

Wykonalność przenoszenia modelu dużego budynku z programu Revit do programu Audytor OZC

Feasibility of moving a large building model from Revit to Audytor OZC

MICHAŁ STRZESZEWSKI, PIOTR WERESZCZYŃSKI, MARIUSZ JĘDRZEJEWSKI

DOI 10.36119/15.2021.10.3

W artykule omówiono wykorzystanie technologii BIM w celu przeprowadzenia obliczeń cieplnych budynków w programie Audytor OZC we współpracy z programem Autodesk® Revit®. Potwierdzono wykonalność przenoszenia modelu z programu Revit do programu Audytor OZC w przypadku dużego i skomplikowanego budynku. Omówiono napotkane problemy i zaprezentowano proponowane metody ich rozwiązania.

Słowa kluczowe: ogrzewnictwo, BIM, Audytor, Revit

The article discusses the use of BIM technology to perform thermal calculations of buildings in the Audytor OZC program in cooperation with the Autodesk® Revit® program. The feasibility of transferring the model from Revit to Audytor OZC in case of a large and complex building was confirmed. The encountered problems were discussed and proposed solution methods were presented.

Keywords: HVAC, BIM, Audytor, Revit

Wprowadzenie

W ostatnich latach coraz większy nacisk kładzie się na projektowanie budynków energooszczędnych, ze względu na konieczność ograniczania negatywnego wpływu na środowisko, zużycia nieodnawialnych zasobów środowiska, kosztów użytkowania oraz zależności energetycznej. Uzyskanie tego celu wymaga zastosowania specjalnych rozwiązań architektoniczno-budowlanych oraz instalacyjnych, popartych odpowiednimi analizami i symulacjami energetycznymi. W związku z tym „projektowanie budynków energetycznych wymaga reorganizacji procesu projektowego w kierunku tzw. zintegrowanego Projektowania Energetycznego” [3]. Aby móc tego dokonać potrzebne jest zastosowanie odpowiedniego oprogramowania wspomagającego projektowanie. Z pomocą przychodzi oprogramowanie w technologii BIM.

Określenie BIM (ang. *Building Information Modeling*) oznacza proces tworzenia i zarządzania cyfrową reprezentacją fizycznych i funkcjonalnych cech obiektu budowlanego. BIM przewiduje dostęp do informacji o obiekcie budowlanym dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego oraz służb eksploatacyjnych. W ogólnym przypadku dostęp ten może być realizowany dzięki przechowy-

waniu danych w chmurze lub poprzez wymianę danych pomiędzy różnymi aplikacjami. Zakłada się, że z modelu architektonicznego może być automatycznie utworzony model cieplny czy konstrukcyjny. Technologia BIM jest cały czas rozwijana, a rozwój ten jest charakteryzowany poprzez poziomy dojrzałości (ang. *maturity levels*).

Dzięki technologii BIM tworzony jest trójwymiarowy model budynku z dostępnymi komponentami, takimi jak okna, drzwi, ściany itd., który oprócz wymiarów geometrycznych zawiera również informacje o właściwościach tych komponentów, np.: fizycznych (cieplnych), czy nawet cenie, które można wykorzystać przeprowadzając różne analizy i symulacje. W ten sposób można przeanalizować szereg wariantów i wybrać najlepszy z nich. Takie zaawansowane symulacje nie są możliwe w standardowych projektach wykonanych w formacie 2D w programach typu CAD (ang. *Computer Aided Design*).

W praktyce bardzo często główny trójwymiarowy model budynku tworzony jest w programach ogólnych (np. Revit czy ArchiCad), a następnie obliczenia cieplne czy konstrukcyjne wykonywane są w programach branżowych (np. Audytor OZC [5] czy Audytor SET [6]). Zasadniczo możliwe jest przeniesienie modelu z programu

ogólnego do programu branżowego. Jednak w praktyce taka wymiana danych napotyka na wiele problemów.

Praca [1] dotyczy m.in. sprawdzenia możliwości przeniesienia modelu budynku z programu Revit do programu Audytor OZC. Celami pracy było:

1. sprawdzenie wykonalności przenoszenia modelu w przypadku bardzo dużego obiektu,
2. identyfikacja problemów, które mogą się pojawić w trakcie ww. procesu i znalezienie odpowiednich rozwiązań.

