

Optymalizacja procesu projektowego dla przestrzeni biurowych z wykorzystaniem technologii BIM



mgr inż. arch.
EMILIA DUDZIŃSKA
Politechnika Warszawska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0003-0201-8514

Artykuł prezentuje analizę etapów opracowania dokumentacji projektowej opartej na tradycyjnym procesie. Następnie omówiono zmiany w powyższych etapach z wykorzystaniem technologii BIM wpływające na optymalizację pod względem minimalizacji liczby błędów projektowych i obliczeniowych, minimalizacji liczby kolizji, sprawności przepływu informacji, dostosowania projektu do budżetu oraz wydajności pracy przy opracowaniu dokumentacji projektowej.

Wraz ze wzrostem popytu na przestrzenie biurowe [1] zintensyfikowały się prace projektowe nad tego rodzaju powierzchniami. Nowoczesne biura mają spełniać funkcję nie tylko miejsca pracy, ale także być elementem negocjacyjnym w zatrudnieniu nowego pracownika. W związku z tym podwyższyły się wymagania co do jakości aranżacji przestrzeni, a co za tym idzie, do samych projektów.

Równocześnie coraz więcej budynków biurowych jest wykonywanych w technologii BIM, która staje się wymogiem także dla aranżacji. Jest to technologia oparta na tworzeniu cyfrowego modelu będącego źródłem wiedzy o budynku od etapu koncepcji po rozbiórkę. Informacje w nim zawarte dotyczą m.in. parametrów geometrii, liczby elementów, powierzchni i kubatury.

Tradycyjny proces projektowy

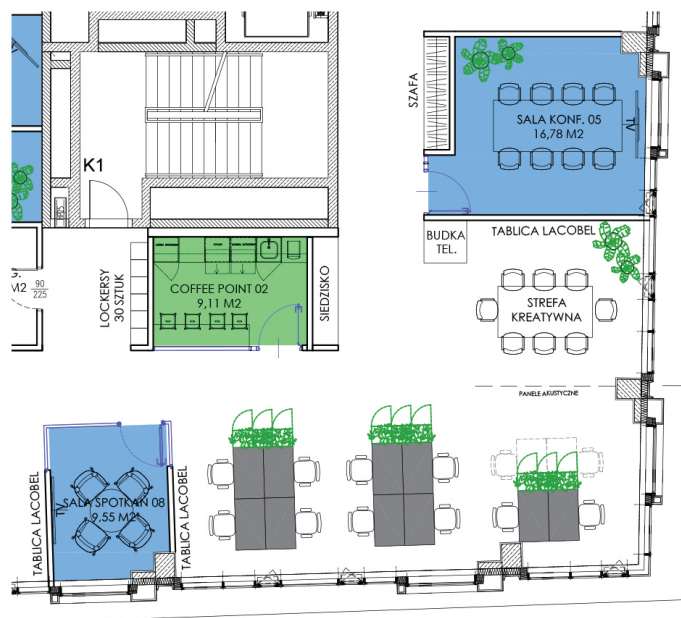
Opis etapów opracowania dokumentacji projektowej oparto na przykładzie przestrzeni biurowej znajdującej się na dwóch kondygnacjach budynku biurowego w Warszawie o łącznej powierzchni użytkowej 1702 m². Biuro ma układ otwarty (z ang. *open space*) z aneksami kuchennymi oraz salami konferencyjnymi zlokalizowanymi przy trzonie budynku.

Pierwszym etapem opracowania projektu jest wykonanie aranżacji przestrzeni (z ang. *space plan*). Zawiera on podział przestrzeni na pomieszczenia i działy z uwzględnieniem ich relacji oraz liczby miejsc pracy, które są określane przez najemcę. Zawiera także powierzchnie obliczane wg różnych standardów (m.in. po-

wierzchnia użytkowa oraz wg The U.S. Building Owners And Managers Association [2]). Strony zaangażowane w ten etap opracowania dokumentacji projektowej to m.in. projektant, najemca i przedstawiciel budynku. Na tym etapie, ze względu na braki wykonania przedmiaru materiałów, nie jest wykonywana optymalizacja biorąca pod uwagę kryterium kosztu. Ze względu na fakt, że aranżację przestrzeni i projekt koncepcyjny wykonywała ta sama jednostka projektowa, nie następowało wydanie plików wykonawcy kolejnego etapu. W przypadku gdy wymienionymi etapa-

mi zajmują się inne jednostki projektowe, informacje o wytycznych i rozważanych opcjach projektowych są niedostępne dla późniejszych wykonawców.

