

inż. Jacek Boruc^{1*)}

dr inż. Grzegorz Kacprzak¹⁾

mgr inż. Seweryn Bodus¹⁾

mgr inż. Wojciech Kalisz²⁾

BIM, czyli modelowanie lub zarządzanie informacjami o budynku, w idealnym rozwiązaniu stanowić ma kompletną bazę danych graficznych (geometria) i pozagraficznych (informacja) opisujących zarówno wznoszoną inwestycję, jak i istniejące elementy, istotne z punktu widzenia jej powstania. Informacje dostarczane są we wszystkich fazach cyklu życia inwestycji (planowanie, projektowanie, realizacja i eksploatacja), ale proces realizacji inwestycji z zastosowaniem technologii BIM to czas nie tylko wprowadzania danych do modelu, ale i oczekiwanej wymiany informacji. Ta współpraca owocuje synergią związaną z brakiem konieczności odnajdywania, interpretowania i wprowadzania różnych parametrów lub nieprzewidywalnego czasu oczekiwania na informację zwrotną. Jak jest w geotechnice?

Technologia BIM w geotechnice może być zastosowana w trzech podstawowych obszarach:

- wymiany danych przez zastosowanie cyfrowej wersji dokumentacji geologicznej;
- automatyzacji procesu projektowania (ang. digital workflow) przez zastosowanie modeli BIM do analiz numerycznych;
- wykorzystania modeli BIM i/lub GIS do gromadzenia i udostępniania informacji o warunkach gruntowo-wodnych.

Artykuł jest próbą wyjaśnienia pierwszego obszaru – cyfrowego procesu wymiany danych w trakcie projektowania geotechnicznego, które stanowi istotny element projektowania całego obiektu budowlanego. Solidne fundamenty pozwalają utrzymać niezawodność budynku przez cały okres jego użytkowania. Z tego punktu widzenia, informacje o warunkach gruntowo-wodnych, a dokładniej mówiąc o ich zmianie i/lub uszczegółowieniu przez

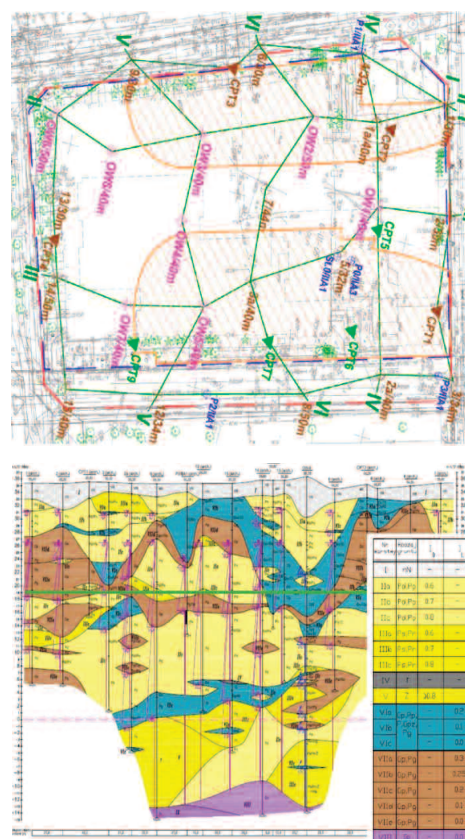
dokładne rozpoznanie (badania laboratoryjne) na kolejnych etapach inwestycji oraz uzupełnienie o informacje archiwalne, powinny być gromadzone i udostępniane wszystkim stronom realizacji procesu budowlanego. Przykładem istotności długofalowych zmian mogą być wahania poziomu wody gruntowej wynikające z prowadzonych wcześniej lub równoległe odwodnień budowlanych sąsiednich budowli bądź zmieniającego się dynamicznie poboru wody gruntowej do celów bytowych lub wykorzystania przemysłowego. Z własnego doświadczenia możemy wskazać na okolice Lublina, gdzie coraz bardziej świadome korzystanie z zasobów naturalnych, ograniczenie poboru wody przez obywateli i zakłady produkcyjne, spowodowały wahania poziomu wody o ponad 5 m i wypłylenie globalnego leja depresji w okresie ostatnich kilkadziesiąt lat.