W trakcie eksportu ww. modelu stosowano się do zaleceń, podanych w artykule [4].

Stosowane formaty plików

Większość programów dostępnych na rynku posiada własne formaty plików (tzw. *formaty natywne*). Np. Revit zapisuje projekty w pliku **rvt**, ArchiCad – **pln**, Audytor OZC – **ozd** itd. Aby możliwa była wymiana danych pomiędzy różnymi programami potrzebne są otwarte, ogólne („ponadfirmowe”) formaty plików.

Format IFC

IFC (*Industry Foundation Classes*) to globalny standard służący do opisu, udostępniania i wymiany informacji na temat budynków i ich systemów technicznych [2].

dr inż. Michał Strzeszewski – Politechnika Warszawska, <https://orcid.org/0000-0002-8514-0373>;
mgr inż. Piotr Wereszczński – SANKOM sp. z o.o.; inż. Mariusz Jędrzejewski – Politechnika Warszawska.
Adres do korespondencji/Corresponding author: michal.strzeszewski@pw.edu.pl

IFC zawiera definicje obiektów występujących w branży budowlanej, jak również strukturę tekstową do przechowywania tych definicji w pliku danych. Specyfikacja IFC jest otwarta i nie jest kontrolowana przez jednego producenta oprogramowania.

Plik IFC zawiera m.in.:

- typ elementu (np. ściana, strop, dach, kolumna),
- wymiary i współrzędne obiektów,
- standardowe i niestandardowe charakterystyki przypisane elementom (np. materiał, współczynnik przenikania, ciężar itp.),
- skojarzenia między elementami.

Stosowanie formatu IFC ma na celu poprawę koordynacji międzybranżowej oraz ułatwienie wymiany danych między programami, m.in. programami typowo architektonicznymi i aplikacjami branżowymi.

Format gbXML

Kolejnym otwartym formatem do przenoszenia danych jest **Green Building XML (gbXML)**. Umożliwia on transfer modeli budynku z programów typu Revit czy ArchiCad do programów analitycznych (np. Audytor OZC). Umożliwia tym samym szybką i sprawną współpracę architekta z inżynierem, zajmującym się wyznaczeniem efektywności energetycznej budynku [7]. Daje to możliwość np. dyskusji na temat zmiany fasady budynku, np. poprzez ograniczenie oszklenia, co przyniosłoby energetyczne korzyści. Nie byłoby to możliwe bez sprawnego przenoszenia danych z modelu budynku do programów specjalistycznych i przeprowadzenia symulacji energetycznych.

Technicznie Green Building XML (gbXML) jest otwartym schematem XML. Jest on obsługiwany przez szereg programów do projektowania wspomaganego komputerowo (CAD) i narzędzi inżynierskich.

Charakterystyka projektowanego budynku

Opis budynku

Zaprojektowany budynek jest połączeniem galerii handlowej z czterema wieżami mieszkalnymi. Składa się z dwunastu kondygnacji – jednej podziemnej i jedenastu nadziemnych. Na pierwszym piętrze usytuowany jest parking, wraz z węzłem cieplnym, hydrofornią oraz pomieszczeniem przeznaczonym na centralę wentylacyjną. Parking połączony jest z galerią handlową czterema windami towarowo-osobowymi, a z częścią mieszkalną – klatką schodową oraz windami, znajdującymi się w każdej z czterech wież. Na kolejnych

Rys. 1. Wizualizacja budynku (opracowanie własne z wykorzystaniem programu Revit)
Fig. 1. Visualization of the building (own work with application of Revit software)



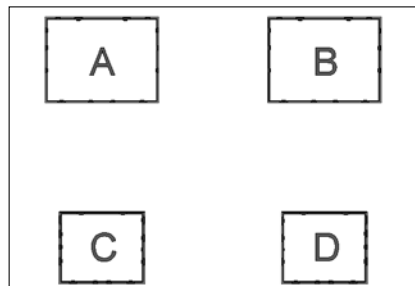
dwoch kondygnacjach znajdują się lokale usługowo-handlowe, piętro trzecie to miejsce poświęcone usługom gastronomicznym z ogródkami zewnętrznymi. Na pozostałych kondygnacjach znajdują się mieszkania.

