiBIM 2020, na podstawie własnych doświadczeń uczestnika projektu mpiBIM w trakcie mpiBIM 2020 oraz zbioru notatek ze spotkań międzybranżowych i sprawozdania z prac zespołu konstruktorów, opracowano symulację działań interdyscyplinarnego zespołu zgodną z zasadami metodyki MacroBIM+ [1]. Oczywiście przygotowana symulacja zakłada, że wszyscy uczestnicy podejmują racjonalne działania oraz decyzje, tak aby w określonym czasie osiągnąć założony, wspólny cel, a zatem uczestnicy procesu projektowego podejmują działania we właściwej kolejności, tak aby zminimalizować zarówno czas, jak i liczbę działań nieefektywnych. W przeciwieństwie do decyzji ekonomicznych lub czysto inżynierskich, gdzie są stosowane ilościowe miary korzyści, kosztów oraz zysków danej decyzji, w wielobranżowym procesie projektowym są podejmowane decyzje, dla których nie można lub bardzo trudno sformułować kryteria decyzyjne bazujące na porównaniu wartości kryteriów z wartościami krytycznymi. Istotą działalności projektowej jest przygotowanie poprawnej dokumentacji projektowej w taki sposób, aby zaspokoić potrzeby klienta przy rozsądnych kosztach i nakładach pracy oraz zgodnie z harmonogramem realizacji procesu projektowego. W trakcie procesu projektowego podejmowane są różnorodne decyzje, ale tylko te oparte na uzgodnionych założeniach mogą pozostać obowiązujące w trakcie dalszych działań. Dlatego zarówno decyzje indywidualne (podejmowane przez poszczególnych projektantów), jak i zespołowe (podejmowane przez branże lub cały zespół wielobranżo-

wy) powinny być ugruntowane we wcześniejszych założeniach lub decyzjach. Podejmowanie decyzji jest podstawowym warunkiem sprawnego przebiegu procesu projektowego. Metodyka MacroBIM+ ma służyć racjonalizacji procesu projektowego poprzez podejmowanie decyzji wg dwóch zasad: od ogółu do szczegółu oraz od decyzji zasadniczych (mających wpływ na wiele działań) do decyzji o charakterze lokalnym (np. branżowym) lub szczegółowych rozwiązań technicznych, które nie mają wpływu na inne działania, o ile nie naruszają decyzji zasadniczych.

Przedmiot mpiBIM trwa tylko jeden semestr (15 tygodni) i dlatego istotne jest zaangażowanie studentów z pięciu wydziałów już od samego początku semestru, tak aby interdyscyplinarny zespół studencki sprawnie przygotował architektoniczno-budowlany projekt koncepcyjny, który może być podstawą do w miarę szybkiego opracowania projektu technicznego. Wcześniej opisane doświadczenie pokazuje, że nie jest to łatwe zadanie, gdyż studenci są przyzwyczajeni do tradycyjnego przebiegu pracy projektowej: najpierw koncepcja architektoniczna, potem koncepcja konstrukcyjna, następnie koncepcje projektów instalacyjnych i... ewentualnie powrót do początku, a wtedy brakuje czasu na niezbędne zmiany w celu skoordynowania projektów oraz modeli.

Tabela 2. przedstawia porównanie faktycznego przebiegu prac w trakcie mpiBIM z symulacyjnym ich przebiegiem, zgodnie z metodyką MacroBIM+. Na Rys. 1. przedstawiono potencjalny rozwój modeli w ramach MacroBIM+. Na podstawie przeprowadzonej symulacji wydaje się, że zastosowanie metodyki MacroBIM+ powinno dać lepsze wyniki, w postaci bardziej zaawansowanego projektu koncepcyjnego, niż to było, gdy proces przebiegał zgodnie z klasycznym podejściem projektowym. MacroBIM+ wymusza równoległe zaangażowanie wszystkich członków zespołu już od początku prac w fazie koncepcyjnej, co powinno prowadzić do zmniejszenia liczby koniecznych iteracji w ramach koordynacji międzybranżowej w późniejszej fazie projektu technicznego. Hybrydowy model BIM+, jako centralne źródło informacji, powinien stopniowo stawać się bardziej dokładny. Wtedy projektanci, ze względu na systematyczne uszczegółowianie modelu o zatwierdzone elementy, są w stanie przeprowadzać coraz dokładniejsze analizy branżowe, a potencjalne kolizje międzybranżowe mogą być szybko rozwiązywane, przede wszystkim dzięki zastosowaniu zasady „od ogółu do szczegółu”. Warto jednak zwrócić uwagę na problem związany z oszacowaniem „od góry” np. wymiarów przekrojów elementów konstrukcji lub instalacji, co może być źródłem pozornych kolizji, których rozwiązanie wymaga bardziej dokładnych analiz.

Porównanie tradycyjnego trybu pracy projektowej (w trakcie mpiBIM) z wynikami symu-

lacji zastosowania MacroBIM+ wskazuje na liczne potencjalne korzyści związane z wykorzystaniem metodyki MacroBIM+ w ramach przyszłych edycji mpiBIM.

