

WPŁYW OPTYMALIZACJI WIRTUALNEGO ŚRODOWISKA NA CZAS POTRZEBNY DO WYKONANIA PROJEKTU ARCHITEKTONICZNEGO W TECHNOLOGII BIM

Rafał RUCKI*

*Szkola Doktorska Politechniki Krakowskiej
ul. Warszawa 24, 31-155 Kraków, Poland

E-mail: rafal.rucki@doktorant.pk.edu.pl, URL: brak

Słowa kluczowe: *dokumentacja architektoniczna, modelowanie informacji o budynku (BIM), opłacalność BIM, środowisko wirtualne, optymalizacja*

ABSTRAKT

Badanie będące przedmiotem wystąpienia związane jest z metodami optymalizacji środowiska oprogramowania, które skracają czas potrzebny do wykonania dokumentacji technicznej. Celem badania było wykazanie, jak znaczące w technologii BIM jest wykorzystanie w odpowiedni i pełny sposób wszystkich jej możliwości oraz jaki ma to wpływ na czas realizacji projektu. Do tej pory powstało wiele opracowań naukowych traktujących o korzyściach z zastosowania oprogramowania BIM w projektowaniu [1] [2]. Niestety większość z nich opiera się na subiektywnych doświadczeniach oraz na przekonaniu o wyższości tej technologii względem innych np. CAD (Computer Aided Design). Innym źródłem prowadzącym do takiego wniosku są ankiety przeprowadzane wśród profesjonalistów z branży budowlanej.

Kaner i inni (2008) [3] w swojej publikacji przedstawili cztery studia przypadków przysposobienia technologii w dwóch średniej wielkości firmach. Na tej podstawie wywnioskowali, że wykorzystanie technologii BIM znacznie poprawia jakość projektu. Dokumentacja ma mniej błędów, a sprawdzanie rysunków jest mniej czasochłonne. Wykorzystanie technologii BIM skróciło czas potrzebny do realizacji ostatecznej dokumentacji, mimo iż pracownicy tych firm nie byli w tym czasie biegli w obsłudze oprogramowania. Zaprezentowane przykłady nie mogą w miarodajny sposób przedstawić korzyści ze stosowania technologii BIM (ze względu na brak wiarygodnych pomiarów czasowych oraz brak powtarzalności próbek) jednak wnioskiem, iż

wraz z wiedzą oraz znajomością oprogramowania czas potrzebny do wykonania dokumentacji skraca się, należy uznać za poprawny.

Salman Azhar (2011) [4] w swojej publikacji zaprezentował cztery studia przypadków wskazujące opłacalność BIM. Dla pierwszego przykładu dane wskazują korzyści związane z uniknięciem kolizji między projektowanymi elementami budynku. Autor słusznie zauważył, iż te problemy mogłyby być zidentyfikowane również w trakcie analizy rysunków 2d. Z tego powodu założył, że 25% tych kolizji nie mogło być znalezione, gdyby nie cyfrowy model budynku. O ile takie założenie wydaje się słuszne, to ostatecznie przyjęta wartość nie jest poparta żadnymi dowodami naukowymi. Kolejne przykłady przytoczone przez autora są opracowane w podobny sposób, co uniemożliwia uznanie ich za wiarygodne.

Przedstawione publikacje są dwoma z wielu, w których metoda obliczania korzyści z zastosowania technologii BIM jest wątpliwa. W opisywanym poniżej badaniu zastosowano autorską metodę zbierania precyzyjnych pomiarów czasowych dla wszystkich projektów stanowiących próbki badawcze w dwóch środowiskach — domyślnym oraz optymalnym. Przedmiotem pomiarów jest realizacja dokumentacji wykonawczej przez program komputerowy, dzięki czemu wyeliminowano większość zmiennych mogących mieć negatywny wpływ na wiarygodność wyników, w tym najważniejszą — czynnik ludzki.