Budynek znajduje się w III strefie klimatycznej ($\theta_e = -20^\circ\text{C}$).

Podstawowe dane budynku:	
Powierzchnia budynku:	62 564 m ²
powierzchnia galerii handlowej:	38 861 m ²
powierzchnia garażu:	14 562 m ²
powierzchnia mieszkalna:	9141 m ²
Projektowe obciążenie cieplne budynku:	716,4 kW
projektowe obciążenie cieplne galerii handlowej:	427,4 kW
projektowe obciążenie cieplne części mieszkalnej:	289,0 kW

Część mieszkalna rozdzielona jest na cztery wieże mieszkalne (rys. 2).

Wieże „A” i „B” oraz „C” i „D” są odpowiednio identyczne pod względem liczby pomieszczeń, typów pomieszczeń i liczby mieszkańców.



Rys. 2. Przedstawienie rozmieszczenia wież mieszkalnych (opracowanie własne)
Fig. 2. Presentation of the arrangement of apartment towers (own work)

Wieże „A” i „B” mają po 10 pięter. Na każdej z kondygnacji znajdują się dwa apartamenty.

Wieże „C” i „D” mają po 5 pięter. Na każdej z kondygnacji znajdują się 4 mieszkania.

Wyniki obliczeń obciążenia cieplnego

Obliczenia obciążenia cieplnego przeprowadzono w programie Autor OZC (tab. 1)

Tabela 1. Główne wyniki obliczeń projektowego obciążenia cieplnego dla budynku (opracowanie własne z wykorzystaniem programu Audytor OZC)

Table 1. Main results of the building design heat load calculations (own work with application of the Audytor OZC software)

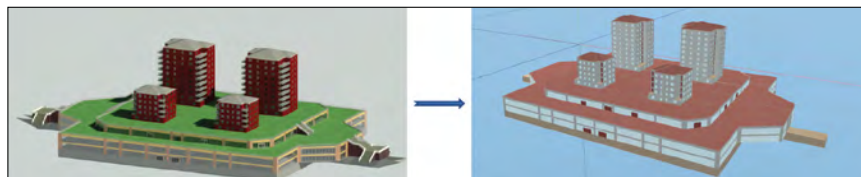
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_{og} :	62564,4	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_{og} :	209966,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_{p} :	452716	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_{v} :	273947	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	688079	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	716422	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\uparrow_{\text{HL},\text{A}}$:	11,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\uparrow_{\text{HL},\text{V}}$:	3,4	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	6445,3	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{\text{m,infv}}$:	0,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{\text{su,min}}$:	119924,5	m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	119924,5	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{\text{ex,min}}$:	25067,2	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	119879,0	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_{v} :	239133,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_{v} :	14,5	°C

Współpraca programu Revit z programem Audytor OZC

Wprowadzenie

Model budynku, stworzony w programie Revit, został następnie przeniesiony do programu Audytor OZC. W tym celu wykorzystano format gbXML. Skorzystano przy tym z zaleceń zawartych w artykule [4].

Porównanie wizualizacji obiektu w programach Revit i Audytor OZC poka-



Rys. 3. Wizualizacja budynku w programie Revit (strona lewa) i w programie Audytor OZC (strona prawa) (opracowanie własne)
Fig. 3. Visualization of the building in Revit software (left) and in the Audytor OZC software (right) (own work)

