

mgr inż. Kostiantyn Protchenko¹⁾

Technologia BIM w prefabrykacji

Przemysł prefabrykacji jest obecnie liderem innowacji w budownictwie, głównie dzięki standaryzacji pracy, która pozwala na zwiększenie automatyzacji produkcji. Technologie informatyczne ewoluowały na przestrzeni lat i dostosowały się do nowoczesnych rozwiązań. Uzyskana spójność danych i informacji zwiększyła wydajność i zminimalizowała koszty procesu produkcji elementów prefabrykowanych. Za najważniejszy atut technologii BIM w prefabrykacji uważa się przyspieszenie pracy podczas projektowania i możliwość integracji z innymi etapami realizacji inwestycji, w tym produkcji elementów prefabrykowanych.

Zalety stosowania BIM w prefabrykacji

Od połowy dwudziestego wieku obserwowany jest wzrost znaczenia rozwiązań informatycznych ułatwiających przeprowadzenie analiz strukturalnych, generowanie, przechowywanie i przekazywanie dużej liczby informacji [4]. Dynamiczny rozwój rynku budowlanego na świecie w ciągu ostatnich lat przyczynił się do przeniesienia procesu inwestycyjno-budowlanego z modelu DBB (ang. *Design-Bid-Build*) do IPD (ang. *Integrated Project Delivery*) [5].

Nadrzędnym celem modelu IPD jest efektywne projektowanie, co można osiągnąć w wyniku współpracy wszystkich podmiotów (inwestorzy, projektanci, wykonawcy, klienci) wytwarzających i zarządzających informacjami o obiekcie. Dzięki temu projekty zyskują przejrzystość, wysoką jakość oraz zostaje zapewniona zgodność kosztów i terminów. Osiągnięcie satysfakcjonujących wyników wymaga zastosowania nowych, zaawansowanych narzędzi i rozwiązań, co wiąże się przede wszystkim z przejściem z pracy w środowisku 2D do pracy w technologii BIM.

Bazą do współpracy w technologii BIM jest centralny kompleksowy model przestrzenny zapisany w postaci cyfrowej,

a wymiana informacji najczęściej odbywa się dzięki stosowaniu otwartych i neutralnych interfejsów wymiany modeli IFC (ang. *Industry Foundation Classes*) oraz interfejsów koordynacyjnych BCF (ang. *BIM Collaboration Format*) [4]. Warto zaznaczyć, że interfejsy IFC i BCF nie zawsze są formatami docelowymi, stosowane są również inne, w zależności od potrzeb i oczekiwań [6].

Projekt stworzony w środowisku BIM o wysokim poziomie LOD (ang. *Level of Development*) rzeczywiście odzwierciedla obiekt, który ma powstać, a zatem jest optymalnie zaprojektowany, zaś wymagane zasoby są określone na poziomie minimalizującym ewentualne straty [6]. Pozwala to na wykorzystanie pełnego potencjału prefabrykacji, która często wymaga bardzo precyzyjnego przygotowania produkcji, doboru szczegółowych rozwiązań technicznych ograniczających pracochłonność montażu oraz synchronizacji różnych prac branżowych [1]. Najważniejsze zalety stosowania BIM w prefabrykacji wymieniono w tabeli.

Projektowanie konstrukcji prefabrykowanych w BIM

Za bardzo ważny etap w procesie produkcji prefabrykatów uznaje się projektowanie, gdyż podczas niego powinny zostać uwzględnione inne etapy realizacji inwestycji. W związku z tym, narzędzia działające zgodnie z technologią BIM dedykowane prefabrykacji, powinny umożliwiać m.in.:

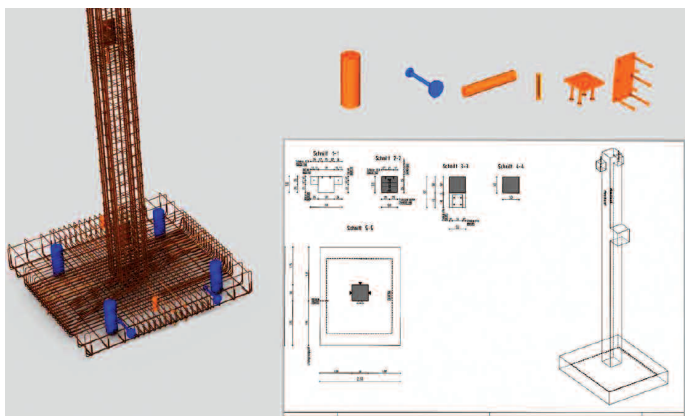
- **przygotowanie szablonów do wszelkiego rodzaju dokumentacji** – różne raporty (umożliwiające przedstawienie elementów/całego obiektu w 3D) mogą być przygotowane zgodnie z własną koncepcją. Można je stosować od stworzenia pierwszej oferty projektu koncepcyjnego. Istnieje również możliwość opracowania szablonu do przygotowania