Obecnie proces projektowania w geotechnice rozpoczyna się od wykonania badań gruntowych in situ, które są interpretowane przez geologów. Rezultatem jest dokumentacja, zawierająca część opisową (informacja o inwestycji, ogólny opis podłoża, parametry gruntu) i graficzną (lokalizacja odwiertów, przekroje geologiczne) – rysunek 1. W kolejnym etapie dokumentacja przekazywana jest projektantom-geotechnikom i/lub konstruktorom, którzy dokonują własnej interpretacji w zakresie:

- modelu geometrii – lokalizacja odwiertów rdzeniowych, przebieg warstw geologicznych;
- modelu materiału – parametry gruntu na podstawie danych tabelarycznych lub wykresów.

Alternatywnym podejściem jest wykorzystanie danych cyfrowych jako podstawowego źródła informacji (dokumentacja papierowa jest wtórna). Badania rejestrowane są w wersji cyfrowej (pliki RAW z sond, lokalizacja odwiertów w globalnym układzie współrzędnych), na podstawie których budowany jest w uporządkowany sposób cyfrowy

BIM w geotechnice



Rys. 1. Fragment dokumentacji geotechnicznej

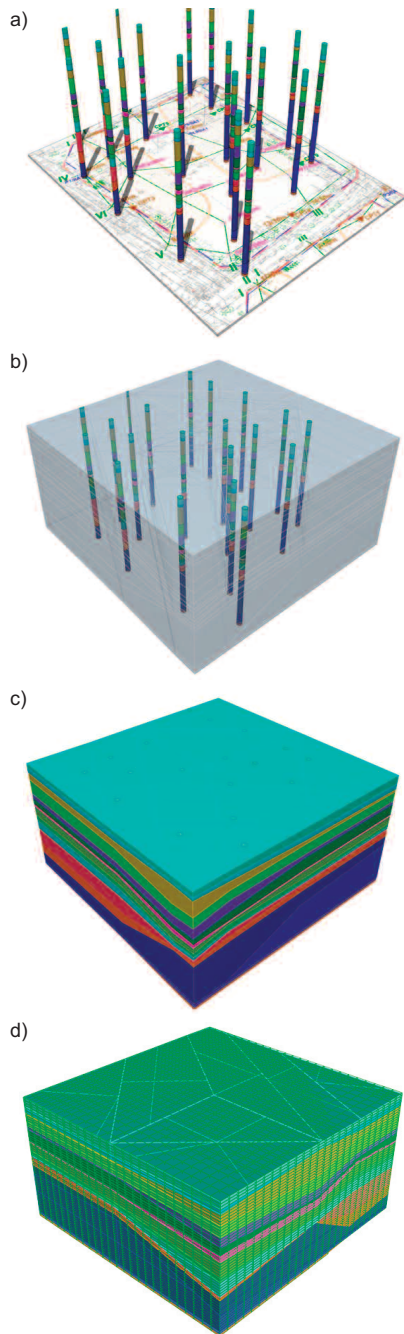
model, zawierający informacje o geometrii i parametrach gruntu. Odpowiednio przygotowany model gruntu umożliwia wygenerowanie w automatyczny sposób (dla prostych przypadków) i/lub przy użyciu półautomatycznych algorytmów (dla przypadków złożonych) modelu przestrzennego ośrodka gruntowego: modelu geometrii i matematycznego modelu materiału. Schemat przyjętego standardu działania Zespołu Projektowego Geotechniki i Fundamentowania w firmie Warbud S.A. we współpracy z firmą 4inv Sp. z o.o. został zobrazowany na rysunku 2. Główną zaletą proponowanego podejścia jest ograniczenie wprowadzania informacji o warunkach gruntowo-wodnych i redystrybucja tych danych w formie cyfrowej (rysunek 3). Takie działania umożliwiają łatwiejszy dostęp do informacji geotechnicznej oraz jej interpretację przez

¹⁾ Warbud S.A.

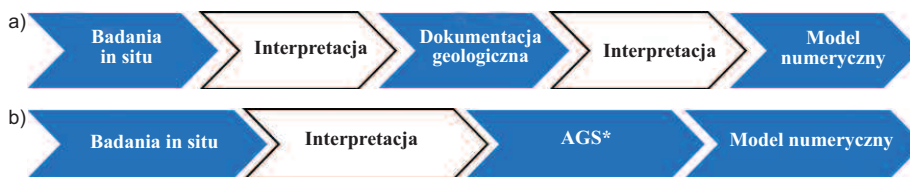
²⁾ 4inv Sp. z o.o.