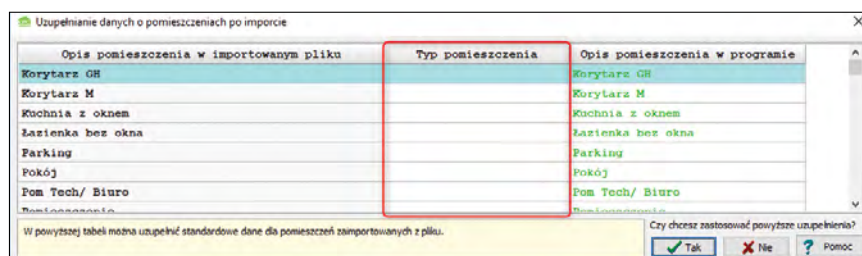
zono na rys. 3. Wizualizacja w programie Revit charakteryzuje się wyższym stopniem realizmu optycznego (co może mieć znaczenie dla architektów i klientów końcowych) – oddane są kolory i cienie. Natomiast wizualizację tworzoną przez Audytora OZC można określić jako bardziej funkcjonalną. Kolory przegród budowlanych w programie Audytor OZC związane są z typem przegrody (np. ściana zewnętrzna, ściana wewnętrzna, ściana przyległa do gruntu, dach itp.), a nie z rzeczywistym kolorem powierzchni przegrody. Takie rozwiązanie ułatwia ocenę poprawności modelu cieplnego. Dzięki temu pewne błędy (np. występowanie ściany wewnętrznej zamiast zewnętrznej) można wychwycić bardzo szybko, jedynie poprzez ocenę wizualizacji.

Import danych do programu Audytor OZC

Podczas importu pliku gbXML do programu Audytor OZC wyświetlane jest okno **Uzupełnienie danych o pomieszczeniach po imporcie** (rys. 4).

Okno to umożliwia przypisanie sformalizowanych typów pomieszczeń, występujących w Audytorze OZC, do opisów pomieszczeń swobodnie tworzonych w Revicie. Dzięki temu staje się możliwe automatyczne określanie wymagań w zakresie temperatury projektowej i wentylacji dla poszczególnych pomieszczeń.

Kolejnym krokiem jest uzupełnienie brakujących danych cieplnych oraz wybranie typu materiału w karcie **Materiały** (rys. 5). Można w tym miejscu wprowadzić wartości charakteryzujące dany materiał, ale najlepiej jest skorzystać

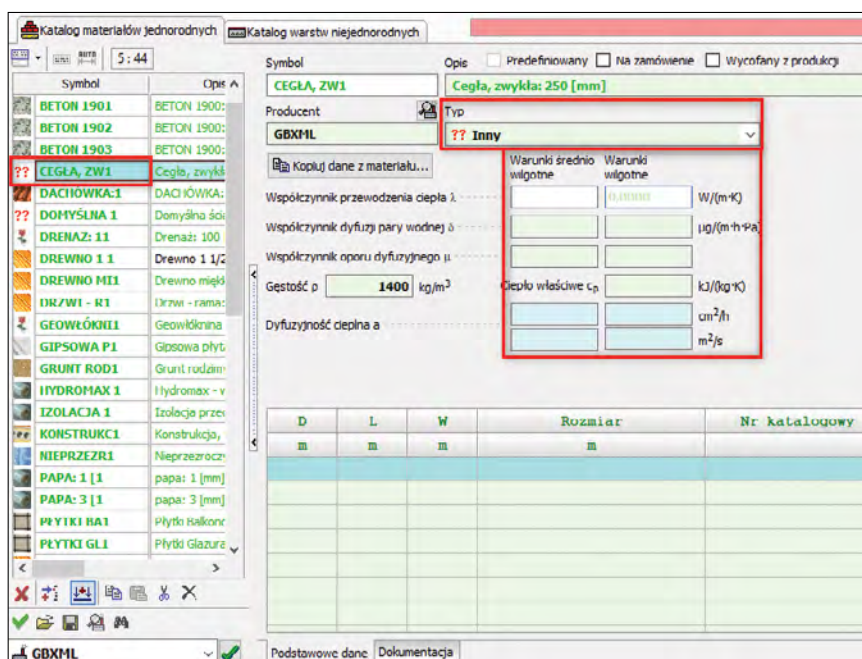


Rys. 4. Okno Uzupełnienie danych o pomieszczeniach po imporcie
Fig. 4. Completing data about rooms after import window

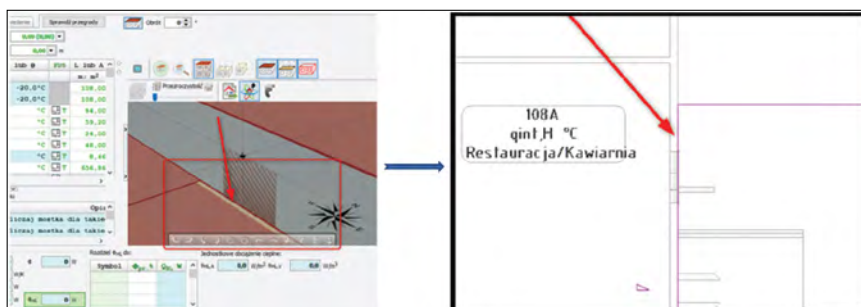
W ten sposób, korzystając z danych zawartych już w programie, oszczędza się czas oraz zmniejsza ryzyko wprowadzenia nieprawidłowych wartości.

