

2) koordynacja pomiędzy ekipami wykonawczymi poszczególnych grup robót (usunięcie kolizji przestrzennych w 3D);

3) wizualizacja chronologii wykonawstwa (4D – wymiar czasu);

4) uzyskanie z modeli inżynierskich danych do przedmiarów i kalkulacji (wymiar 5D – koszty);

5) wykorzystanie informacji w modelach z software'em do tworzenia BIM do ewaluacji środowiskowej (wymiar 6D);

6) zapisanie informacji o wbudowanych elementach i produktach na potrzeby przyszłego zarządzania obiektem (wymiar 7D).

Zapisy dotyczące software'u powinny się znaleźć w przygotowanym przed rozpoczęciem realizacji inwestycji Planie Implementacji BIM (BIM Execution Plan). **Ważne jest, aby software było kompatybilne z lokalnymi polskimi warunkami i najlepiej w języku polskim.** Jako absolutne minimum wykorzystania modeli należy uznać pierwsze dwa typy, które dają największe oszczędności. Z czasem dochodzą oszczędności z pozostałych rodzajów ewaluacji modeli i wtedy dopiero można mówić o pełnym, zintegrowanym procesie inwestycyjnym (IPD).

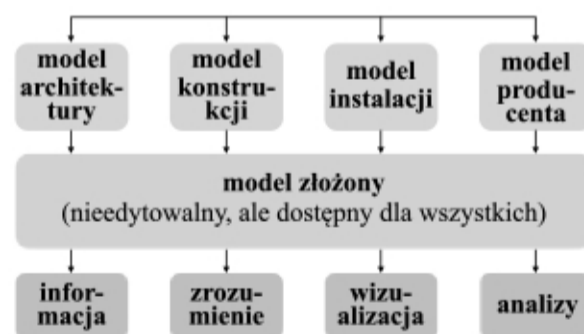
Zarówno wizualizacja, jak i koordynacja geometrii powinny się rozpocząć od momentu udostępnienia środowiska 3D przez architektów i projektantów pozostałym członkom procesu. Jeśli technologia jest zawężona do jednej platformy, używane są modele natywne, jeśli jest to środowisko Open BIM, posługujemy się modelami składowymi w formacie IFC. Format ten, zgodny z normą ISO 16739:2013, zdejmujemy z projektantów (i w ogóle twórców jakichkolwiek modeli, także warsztatowych) troskę o prawa autorskie.

Wersja IFC 4 wprowadziła dwa typy eksportu modeli (tzw. model view – czyli sposób przedstawienia własnej pracy w formie modelu wielowymiarowego): edytowalny DTV (Design Transfer View) oraz nieedytowalny RV (Reference View). Różnica polega na tym, że po zaimportowaniu modelu w formie DTV można dopasować jego elementy do własnych potrzeb projektowych (czyli forma „robocza”), natomiast RV służy wyłącznie do przekazania aktualnego rezultatu własnej pracy innym jako referencji („podkładu” do pracy innych branż). Podstawowa zasada jest taka, iż inżynierowie w poszczególnych branżach pracują na własnych formatach, natomiast do wymiany referencji własnej pracy i do końcowego przekazania mode-

li do złożenia używają formatu IFC, który jest właściwie modelem danych. W ten sposób chronią oni własne prawa autorskie i zakres odpowiedzialności za projekt. To właśnie projektanci, oprócz kierownika budowy i w mniejszym stopniu inspektora nadzoru, odpowiadają przed prawem za zbudowany obiekt.

Takie software do ewaluacji modeli złożonych jak polskie BIMestiMate, czy najlepszy na rynku pakiet do tzw. managementu BIM o nazwie Solibri Model Checker używają jako importów wyłącznie formatu IFC.

**Model 3D.** Po sprawdzeniu zgodności geometrii 3D model „federated” (złożony) jest wzbogacany o modele podwykonawców, gdy jego części zostają wymieniane na modele warsztatowe. Istotą modelu „złożonego” jest fakt zachowania integracji każdej z jego części w taki sposób, aby zmiana w jednej z nich nie powodowała żadnych konsekwencji dla pozostałych części składowych modelu. Każdy jest odpowiedzialny tylko za własny wkład do wirtualnej reprezentacji budynku. Model złożony jest istotnym zasobem, który należy chronić i służyć temu role dostępu do elektronicznej reprezentacji, różne dla poszczególnych uczestników procesu budowlanego. System dostępu do zasobów projektowych powinien także zostać ustalony w Planie Implementacji BIM (rysunek 2). Istotne jest, aby modelowanie było ekonomiczne z nasyceniem informacją w trakcie procesu projektowego.



Rys. 2. Struktura modelu złożonego IFC (Federated Model)

**Procedura koordynacyjna** polega na tym, że na pierwszym spotkaniu wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego ustala się:

- elementy, które powinny być uwzględnione w modelach różnych branż i liczbę tych modeli;

- konwencje nazewnictwa dla każdego modelu (musi to być czytelny system, powiązany z systemem nazewnictwa poszczególnych, kolejnych wersji modeli);

- punkty początkowe przestrzeni 3D modeli składowych;

- czas i miejsce spotkań koordynacyjnych;

- sekwencjonowanie wykonawstwa na fizycznym obiekcie;

- daty przeprowadzenia kontroli kolizji przestrzennych (Clash Detection);

- rodzaj software'u do kooperacji (BIM management);

- formaty wymiany danych;

- metodę wymiany plików między stronami procesu (FTP, portal file-sharing, chmura);

- osoby odpowiedzialne za złożenie modeli i zarządzanie ich aktualizacją oraz za przeprowadzanie spotkań koordynacyjnych.

Aby użycie modeli było możliwe, muszą one być utrzymywane w najbardziej aktualnym stanie na komputerze na miejscu budowy. Innym ekwipunkiem jest projektor (beamer) do stałego wykorzystywania przez ekipy wykonawcze i podczas spotkań koordynacyjnych w biurze budowy.

Członkowie Grupy Podstawowej i podwykonawców powinni każdorazowo na bieżąco aktualizować lub korygować (w przypadku wykrycia kolizji przestrzennych) własne modele, proces koordynacji geometrii jest w wysokim stopniu interaktywny. Ewaluacją i aktualizacją modeli mogą zająć się też osoby trzecie ze strony firmy wykonawczej lub inwestora, ale w przypadku zaawansowanego BIM/IPD własny manager BIM to dla firmy wykonawczej konieczność. Istnieje też taka możliwość, iż niektóre modele projektantów będą niewystarczające do procedowania inwestycji wg BIM/IPD. Wtedy najlepszym rozwiązaniem jest wy-modelowanie brakujących lub wadliwych modeli przez firmę wykonawczą, oczywiście za dodatkową gratyfikacją, która powinna też stać się częścią kosztu docelowego.

**Model 4D.** Ewaluacja modeli w 4D (harmonogramy) odbywa się za pomocą pakietów software'u do analiz BIM, np. Vico Office, Synchro lub polskie BIMestiMate. Jest to ta sama zasada, jak przy wykryciu kolizji przestrzennych 3D, tym razem w celu wykrycia kolizji czasowych w sekwencji wykonawstwa. Dodatkowo model 4D może służyć wypracowaniu różnych strategii etapowania prac budowlanych, szczególnie przy użyciu zaawansowanej metody, zwanej LBS (Location Based Scheduling), czyli kontroli podziału prac z uwzględnieniem ich lokalizacji na różnych poziomach obiektu. Rezulta-