Zalety stosowania BIM w prefabrykacji

Planowanie	Przejrzystość	Precyzja	Współpraca	Podjęcie decyzji	Dokumentacja i dane dotyczące produkcji	Dostawa i montaż	Koszt życia budynku
Planowanie budowy z prefabrykatów usprawnia proces inwestycyjny i prowadzi do zmniejszenia liczby osób i skrócenia czasu realizacji inwestycji. Specjalistyczne narzędzia zgodne z BIM mogą usprawnić i zwiualizować wiele procesów.	Postęp w planowaniu realizacji robót, koszty oraz zmiany w projekcie mogą być realistycznie przedstawione już na etapie koncepcji. Klient otrzymuje przestrzenny model obiektu i w przypadku potrzeby może przeanalizować wpływ różnych zmian na ogólny stan i koszty projektu.	Modelowanie 3D pozwala uzyskać większy poziom szczegółowości projektu oraz wyeliminować możliwe kolizje i błędy projektowe. Od szczegółowości projektu zależy, jak sprawnie inwestycja zostanie zrealizowana, gdyż każda z branż ma swoją specyfikę i podejście do projektu.	Wszyscy członkowie zaangażowani w proces inwestycyjno-budowlany mogą uzyskać dostęp do aktualnego stanu informacji za pomocą centralnego modelu obiektu, umożliwiającą komunikację w czasie rzeczywistym dzięki różnym rozwiązaniom chmurowym, serwerowym itp.	Symulacje przeprowadzone w oprogramowaniu zgodnym z BIM (np. analizy strukturalne, analizy dotyczące fizyki budynku i inne uwzględniające cały cykl życia budynku) pozwalają na podjęcie świadomych decyzji na wczesnym etapie projektowania.	Wygenerowanie rzutów i przekrojów (standardowych bądź wzdłuż krzywej/luku), rysunków warsztatowych poszczególnych elementów, danych oraz list produkcyjnych staje się proste dzięki centralnemu modelowi obiektu i funkcjom oprogramowania.	Elementy mogą być w łatwy sposób identyfikowane oraz lokalizowane przez użycie przypisanych etykiet, które zostały wcześniej zsynchronizowane z odpowiednią aplikacją.	Cyfrowe modele znacznie pomagają zoptymalizować koszty życia budynku już na etapie projektowania. Dokumentacja projektu budowlanego w centralnym modelu budynku jest punktem wyjścia do zarządzania obiektem w przyszłości.

¹⁾ Politechnika Warszawska; Wydział Inżynierii Lądowej; k.protchenko@il.pw.edu.pl

rysunków ogólnych, takich jak plany, widoki, przekroje (standardowe lub wg krzywej/łuku) oraz usprawnienia, tak by wszystkie dane były uzupełnione i dostosowane automatycznie. Elementom prefabrykowanym (typowym i unikatowym) można przypisać odpowiednie szablony, po czym automatycznie generować (pojedynczo lub grupowo) rysunki warsztatowe (ang. *shop drawings*). Ponadto, dokumentację można opracować zgodnie z własnymi oczekiwaniami, np. pokazać szalunki i akcesoria na jednym arkuszu, a zbrojenie na drugim, uzależniając też geometrię elementu od stosowanego formatu arkusza itp. (rysunek);



Generowanie dokumentacji wg szablonu [3]; element został wykonany w programie PLANBAR

- **łatwe opracowanie typowych (seryjnych) elementów** – oprogramowanie do projektowania elementów prefabrykowanych zazwyczaj ma wiele funkcji do tworzenia i edycji typowych elementów. Należy więc jedynie dopasować elementy do możliwości technicznych wytwórni (wymary, rozstawy zbrojenia, kratownic itp.), a podział (ścian, stropów itp.) odbywa się po jednym-dwóch kliknięciach;

- **skorzystanie z bazy elementów gotowych** – stosowanie systemowych rozwiązań połączeń ścian i stropów, łączników balkonów i innych akcesoriów upraszcza projektowanie elementów w technologii BIM, a następnie ich montaż [2]. Wielu producentów udostępniło już swoje bazy elementów nie tylko w formacie CAD, ale również w IFC. Zostały one zintegrowane w programach do projektowania elementów prefabrykowanych, istnieje również możliwość ich aktualizacji;

