

Cyfrowe bliźniaki a rzeczywiste wyzwania infrastruktury

Połączenie technologii **GIS** (systemów informacji geograficznej) i **BIM** (modelowania informacji o budynku) jest dziś jednym z najważniejszych osiągnięć we współczesnej inżynierii i budownictwie. Obie te technologie powstały jako osobne narzędzia – GIS zajmował się głównie analizą informacji przestrzennych, a BIM tworzeniem szczegółowych, trójwymiarowych modeli obiektów. Dziś jednak coraz częściej łączy się je w jedno spójne podejście. Dzięki temu możemy lepiej planować, projektować, budować i zarządzać skomplikowanymi inwestycjami infrastrukturalnymi.

George Floros od ponad dekady zajmuje się integracją technologii GIS i BIM (**GeoBIM**), wdrażając takie rozwiązania w różnych sektorach – od lotnictwa i transportu po energetykę jądrową. Jako zastępca dyrektora ds. budownictwa cyfrowego w firmie AtkinsRéalis analizuje, jak wykorzystanie obydwu tych technologii przestaje być jedynie sposobem na tworzenie efektownych wizualizacji. Dziś realnie poprawia ona koordynację projektów, zwiększa bezpieczeństwo i podnosi efektywność operacyjną.

Dziś kluczowe znaczenie we wszystkich dziedzinach ma czas. Współczesne projekty infrastrukturalne są bardziej złożone niż kiedykolwiek: lotniska muszą działać przez całą dobę, nawet gdy przechodzą gruntowne modernizacje; a w obiektach jądrowych prace projektowe i budowlane muszą być wykonane bardzo dokładnie, bo nawet drobna pomyłka może mieć poważne konsekwencje; a dodatkowo każdy projekt jest pod coraz większą presją, by realizować go szybciej, bezpieczniej i w sposób bardziej zrównoważony. Tradycyjne podejście, w którym kontekst przestrzenny i szczegółowe modelowanie traktuje się jako dwa

osobne obszary, coraz częściej się nie sprawdza.

G Floros od lat skupia się na tworzeniu tzw. cyfrowych replik zasobów fizycznych – czyli połączonych ze sobą, opartych na danych cyfrowych bliźniaków. Takie modele odwzorowują nie tylko geometrię konstrukcji, lecz także jej kontekst (relacje z otoczeniem), rozłożenie prac w czasie oraz sposób funkcjonowania obiektu na co dzień.

Takie zintegrowane podejście jest szczególnie wartościowe w branżach, które szybko się rozwijają i przechodzą duże zmiany. Przykładem jest energia jądrowa, która przeżywa obecnie renesans ze względu na rosnące zapotrzebowanie na czystą energię oraz ogromne potrzeby energetyczne związane z AI i centrami danych. To obszary, w których rozwiązania GeoBIM sprawdzają się wyjątkowo dobrze. Podobnie jest w infrastrukturze lotniskowej – lotniska działają w bardzo wymagających, ograniczonych przestrzennie warunkach, a jednocześnie muszą utrzymywać kluczowe operacje bez przerwy.

W takich projektach inteligentne wykorzystanie danych przestrzennych i dokładnych modeli BIM znacząco ułatwia koordynację większości prac i podejmowanie decyzji na bieżąco.

Tu nie chodzi o stworzenie ładnej wizualizacji. Chodzi o to, by te rozwiązania były realnie wykorzystywane do skutecznego realizowania projektów – a to wiąże się z dużą odpowiedzialnością.

George Florosa



Pytanie: Opisałeś GeoBIM jako sposób na tworzenie cyfrowych replik zasobów fizycznych. Co to oznacza w praktyce?

Floros: Chodzi o coś więcej niż tylko posiadanie trójwymiarowego modelu budynku czy konstrukcji. Mówimy o stworzeniu pełnej, cyfrowej reprezentacji, która uwzględnia nie tylko sam obiekt, ale także jego otoczenie, powiązania z inną infrastrukturą oraz to, jak budynek jest tworzony i jak działa w czasie.

Niezależnie od tego, czy mówimy o terminalu lotniczym, elektrowni jądrowej czy węźle autostradowym, żaden z tych obiektów nie funkcjonuje samodzielnie. Wszystkie są częścią większych, złożonych systemów, w których poszczególne elementy wzajemnie na siebie wpływają.

Na przykład podczas pracy nad infrastrukturą lotniskową nie ograniczamy się tylko do modelowania samej konstrukcji. Dodajemy również dane o aktualnym ruchu lotniczym, przepływie pasażerów, sieciach instalacji, trasach dojazdu dla sprzętu budowlanego czy miejscach składowania materiałów.

GIS zapewnia szerszą perspektywę, ukazując, jak dany obiekt

działa w swoim otoczeniu i w rzeczywistych warunkach eksploatacji. BIM natomiast oferuje precyzyjny, inżynierski model pokazujący, co dokładnie powstaje.

Połączenie tych dwóch podejść tworzy wspólną platformę, dzięki której wszyscy zaangażowani w projekt mogą zrozumieć nie tylko sam obiekt, ale także to, jak wpisuje się on w większy system i jaki ma na niego wpływ.