Następnym etapem był projekt koncepcyjny, który przedstawiał architekturę wnętrz z uwzględnieniem kolorystyki, mebli, rodzajów materiałów wykończeniowych, oświetlenia, zabudów i wizualizacji. Zaangażowani byli architekci, a także przedstawiciele najemcy, którzy byli odpowiedzialni za architektoniczny charakter wnętrza. Oprócz rzutów oraz rozwinięć ścian pomieszczeń zostały wykonane wizualizacje



Rys. 1. Fragment rzutu omawianej aranżacji przestrzeni

3D, które wymagały dodatkowych prac projektowych. Na tym etapie unika się wykonywania zmian w aranżacji przestrzeni i nie jest wykonywany kosztorys. Nastąpiło przekazanie finalnej wersji projektu na jejmy i pośrednio wykonawcom kolejnego etapu.

Wielobranżowy projekt wykonawczy realizowała inna jednostka projektowa. Opracowanie dokumentacji projektowej rozpoczyna się od zebrania od najemcy wymagań dotyczących m.in. branży instalacji sanitarnych, niskoprądowych i elektrycznych, które stanowią obciążenie budżetu. Jednostki zaangażowane w ten etap to architekti, projektanci instalacji, przedstawiciele najemcy i konsultanci branżowi.

Po opracowaniu i przekazaniu projektu wykonawczego na jego podstawie następuje wycena budowy aranżacji. W przypadku gdy budżet jest przekroczony, następuje optymalizacja finansowa, która wpływa na wszystkie wcześniejsze fazy procesu opracowania projektu aranżacji i dokumentacji. Zakres możliwości wprowadzania zmian na tak zaawansowanym etapie jest ograniczony przez harmonogram.

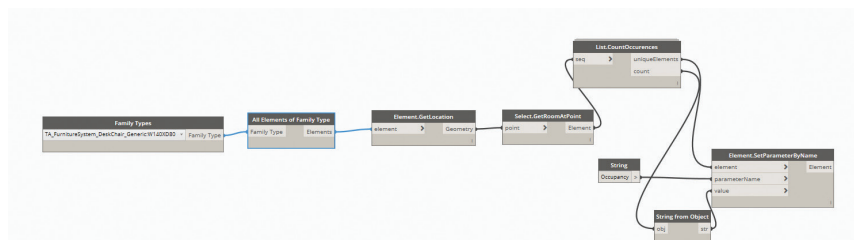
Proces projektowy aranżacji z wykorzystaniem technologii BIM

Definicja BIM przyjęta w artykule opiera się na określeniu *Building Information Modeling*, czyli „procesu, który pozwala zbierać, modelować i zarządzać tą informacją” [3]. Skupia się na przygotowaniu przekazu w sposób umożliwiający jego wykorzystanie na różnych etapach projektu.