^{*)} Adres do korespondencji: jacek.boruc@warbud.pl

inżyniera-geotechnika. Niewątpliwą zaletą takiego rozwiązania jest ograniczenie ryzyka geotechnicznego, które w tym przypadku polega na możliwej niepoprawnej interpretacji parametrów. W celu wdrożenia proponowanego podejścia należy podjąć współpracę interesariuszy i bezpośrednich beneficjentów umożliwiającą opracowanie standardu (tabela) dotyczącego:



Rys. 2. Wersja cyfrowa dokumentacji geotechnicznej: a) odwiert rdzeniowe; b) aproksymacja warstw; c) model geometrii gruntu; d) model numeryczny; (AGS – format zapisu danych)



* AGS – format zapisu danych

Rys. 3. Proces projektowania geotechnicznego: a) tradycyjny; b) proponowany – cyfrowy

Proces projektowania geotechnicznego – stan aktualny i docelowy

Czynność	Stan aktualny	Stan docelowy
Sposób wykonywania i rejestracji badań podłoża gruntowego	w czerwcu zostały wdrożone przez GDDKiA nowe wytyczne dotyczące badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego. Państwowy Instytut Geologiczny (PIG) jako jedna z instytucji tworząca dokument, przedstawił proces przygotowywania, zapisu i przekazywania informacji o badaniach geologicznych w określonym nazewnictwie	rozwój standardu wykonywania i rejestracji badań podłoża gruntowego do pełnego zakresu cyfrowej wersji wraz z wzorcowymi opracowaniami
Format wymiany danych	indywidualne praktyki firm geotechnicznych w zakresie zastosowania platform do gromadzenia danych zapisanych w formacie AGS, które umożliwiają szybką nie tylko interpretację, ale również projektowanie geotechniczne przy wykorzystaniu tychże informacji	budowa formatu wymiany danych na podobieństwo AGS ¹⁾ (UK), DGGG ²⁾ (USA), analogicznie jak IFC w przypadku BIM. Konieczne jest zaangażowanie szerszego grona wykonawców badań terenowych (sondowań), badań laboratoryjnych, w celu wdrożenia systemu zapisu informacji geotechnicznej
Sposób archiwizacji danych (system informacji przestrzennej)	PIG zbudował (i rozbudowuje) system informacji przestrzennej, w którym udostępniane są wyniki badań dokumentacji geologiczno-inżynierskich	budowa systemu zunifikowanej informacji przestrzennej na poziomie co najmniej krajowym

¹⁾ format pliku tekstowego służący do przesyłania danych, niezależny od oprogramowania lub systemu operacyjnego; ²⁾ standard umożliwiający gromadzenie danych geoprzestrzennych

- sposobu wykonywania i rejestracji badań podłoża gruntowego;
- formatu wymiany danych;
- sposobu archiwizacji danych (system informacji przestrzennej), z wykorzystaniem dotychczasowych działań.

W artykule przybliżyliśmy przyjęty proces wymiany danych geotechnicznych dostosowany indywidualnie do potrzeb firmy Warbud S.A., który jest otwarty na rozwój i przepływ informacji z innymi firmami. Przykładem już działającego przepływu danych w Polskich Sieciach Elektroenergetycznych S.A., jest wdrożony standard technologii BIM, który został szerzej opisany w artykule „BIM w Polskich Sieciach Elektroenergetycznych S.A.” opublikowanym w *Materiałach Budowlanych* 11/2018 na str. 73 ÷ 75.

Jak staraliśmy się przedstawić w artykule, kwestia przyjęcia zunifikowanego systemu zapisu danych geotechnicznych jest niezmiernie istotna. Konsekwencje braku standardów mogą być w przyszłości ogromne, zarówno w wymiarze finansowym, jak i ryzyka

dla użytkowników obiektów powstałych na ich podstawie. Obserwując rynki o dalece większym doświadczeniu i praktyce w wymianie cyfrowej informacji, dochodzimy do wniosku, że niezbędne jest stworzenie standardu co najmniej na poziomie krajowym. Stoimy na stanowisku, że w pierwszym etapie konieczne jest wypracowanie konsensusu na bazie któregoś z już istniejących formatów opatrzonych dodatkowym krajowym komentarzem. Wierzymy, że platformą współpracy może być polski oddział międzynarodowego stowarzyszenia buildingSMART. W ramach jego prac chcemy niebawem zaprosić wszystkich do podjęcia dialogu dotyczącego zawartości początkowo uproszczonego standardu, jak i formy oraz formuły jego przyjęcia do wykorzystania.

Koordynatorem merytorycznym działu BIM w Budownictwie jest **mgr inż. arch. Leszek Włochyński, MRICS** – członek zarządu Stowarzyszenia buildingSMART Polska, www.buildingsmart.org.pl