Pytanie: W jaki sposób integracja GIS i BIM pomaga radzić sobie z wyzwaniami budowania w czynnych, działających środowiskach?

Floros: Środowiska operacyjne są bardzo złożone, bo prace odbywają się w dynamicznie działającym systemie. Weźmy lotniska – pasażerowie poruszają się przez całą dobę, samoloty ciągle startują i lądują, obowiązują surowe procedury bezpieczeństwa, a w tym samym czasie na miejscu pracuje kilka ekip.

W tradycyjnym podejściu każdy pracuje na oddzielnych rysunkach, harmonogramach i danych. To generuje ogromne problemy z koordynacją i prowadzi do błędów. Integracja GIS i BIM pozwala spojrzeć na wszystko w sposób spójny, aktualny i w pełnym kontekście, co znacząco ułatwia planowanie i bezpieczne prowadzenie prac.

Dzięki GeoBIM możemy tworzyć tzw. sekwencjonowanie 4D, czyli połączenie harmonogramu budowy z modelem 3D oraz danymi przestrzennymi. Umożliwia to wszystkim uczestnikom projektu precyzyjne zobaczenie, co, kiedy i gdzie będzie realizowane – gdzie przygotować materiały, które trasy pozostaną dostępne oraz jak poszczególne prace wpłyną na bieżące działanie obiektu.

Możemy też tworzyć symulacje pokazujące np. zamknięcia pasów ruchu, zmiany tras pasażerów czy przepływy logistyczne. Następnie łączymy wszystkie zespoły w jednym środowisku, aby wspólnie zweryfikować cały plan zanim ktokolwiek pojawi się na

placu budowy. Dzięki temu ryzyko błędów i nieprzewidzianych problemów znacząco spada.

Pytanie: Energia jądrowa znów zyskuje popularność na świecie. Jak w tych projektach wykorzystywany jest GeoBIM?

Floros: Energia jądrowa to wyjątkowy obszar, który łączy ekstremalne wymagania dotyczące bezpieczeństwa z coraz bardziej modułowym podejściem do budowy. Branża zmierza w stronę rozwiązań typu „plug-and-play” – czyli standaryzowanych reaktorów, które można powielać i instalować w różnych lokalizacjach.

To tworzy ogromną przestrzeń dla GeoBIM. Jeśli raz stworzymy cyfrowego bliźniaka dla jednej elektrowni, możemy go później dostosować do kolejnych miejsc, zachowując jednocześnie najwyższą dokładność i spełniając wszystkie rygorystyczne normy bezpieczeństwa. Dzięki temu, cały proces staje się szybszy i bardziej przewidywalny.

Projekty jądrowe wymagają nie tylko precyzyjnej budowy reaktorów, ale też skomplikowanej infrastruktury wspierającej – dróg do transportu wielkich komponentów, tymczasowych obiektów, koordynacji logistyki i integracji z istniejącymi sieciami energetycznymi.

Kluczowe jest tu ustalenie i porządkowane kolejności działań 4D, czyli dodanie czasu do modelu. Dzięki temu wszystkie prace można zaplanować tak, by specjalistyczne ekipy i materiały pojawiały się dokładnie wtedy, gdy są potrzebne. W elektrowniach jądrowych nie ma miejsca na opóźnienia ani pomyłki, dlatego przewidywalność i koordynacja oferowane przez GeoBIM są niezbędne. Odrodzenie energetyki jądrowej wynika częściowo z rosnącego zapotrzebowania na energię w centrach danych i dla systemów AI. Te obiekty potrzebują stabilnego, wolnego od emisji dwutlenku węgla źródła energii podstawowej, a energia jądrowa jest w zasadzie jedyną technologią, która może dostarczyć ją na dużą skalę. Ciekawym trendem jest

pojawianie się propozycji budowy centrów danych w pobliżu elektrowni jądrowych, aby korzystać z tego stałego, niezawodnego zasilania.

Pytanie: Jakie są główne wyzwania techniczne przy wdrażaniu GeoBIM?

Floros: Największym wyzwaniem pozostaje interoperacyjność, choć w porównaniu z tym, gdzie byliśmy dekadę temu, poczyniliśmy spore postępy. Systemy BIM i GIS modelują świat na różne sposoby – BIM skupia się na precyzyjnych wymiarach i szczegółowych właściwościach obiektu, podczas gdy GIS koncentruje się na kontekście przestrzennym i relacjach geograficznych.

Problemy z geometrią zostały w dużej mierze rozwiązane – dziś potrafimy dokładnie wizualizować i mierzyć obiekty w 3D. Nadal jednak pozostają wyzwania interoperacyjne: jeden system może nazwać coś „ścianą”, a inny „barierą”, albo nie zarejestrować poprawnie powiązań między obiektami.

Potrzebna jest więc inteligencja semantyczna, dzięki której systemy „rozumieją”, że w praktyce mówią o tym samym. Równie ważne jest też współdzielenie relacji topologicznych – czyli informacji o tym, jak elementy łączą się ze sobą, stykają, sąsiadują lub pozostają w innych zależnościach.