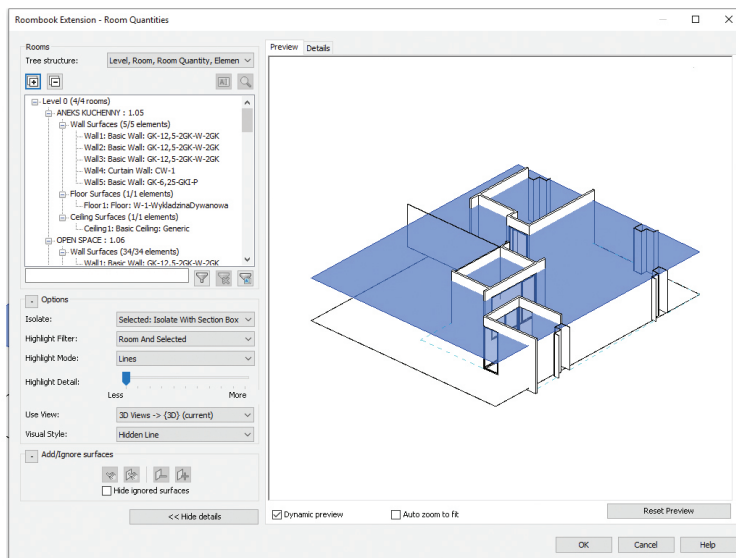
Omawiane optymalizacje dotyczą kryteriów:

- minimalizacji liczby błędów projektowych i obliczeniowych,
- minimalizacji liczby kolizji,
- sprawności przepływu informacji,
- dostosowania projektu do budżetu,
- wydajności pracy przy opracowaniu dokumentacji projektowej [4].

Pierwszy etap, jakim jest opracowanie aranżacji przestrzeni, dzięki zastosowaniu BIM jest w mniejszym stopniu narażony na błędy w przedmiarach materiałów oraz obliczeniach związanych z liczbą miejsc pracy opartych na wytycznych najemcy oraz przepisach. Wartości są aktualizowane automatycznie wraz z wprowadzeniem zmiany geometrii przestrzeni. Przykładem optymalizacji, biorąc pod uwagę minimalizację liczby błędów projektowych i obliczeniowych oraz wydajności pracy przy opracowaniu dokumentacji, jest wykorzystanie otwartego oprogramowania do programowania graficznego Dynamo [5] oraz oprogramowania Revit [6]. Na podstawie „rodziny” złożonej z biurka i krzesła jest obliczana i aktualizowana liczba miejsc pracy. Biorąc pod uwagę wielokrotne rewizje, jest



Rys. 2. Diagram wykonany w Dynamo, który na podstawie liczby zadanego rodzaju mebla umieszcza sumę jego wystąpień w opisie pomieszczenia



Rys. 3. Uproszczony model fragmentu aranżacji biura. Powierzchnie sufitu i podłogi zostały wykonane jako pojedyncze elementy. W pomieszczeniach mogą zostać do nich przypisane różne materiały

to oszczędność czasu koniecznego na obliczenia wynikające ze zmian oraz zmniejszenie prawdopodobieństwa błędu.

Model aranżacji na tym etapie może być uproszczony, ponieważ przedmiary opierają się na standardach wykończenia. Wystarczający jest w tym przypadku poziom szczegółowości (z ang. *Level of Development*) 100 lub 200 [7]. Na rys. 3. widoczna jest graficzna prezentacja przedmiaru wykonanego w programie Revit [6] przy użyciu rozszerzenia Roombook [8], który jest później eksportowany do programu kalkulacyjnego. Model zawiera pomieszczenia, ściany działowe, płaskozynę podłogi oraz sufitu. Biorąc pod uwagę planowany standard obliczana jest powierzchnia wykończeń tych elementów. Powierzchnia sufitu i podłogi jest w obliczeniach dzielona na pomieszczenia, a jej wykończenie jest zgodne z przyjętym standardem.

Etap aranżacji przestrzeni jest rozszerzony względem omówionego wcześniej tradycyjnego schematu o wykonanie kosztorysu, który umożliwia optymalizację pod względem dostosowania do budżetu oraz sformułowanie wstępnych wytycznych dla branży elektrycznej i sanitarnej. Zaangażowane strony, oprócz wspomnianych w tradycyjnym podejściu, to jednostka wykonu-

jąca kosztorys oraz projektanci instalacji gromadzący wytyczne do kolejnego etapu.

Pomiędzy każdym etapem następuje bezstratne przekazanie pliku. Oprócz formatu natywnego powinno się przyjąć przekazywanie formatu uniwersalnego, np. Industry Foundation Classes (*.ifc). Zauważa się tendencję celowego fałszowania informacji w pliku, co przez ograniczenie lub wbudowanie nieprawidłowej informacji o klasyfikacji wprowadza do niego błędne dane.