Napotkane problemy i propozycje ich rozwiązania

- 1) W projekcie nad galerią handlową występuje zielony dach. Dach należy narysować w osi ściany, aby uniknąć poten-



Rys. 5. Edytowanie właściwości materiału
Fig. 5. Editing material properties

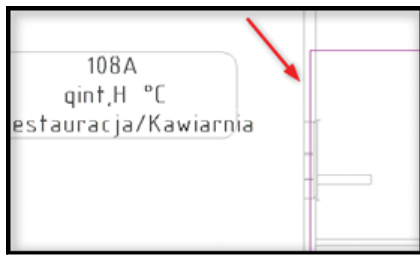


Rys. 6. Przykład źle narysowanego dachu (opracowanie własne)
Fig. 6. An example of a badly drawn roof (own work)

z komendy **Kopiuj dane z materiału**, a następnie wybrać odpowiedni materiał.

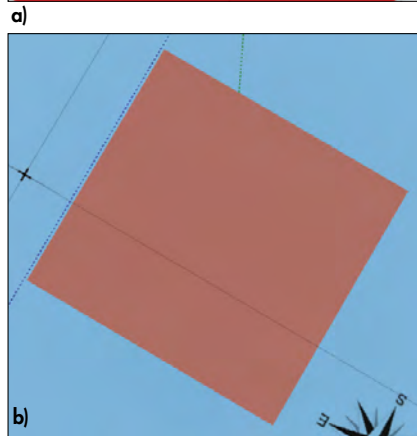
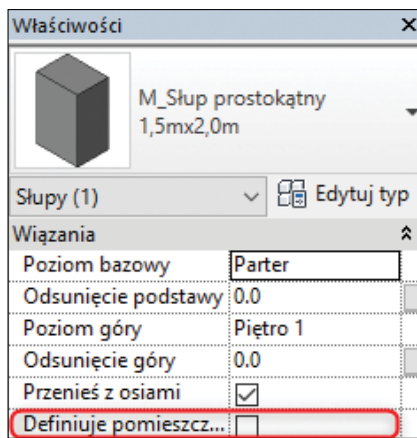
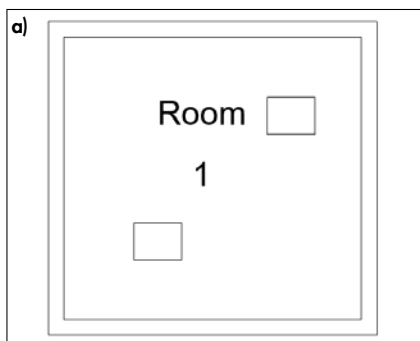
cialnych problemów z importem. Jeśli dach dochodzi tylko do powierzchni

ściany, to w modelu cieplnym powstaje szczelina (rys. 6). Prawidłowo narysowany dach pokazano na rys. 7.

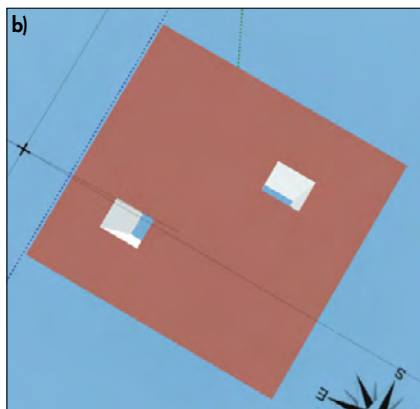


Rys. 7.
Prawidłowo wykonany obrys dachu (opracowanie własne)
Fig. 7. Correctly made outline of the roof (own work)

2) Spore problemy w czasie przenoszenia danych sprawiają kolumny. W miejscach gdzie są kolumny, program Revit w pliku gbXML umieszcza przestrzeń zewnętrzną i w konsekwencji przyjmowana jest temperatura zewnętrzna, co jest oczywistym błędem z punktu widzenia modelu cieplnego (rys. 8).