Podsumowanie

Przedstawione wnioski z symulacji zastosowania MacroBIM+ wymagają weryfikacji w trakcie realnych zajęć dydaktycznych. Propozycja zastosowania metodyki MacroBIM+ jest próbą znalezienia rozwiązania poważnego problemu, jakim jest trudność współpracy międzybranżowej na etapie opracowywania projektu koncepcyjnego, co wyrażali studenci WIL w ankietach po zakończeniu zajęć mpiBIM. Zasadniczo studenci nie mają problemów z koordynacją międzybranżową, gdy modele branżowe są już odpowiednio zaawansowane. Wtedy branżowe modele BIM są źródłem dobrze zdefiniowanych częściowych zadań, charakterystycznych dla tradycyjnego projektowania, gdy każda z branż pracuje niezależnie nad swoim sposobem rozwiązania problemu, co jest charakterystyczne dla myślenia „silosowego”. Ale dojdzie do w miarę spójnego pierwszego modelu BIM przedstawiającego wielobranżową koncepcję architektoniczno-budowlaną jest prawdziwym wyzwaniem. Metodyka MacroBIM+ powinna zostać sprawdzona w praktyce dydaktycznej i projektowej jako metoda dojścia do interdyscyplinarnego projektu koncepcyjnego.

Literatura

- [1] J. Walendzik, Symulacja zastosowania koncepcji MacroBIM w procesie projektowym w ramach przedmiotu „międzywydziałowy projekt interdyscyplinarny BIM” [praca dyplomowa inżynierska], Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, 2021.
- [2] Międzywydziałowy projekt interdyscyplinarny BIM, <https://mpi.bim.pw.edu.pl/>.
- [3] Wielka Encyklopedia PWN, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1976.
- [4] L. Khemlani, DProfiler: A "Macro" BIM Solution, AECbytes, 2008.
- [5] Industry Advisory Panel, Macro BIM: Program development, coordination and support office of cost management, 2009.
- [6] PwC, Mapa drogowa dla wdrożenia metodyki BIM w zamówieniach publicznych. Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce, 2020.
- [7] K. Beck, Agile Manifesto, <https://agilemanifesto.org/iso/pl/principles.html>, 2001.

DOI: 10.5604/01.3001.0015.5936

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Czmoch Ireneusz, Walendzik Jakub, 2022, O korzyściach z wdrożenia MacroBIM+ w trakcie realizacji „międzywydziałowego projektu interdyscyplinarnego BIM”, jak i w codziennej praktyce, „Builder” 1 (294). DOI: 10.5604/01.3001.0015.5936

Streszczenie: Artykuł przedstawia faktyczny przebieg prac studenckiego zespołu projektowego w ramach przedmiotu międzywydziałowy projekt interdyscyplinarny BIM 2020 na podstawie dostępnych notatek oraz własnego doświadczenia uczestnika edycji mpiBIM 2020. Zaproponowano metodykę opracowania wielobranżowego projektu koncepcyjnego o nazwie MacroBIM+, której podstawą jest

rozwijany stopniowo hybrydowy model BIM, zbudowany z brył opisujących pomieszczenia lub ich grupy oraz ważnych elementów branżowych, np.: podstawowych elementów konstrukcji nośnej (dach, stropy, ściany, słupy, belki), bryłowych modeli specjalistycznego wyposażenia obiektu lub rezerwacji przestrzeni na kanały i urządzenia instalacyjne o znacznych gabarytach. Następnie przedstawiono wnioski z symulacji zastosowania metodyki MacroBIM+ w ramach mpiBIM. Autor pracy dyplomowej oraz jego promotor zauważają potencjalne korzyści związane z wykorzystaniem metodyki MacroBIM+ w ramach przyszłych edycji mpiBIM.

Słowa kluczowe: proces projektowy, proces dydaktyczny, BIM, MacroBIM, mpiBIM, BIM w edukacji

Abstract: ABOUT THE BENEFITS OF IMPLEMENTING MACROBIM+ DURING INTER-FACULTY INTERDISCIPLINARY BIM PROJECT CLASSES AS WELL AS IN DAILY PRACTICE. The paper presents the actual design workflow of the student design team in the course of the "inter-faculty interdisciplinary project BIM 2020", based on the available notes and the own experience of the participant of the mpiBIM 2020 edition. A methodology for the development of a multi-discipline conceptual design called MacroBIM+ has been proposed, which is based on a progressively developed hybrid BIM model built from solids describing rooms or groups of rooms and important construction elements, e.g.: the basic elements of the load-bearing structure (roof, floor slabs, walls, columns, beams), solid models of specialized equipment of the facility or space reservations for ducts and installation devices of significant dimensions. Conclusions from the simulation of the application of the MacroBIM+ methodology within mpiBIM are then presented. The author of the thesis and his supervisor note the potential benefits of using the MacroBIM+ methodology within future editions of mpiBIM.

Keywords: design process, teaching process, BIM, MacroBIM, mpiBIM, BIM in education

BUILDER SCIENCE

Builder OPEN ACCESS

BUILDER SCIENCE - dział miesięcznika **BUILDER** dostępny w ramach open access journals, w którym publikowane są artykuły naukowe w następujących dyscyplinach naukowych: architektura i urbanistyka oraz inżynieria lądowa i transport. Artykuły naukowe indeksowane są w bazach danych: Index Copernicus, BazTech i EBSCO.

40 punktów MEiN

WWW.BUILDERSCIENCE.PL