W ramach tego badania wyróżniono najważniejsze sposoby na optymalizację w oprogramowaniu BIM. Pierwszy z nich to dostosowanie interfejsu do własnych potrzeb. W ramach tego działania użytkownik powinien ustawić w najbardziej dostępnym dla siebie miejscu funkcje oprogramowania, z których najczęściej korzysta, oraz ukryć opcje, których nie potrzebuje. W tym działaniu powinien znaleźć tzw. złoty środek, tak aby wszystkie potrzebne funkcje były w zasięgu jednego kliknięcia, ale aby nie ograniczyć w znaczącym stopniu swojego obszaru roboczego. Do tej metody optymalizacji zaliczyłem również ustawienie skrótów klawiaturowych, które dają bezpośredni dostęp do określonych funkcji oprogramowania i są o wiele bardziej efektywne od dostępu z poziomu pasków narzędzi. Drugim wyróżnionym typem środków optymalizacyjnych jest dostosowanie bibliotek BIM. W zależności od oprogramowania jego twórcy przekazują użytkownikowi różne narzędzia do osiągnięcia tego celu. W przypadku oprogramowania, w którym realizowano to badanie, konieczne było poznanie dedykowanego języka programowania. Dokumentacja wykonawcza poza elementami, które można stworzyć przy użyciu tradycyjnych narzędzi tj. ściana, drzwi, okna, belki zawiera elementy dedykowane projektom. Dla przykładu dokonano modyfikacji obiektu reprezentującego pomieszczenie mieszkania w następujący

sposób: założeniem dokumentacji było przedstawienie w takim obiekcie numeru strefy, który w najbardziej skomplikowanym projekcie składa się z wielu części. Pierwszą liczbą jest numer budynku bądź numer części budynku. Drugą liczbą jest numer klatki, w której znajduje się mieszkanie. Trzecią identyfikator mieszkania a czwartą numer pomieszczenia w mieszkaniu. W przypadku oryginalnego obiektu cała kombinacja liczb musi być wprowadzona przez użytkownika, natomiast w zoptymalizowanej wersji, numer budynku i numer klatki mieszkania są wprowadzane automatycznie. Dla trzeciej składowej użytkownik może wpisać numer mieszkania, zaznaczając wszystkie strefy naraz, a pojedynczo wprowadza jedynie numer pomieszczenia w mieszkaniu. Taki zabieg zdecydowanie skraca czas realizacji tego elementu dokumentacji, a jeszcze większe korzyści tego rozwiązania pojawiają się w przypadku zmian w późniejszych etapach projektowania. Kolejnym przykładem optymalizacji obiektów BIM w tym badaniu może być znacznik drzwi i okien. Założeniem dokumentacji wykonawczej było przedstawienie numeru identyfikacyjnego w sposób taki, że: Okna oznaczone są literą W, a drzwi literą D. Po kropce następuje numer budynku, w jakim się znajdują, numer klatki, w której znajduje się mieszkanie, numer mieszkania oraz liczbę porządkową tych komponentów w mieszkaniu. W przypadku domyślnego środowiska oprogramowania użytkownik musi wprowadzić każdy identyfikator osobno oraz tak samo w razie późniejszej zmiany. W środowisku, które przygotowano, użytkownik wprowadza tylko liczbę porządkową drzwi, bądź okien. Oznaczenie literowe jest przypisane dla danego typu obiektu (czyli program automatycznie wprowadza odpowiednie oznaczenie do danego elementu) a numer związany ze strefą, w jakiej się znajduje, jest wpisywany automatycznie. Jest jeszcze wiele zmian w obiektach, które były założeniami dokumentacji, ale te przytoczone są najbardziej istotne i dobrze oddają sens zrealizowanych działań. Nie dokonano zmian we wszystkich obiektach, ponieważ nie miałyby to wiele wspólnego z rzeczywistymi potrzebami użytkowników, a rezultaty optymalizacji w większym stopniu potwierdzałyby tezę, ale nie miałyby realnego zastosowania w praktyce.

Do przeprowadzenia tego badania stworzono trzy projekty wykonawcze budynków mieszkalnych o różnej powierzchni użytkowej kondygnacji. Założeniem było stworzenie ich z tych samych części tak, aby były w pewnym stopniu do siebie porównywalne. Projekty poza wielkością powierzchni użytkowej oraz typem różnią się sposobem realizacji w oprogramowaniu BIM. Dom jednorodzinny o powierzchni 100m² jest najbardziej podstawową jednostką, w której nie uwzględniono otoczenia budynku; budynek wielorodzinny o powierzchni 600m² w typie korytarzowym, który jest znacznie bardziej skomplikowany, a do jego

stworzenia nie wykorzystano powtarzalnych modułów, oraz budynek wielorodzinny o powierzchni 2400m² w typie punktowym. Składa się z dwóch budynków rozmieszczonych na działce symetrycznie, które składają się również z dwóch symetrycznych części. Każda część została przedstawiona na osobnym arkuszu rysunkowym. Opracowano 5 wzorców mieszkań różniących się wielkością, z których zbudowano te trzy projekty. Tak skonstruowane próbki badawcze, mogą pozwolić na dopasowanie prawie dowolnego projektu oraz szacunkowe przeliczenie opłacalności optymalizacji.