Kolejnym etapem jest projekt koncepcyjny. Wizualizacje 3D są ogólnie przyjętym standardem prezentacji. Podczas tworzenia modelu BIM powstaje model 3D. Następuje zatem optymalizacja pod względem wydajności pracy. Unika się wykonywania prac 2D będących wytycznymi dla wizualizacji. Jakość prac przygotowanych w oprogramowaniu BIM może nie spełniać wymogów jakościowych, jednak możliwy jest eksport modelu do oprogramowania dedykowanego wykonywaniu wizualizacji, co także wpływa na optymalizację wydajności pracy.

Względem tradycyjnego etapowania projekt jest uzupełniany o koncepcję branży elektrycznej i sanitarnej. Dochodzi także druga iteracja kosztorysu, co umożli-

wia jego uszczegółowienie. Na podstawie kosztorysu można dokonać optymalizacji w koncepcji. Zaangażowane są takie same osoby jak na poprzednim etapie.

Etap opracowania dokumentacji wielobranżowego projektu wykonawczego rozpoczyna się na podstawie informacji zebranych na poprzednich etapach. Projekt opracowany w technologii BIM zawiera reprezentację 3D elementów, przez co zawiera więcej informacji niż 2D. Dzięki temu zmniejsza się liczba zapytań do wykonawców wcześniejszego etapu, co optymalizuje przepływ informacji oraz wydajność pracy. Przeprowadzane jest także wykrywanie kolizji (z ang. *clash detection*) [9], które wpływa na minimalizację ich liczby. Jest ono oparte na weryfikacji istnienia kolizji między geometrią elementów (np. kolizja elementów konstrukcyjnych obiektu), istnienia duplikatów wystąpień (pozwala na weryfikację poprawności zestawień elementów), koniecznych do zapewnienia przestrzeni montażowych i innych. Pozwala to na uniknięcie w trakcie budowy obciążających finansowo zmian. W etap wielobranżowego projektu wykonawczego, oprócz wcześniej wymienionych osób, angażuje się kierownik budowy, który, mając dostęp do modelu, jest w stanie przeprowadzić symulację realizacji inwestycji. Wpływa to także na optymalizację pod względem redukcji liczby kolizji, ponieważ pozwala na uniknięcie tych, które wynikałyby z kolejności montażu elementów. Następuje kolejna, uszczegółowiona iteracja kosztorysu. Z modelu BIM, w tym wizualizacji 3D i powiązanych z elementami informacji, korzystają wykonawcy na placu budowy, a dzięki ułatwionemu wykonywaniu przedmiarów zostaje usprawniony proces zamówień.

Dochodzi możliwość implementacji kolejnego etapu, jakim jest zarządzanie obiektem (z ang. *Facility Management – FM*) [10]. Dzięki rozszerzeniu informacji w istniejącym modelu może on być wykorzystywany do sterowania systemami zarządzania budynkiem (z ang. *Building Management System – BMS*) w biurze, wyposażeniem oraz naprawami. Należy wziąć pod uwagę, że chęć stworzenia systemu FM dla biura powinna być zgłoszona przez najemcę na wczesnym etapie opracowania projektu. Pozwoli to na przygotowanie i za-

warcie w modelu informacji w sposób dostosowany do potrzeb. Wprowadzenie tego etapu, który nie istniał w tradycyjnym modelu, wpływa na optymalizację sprawności przepływu informacji.

Podsumowanie

Optymalizacja procesu projektowego dla przestrzeni biurowych z wykorzystaniem technologii BIM odbywa się w zakresie kryteriów minimalizacji liczby błędów projektowych, a także obliczeniowych, minimalizacji liczby kolizji, sprawności przepływu informacji, dostosowania projektu do budżetu oraz wydajności pracy przy opracowaniu dokumentacji projektowej. Wraz z intensyfikacją aktywności na rynku biurowym zwiększana jest intensywność pracy i jakość dostarczanych projektów, używając tych samych metod. Technologia BIM pozwala podejść do zagadnienia w sposób bardziej zoptymalizowany oraz kompleksowy, co w długofalowej perspektywie przynosi wymierne korzyści.