- **zamodelowanie własnych (unikatowych) elementów** – nowoczesne narzędzia BIM pozwalają w prosty sposób zamodelować elementy w środowisku graficznym bądź parametrycznym, co w znacznym stopniu może zoptymalizować proces projektowania. Utworzone elementy można dodać do biblioteki i łatwo edytować. Istnieje możliwość wykorzystania wizualnego oprogramowania (ang. *Visual Scripting*) pozwalającego na stworzenie nowych funkcji przez powiązanie elementów/funkcji między sobą;

- **eliminację kolizji i błędów** – narzędzia informatyczne pozwalają wykrywać kolizje i ewentualne błędy projektowe. Ponadto, oprogramowanie uwzględnia możliwości technologiczne linii produkcyjnych i może albo dostosować elementy, albo zablokować wysłanie takich plików produkcyjnych. W terminologii BIM wyróżniono trzy rodzaje kolizji:

- twardą (ang. *hard clash*) – w przypadku, gdy elementy nachodzą na siebie;

- miękką (ang. *soft clash*) – w przypadku, gdy elementy są blisko siebie, ale odstęp jest nieprawidłowy ze względu na to, że w kolejnym etapie dojdą inne elementy i będą się nakładać (np. izolacja rur);

- logiczną (ang. *logical clash*) – dotyczy głównie możliwości wykonania elementu, gdzie pewne elementy blokują możliwość montażu/dostępu przy konserwacji elementu [7];

- **wysyłanie danych na produkcję i integrację z innymi systemami** – jednym z najistotniejszych usprawnień w prefabrykacji jest możliwość integracji i eksportu modelu obiektu wykonanego w środowisku BIM do systemów ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) albo do maszyn sterowanych numerycznie CNC (ang. *Computer Numerical Control*) wykorzystywanych np. do gięcia, wiercenia, cięcia, spawania itp. Można przekazać dane dotyczące pojedynczych elementów oraz zaplanować i zwizualizować proces układania elementów na stołach i paletach, a następnie przekazać pliki na produkcję za pomocą specjalistycznych formatów;

- **usprawnienie procesów logistycznych i montażu** – elementy prefabrykowane wymagają specjalistycznego składowania i przewożenia, a także dobrania odpowiedniej technologii montażu. BIM pozwala zwizualizować te procesy i uwzględnić charakterystyki geometryczne elementów oraz odpowiedni sposób ich podpieraną, aby umożliwić ich łatwe podnoszenie itp.

Podsumowanie

Wdrożenie BIM może nastęrczać pewnych trudności, gdyż wymaga zmiany kultury pracy w środowisku cyfrowym oraz zaufania wobec partnerów biznesowych. Obecnie wielu projektantów komunikuje się z producentami elementów prefabrykowanych w sposób bardzo czasochłonny, np. wysyłając rysunki warsztatowe za pośrednictwem poczty elektronicznej. Technologia BIM niedogodności eliminuje i ma korzystny wpływ na wszystkie etapy realizacji inwestycji.

Literatura

- [1] Chyła Tomasz, Grzegorz Adamczewski. 2018. „Rola BIM w prefabrykacji oraz podczas procesu inwestycyjnego”. *Materiały Budowlane* 547 (3): 75 – 77.
- [2] Chyła Tomasz, Grzegorz Adamczewski. 2018. „BIM w modelowaniu prefabrykatów do wznoszenia budynków mieszkalnych”. *Materiały Budowlane* 549 (5): 80 – 81.
- [3] <https://www.precast-software.com/>.
- [4] Protchenko Kostiantyn, Krzysztof Kaczorek, Aleksander Szerner. 2020. „Praktyczne zastosowanie formatu IFC”. *Przewodnik Projektanta* (3): 45 – 47.
- [5] Protchenko Kostiantyn, Krzysztof Kaczorek. 2019. „Przejsiecie z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji”. *Przewodnik Projektanta* (4): 48 – 51.
- [6] Protchenko Kostiantyn, Krzysztof Kaczorek. 2020. „Implementacja technologii BIM w biurach architektonicznych”. *Przewodnik Projektanta* (1): 20 – 23.
- [7] Szymon Janczura. 2017. „BIM w prefabrykacji”. *Nowoczesne hale* (3): 70 – 76.