Wszystkie trzy projekty w obu środowiskach zostały wykonane przez program, który napisano na potrzeby tego badania. Program ten, dokładnie odwzorowuje ruchy użytkownika w trakcie wykonywania projektów, ale nie wykonuje zbędnych operacji, nie popełnia błędów, a wszystko, co robi, wykonywane jest w dokładnie takim samym przedziale czasowym. Dzięki temu podejściu wyniki badań są dokładne i mogą zostać uznane za wiarygodne. Do uzyskanych wyników dodany został czas, który potrzebny był do przygotowania plików bazowych oraz do optymalizacji. Jednakże czas, który poświęcono na te działania, wyrażony jest w jednostce czasu pracy człowieka, a nie komputera zatem nie można dodać ze sobą tych wartości. W celu uzyskania współczynnika określającego czas pracy człowieka w stosunku do czasu pracy komputera poproszono sześciu profesjonalnych kreślarzy o narysowanie drugiego projektu w optymalnym środowisku, bazując na otrzymanych podkładach. Po pierwszej próbie pięć z sześciu wyników było bardzo do siebie zbliżonych. Różnica między najlepszym a najgorszym wynikiem wyniosła około 17 minut co w porównaniu do średniego czasu, czyli 9 godzin 21 minut stanowi 3 procent, co ostatecznie zaakceptowano. Jeden z wyników w tej próbie okazał się znacząco gorszy od pozostałych (prawie 1.5 godziny różnicy względem najlepszego czasu). Po analizie dokumentacji filmowej okazało się, że próba ta została wykonana niezgodnie z dostarczonymi instrukcjami. Ze względu na to, że ta sama osoba nie mogła wykonać kolejnej próby, wybrano innego profesjonalnego użytkownika programu i uzyskano wynik mieszczący się w zakresie pozostałych. Otrzymane dokumenty sprawdzono również pod kątem zgodności przy pomocy specjalnie przygotowanego oprogramowania porównującego dany rysunek z bazowym. Dopuszczalnym marginesem błędu był 1%. Dwie spośród sześciu prób nie spełniły tego wymogu. Użytkownicy zostali poproszeni o poprawienie dokumentacji. Zgodnie z wynikami badania dla pierwszego projektu, optymalizacja miała negatywny wpływ. Czas poświęcony na przygotowanie środowiska okazał się przeważać nad zyskami. Wykonanie projektu w optymalnym środowisku trwało dłużej o 56%. Sytuacja zmienia

się już dla drugiego projektu, którego czas wykonania skrócił się o 3,5%. Optymalizacja przyniosła najlepsze rezultaty dla największego projektu, który został wykonany w czasie krótszym o 71%. Wyniki wyrażono również w formie współczynnika zwrotu z inwestycji, czyli stosunku czasu zaoszczędzonego do czasu poświęconego wyrażony w procentach. Dla pierwszego projektu wskaźnik ten jest ujemny i wyniósł 84%. Kolejny wynik to 11% oraz najbardziej efektywny wynik, czyli dla ostatniego projektu jest to 1029%. Bazując na tych wynikach, można wywnioskować, iż optymalizacja wirtualnego środowiska w oprogramowaniu BIM staje się opłacalna dla projektu o powierzchni około 600m². Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż wykonując kolejne projekty o podobnych wymaganiach graficznych, będzie korzystało się z optymalnego wirtualnego środowiska. Po pewnym czasie na pewno będzie potrzeba aktualizacji bądź dostosowania obiektów, ale nakłady te będą niewielką częścią w stosunku do całości.

To badanie nie jest wyłącznie ilustracją zysków z pełnego wykorzystania oprogramowania BIM, ale jest również apelem do profesjonalistów, aby inwestowali swój czas w wiedzę i zrozumienie technologii BIM, ponieważ jest to opłacalne, na co zostały przedstawione dowody naukowe.

LITERATURA

[1] J.-B. Yang, H.-Y. Chou, *Subjective benefit evaluation model for immature BIM-enabled stakeholders*, *Automation in Construction* 106 (2019) 102908, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102908>

[2] S. Azhar, M. Khalfan, T. Maqsood, *Building information modelling (BIM): now and beyond*, *Construction Economics and Building* 12 (4) (2015) 15-28, <https://dx.doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032>

[3] I. Kaner, R. Sacks, W. Kassian, T. Quitt, *Case studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms*, *Electronic Journal of Information Technology in Construction* 13 (2008) 303-323, <https://www.itcon.org/2008/21>

[4] A. Salman, *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*, *Leadership and Management in Engineering* 11 (3) (2011) 241-252, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)