Literatura:

- [1] Augustyniak H., Gajewski K., Olszewski K., Informacja o cenach mieszkań i sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w II kwartale 2019 r., NBP Narodowy Bank Polski, 2019.
- [2] BOMA Office Buildings: Standard Methods of Measurement (ANSI/BOMA Z65.1 – 2017), 2017.
- [3] Kasznia D., Magiera J., Wierzowiecki P., BIM w praktyce standardy wdrożenie case study, PWN, 2018.
- [4] Nalepka M., Mrozek R., Zalety i wady technologii BIM, „Builder” 06/2017.
- [5] <https://dynamobim.org/> (dostęp: 21.06.2020).
- [6] <https://www.autodesk.pl/products/revit/> (dostęp: 21.06.2020).
- [7] BIM Forum, Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary, 2019.
- [8] Roombook, Areabook and Buildingbook Extensions for Revit, <https://autodesk.sk/2RtUnuD>, 18.01.2020.
- [9] Anderson O. Akponeware, Zulfikar A. Adamu, Clash detection or clash avoidance? An investigation into coordination problems in 3D BIM, „Buildings” 2017, 7(3), 75.
- [10] Wiśniewski M., BIM4FM czy FM4BIM – jaką rolę odegra BIM w branży Facility Management, „Materiały Budowlane” 2019, nr 9.

DOI: 10.5604/01.3001.0014.3584

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Dudzińska Emilia, 2020, Optymalizacja procesu projektowego dla przestrzeni biurowych z wykorzystaniem technologii BIM, „Builder” 09 (278). DOI: 10.5604/01.3001.0014.3584

Streszczenie: Celem artykułu jest zaprezentowanie optymalizacji procesu projektowego dla przestrzeni biurowych z wykorzystaniem technologii BIM przez zmianę tradycyjnego etapowania procesu projektowego i zapropono-

wanie alternatywnego podejścia wykorzystującego zalety technologii BIM. Artykuł oparty jest o studium przypadku procesu projektowego aranżacji przestrzeni biurowej zlokalizowanej w Warszawie oraz hipotetyczne modelowe podejście. W pierwszej części omówiono charakterystykę projektów aranżacji biurowych oraz najczęściej spotykany obecnie proces. Następnie zaprezentowano podejście modelowe z użyciem technologii BIM, która wprowadza zmiany w omawianym procesie. Rezultatem jest zaprezentowanie metody etapowania projektu aranżacji przestrzeni biurowej opartej o technologię BIM wprowadzającej optymalizację kolejnych etapów, biorąc pod uwagę kryterium minimalizacji liczby błędów projektowych i obliczeniowych, zmniejszenia liczby kolizji, sprawności przepływu informacji, dostosowania projektu do budżetu oraz wydajności pracy przy opracowaniu dokumentacji projektowej.

Słowa kluczowe: optymalizacja, proces projektowy, biuro, BIM, *space plan*

Abstract: OPTIMIZATION OF THE DESIGN PROCESS FOR OFFICE SPACES WITH THE USE OF THE BIM TECHNOLOGY. The

aim of the article is to present the optimization of the design process for office spaces using BIM technology by changing the traditional stages of the design process and to propose an alternative approach using the advantages of BIM technology. The article is based on a case study of the design process of office space arrangement located in Warsaw and a hypothetical model approach. The first part discusses the characteristics of office arrangement projects and the most common process currently. Then a model approach was presented using BIM technology, which introduces changes in the discussed process.

The result is the presentation of a method of staging the design of an office space arrangement based on BIM technology, which optimizes subsequent stages, taking into account the criterion of minimizing the number of design and calculation errors, minimizing the number of collisions, efficiency of information flow, adjusting the project to the budget and work efficiency in developing project documentation.

Keywords: optimization, design process, office, BIM, *space plan*