Drugim dużym wyzwaniem jest myślenie systemowe. Zbyt często organizacje traktują GeoBIM tylko jako narzędzie do wizualizacji, zamiast integrować je z całym ekosystemem danych. Prawdziwa wartość pojawia się dopiero, gdy GeoBIM jest połączony z systemami planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP), platformami do zarządzania kontraktami, systemami finansowymi i bazami danych operacyjnych.

Dzięki temu można zadawać pytania o prace budowlane i otrzymywać zintegrowane odpowiedzi, łączące dane projektowe, kosztorysy, harmonogramy i warunki umów – właśnie wtedy ujawnia się transformacyjna moc GeoBIM.

Pytanie: Jak rozwiązać problem przyjmowania nowych technologii przez pracowników budowlanych?

Floros: Będę tu trochę bronić branży budowlanej – przekonanie, że pracownicy opierają się zmianom, często jest niesprawiedliwe. Sama zmiana nie ma znaczenia; musi przynosić realną wartość. Budowa to bardzo praktyczne, fizyczne środowisko. Jeśli dasz ludziom narzędzia, które naprawdę ułatwiają pracę, pozwalają działać szybciej i bezpieczniej, natychmiast je zaakceptują.

Problem często leży po stronie twórców technologii. Jeśli narzędzie ładuje się pięć minut, źle działa na urządzeniach mobilnych lub nie jest aktualizowane o najnowsze informacje, dlaczego ktoś miałby z niego korzystać zamiast używać sprawdzonych metod? Zawsze testuję narzędzia, które sam projektuję, i jeśli sam bym ich nie użył, nie oczekuję, że zrobi to ktoś inny.

Zaufanie jest absolutnie kluczowe. Możesz spędzić lata, budując wiarygodność systemu cyfrowego, ale jeden incydent z błędnymi lub nieaktualnymi danymi może zniszczyć całe zaufanie. W budownictwie błędne informacje nie są tylko niedogodnością – mogą prowadzić do zagrożeń bezpieczeństwa lub kosztownych pomyłek. Dlatego niezawodność systemu to nie tylko kwestia wydajności, ale także bezpieczeństwa i źródła utrzymania ludzi.

Pytanie: Jak widzisz rolę AI i nowych technologii w rozwoju GeoBIM?

Floros: AI otwiera nowe możliwości w zakresie analizy danych i interakcji w języku naturalnym z naszymi zintegrowanymi systemami. Zamiast przeszukiwać wiele ekranów i platform, użytkownicy mogą zadawać pytania prostym językiem i otrzymywać kompletne odpowiedzi, które łączą informacje z danych projektowych, systemów kosztowych, platform kontraktowych i narzędzi do harmonogramowania. To znacznie przyspiesza

podejmowanie decyzji i ułatwia zarządzanie projektami.

Widoczne są też przełomy w automatycznym monitorowaniu postępów i rozpoznawaniu obiektów. Nowoczesne technologie przechwytywania rzeczywistości potrafią teraz automatycznie identyfikować i klasyfikować elementy budowlane – np. rozpoznawać stosy materiałów, śledzić postępy w instalacji czy wykrywać problemy z jakością. To doskonale wpisuje się w naszą zasadę: „zbierz dane raz, używaj ich wiele razy”. Jeden lot drona może dostarczyć informacje przydatne zarówno do prezentacji dla interesariuszy, przeglądu projektu, monitorowania postępów, jak i weryfikacji jakości.

Patrząc w przyszłość, rozwijamy koncepcję inteligentnego dostarczania projektów z użyciem rzeczywistości rozszerzonej. Obejmuje to przepływy pracy, w których pracownicy terenowi mogą zgłaszać problemy, przeprowadzać inspekcje czy uzyskiwać dostęp do informacji poprzez interaktywne interfejsy (np. zestawy słuchawkowe VR) połączone z zintegrowanym środowiskiem danych.

Pytanie: Jaką radę dałbyś organizacjom, które chcą zacząć wdrażać GeoBIM?

Floros: Zaczynaj od myślenia systemowego – nie traktuj GeoBIM jako samodzielnego narzędzia. Zrozum, jak wpisuje się w szersze procesy zarządzania informacjami i całe środowisko danych.

Po drugie, upewnij się, że podstawowe procesy zarządzania danymi i ich jakością są solidne. Nawet najlepsza technologia nie zastąpi złego zarządzania informacjami.

Najważniejsze jest jednak rozwiązywanie prawdziwych problemów, a nie tworzenie efektownych demonstracji. Rozmawiaj z ludźmi, którzy będą korzystać z narzędzi na co dzień, poznaj ich wyzwania i potrzeby. Jeśli technologia nie wnosi wyraźnej wartości dla użytkowników końcowych, nigdy nie osiągnie swojego pełnego potencjału. Branża budowlana jest gotowa na te

narzędzia – muszą po prostu działać niezawodnie i naprawdę ułatwiać pracę.