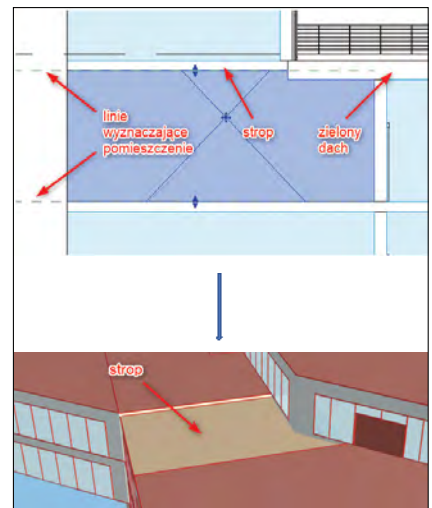
Rys. 9.
Rozwiązanie problemu kolumn poprzez: a) wyłączenie opcji Definiuje pomieszczenie; b) efekt importu do Audytora OZC (opracowanie własne)
Fig. 9. Solving the problem of columns by: a) switching off the Define a room option; b) effect of import to the OZC Auditor (own work)



Rys. 8. Przykład problemu z kolumnami: a) model w Revicie; b) efekt importu do Audytora OZC (opracowanie własne)
Fig. 8. An example of a problem with columns: a) model in Revit; b) effect of import to the OZC Auditor (own work)

Rozwiązaniem tego problemu jest wyłączenie w Revicie dla kolumn opcji **Definiuje pomieszczenie** (rys. 9).

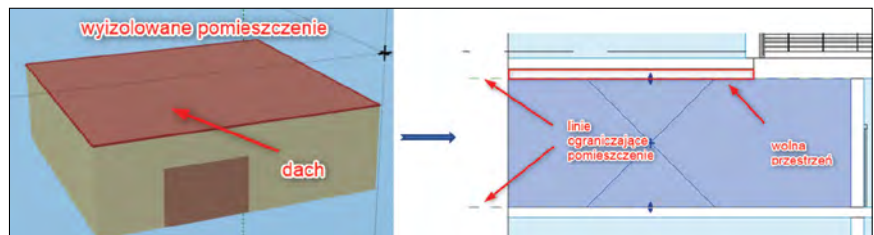
3) W projekcie występuje przypadek, gdzie pomieszczenie jest ograniczone



Rys. 10.
Przykład błędnego wyznaczenia pomieszczenia (opracowanie własne)
Fig. 10. An example of incorrect room designation (own work)

na się zielony dach, spowoduje, że przegroda kondygnacyjna dla tego pomieszczenia będzie w całości dachem, zamiast częściowo dachem, a częściowo stropem (rys. 11). Ponadto w modelu będzie znajdowała się wolna przestrzeń, co spowoduje istotny błąd w obliczeniach cieplnych, gdyż zostanie ona uznana za przestrzeń z projektową temperaturą zewnętrzną.

Idealnym rozwiązaniem tego problemu byłaby możliwość edytowania profilu pomieszczenia w przekroju, jednak nie została ona przewidziana w programie Revit.



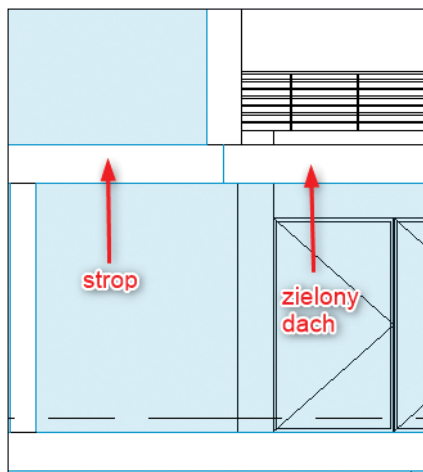
Rys. 11.
Przykład błędnego wyznaczenia pomieszczenia po obniżeniu linii wyznaczających pomieszczenie (opracowanie własne)
Fig. 11. An example of incorrect designation of a room after lowering the lines designating the room (own work)

od góry częściowo stropem międzykondygnacyjnym, a częściowo – zielonym dachem. Przy czym przegrody te posiadają różne wymiary. Po zaznaczeniu pomieszczenia na rzucie zostanie ono ograniczone do przegrody o mniejszej grubości. Linie wyznaczające pomieszczenie przecinają zielony dach, w wyniku czego do Audytora OZC zostanie wyeksportowany element konstrukcji „strop” zamiast „dach” (rys.10).

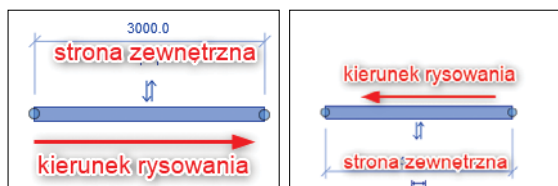
Obniżenie linii wyznaczających pomieszczenie do wysokości, na której zaczy-

Proponowanym rozwiązaniem zaistniałej sytuacji jest „sztuczne” zwiększenie grubości stropu międzykondygnacyjnego do wymiaru równego wymiarowi zielonego dachu, poprzez dodanie warstwy własnoręcznie stworzonego materiału o bardzo wysokim współczynniku przewodzenia ciepła, tak aby nie miał on wpływu na współczynnik przenikania ciepła (rys. 12).

4) W programie Revit przyjęto, że strona zewnętrzna ściany jest zawsze po lewej stronie względem kierunku rysowania (rys. 13). Dla łatwiejszej oceny



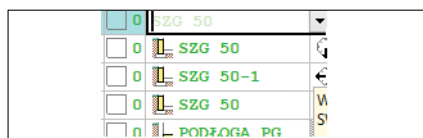
Rys. 12.
Proponowane rozwiązanie problemu (opracowanie własne)
Fig. 12. Proposed solution to the problem (own work)



Rys. 13.
Przykłady identyfikacji strony zewnętrznej ściany (opracowanie własne)
Fig. 13. Examples of identification of the outer side of a wall (own work)

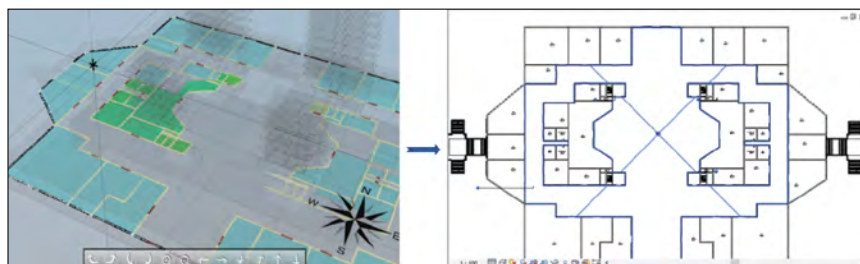
strony wewnętrznej lub zewnętrznej ściany mogą posłużyć strzałki, które pojawiają się po zaznaczeniu ściany.

Tworząc model budynku w programie Revit należy konsekwentnie przestrzegać zasady, aby zewnętrzne powierzchnie ścian zewnętrznych były zwrócone w odpowiednią stronę. W przeciwnym przypadku jeden typ ściany może zostać zaimportowany do programu Audytor OZC, jako dwa osobne typy (rys. 14). Nie musi to koniecznie prowadzić do błędów w obliczeniach, jednak oznacza niepotrzebny bałagan oraz dodatkową pracę – taki dodatkowy typ ściany trzeba „obrobić”, czyli m.in. wskazać sformalizowany typ przegrody. Może to sprawić kłopoty w orientacji i np. w późniejszej edycji przegród.



Rys. 14.
Przykład utworzenia dodatkowej przegrody
Fig. 14. Example of creating an additional building component

5) W przypadku pomieszczeń ograniczonych przez więcej niż jeden wielokąt, podczas eksportu do programu Audytor OZC występuje błąd w postaci źle zdefiniowanej geometrii pomieszczeń. Na rys. 15 pokazano błędnie wyeksportowaną przestrzeń

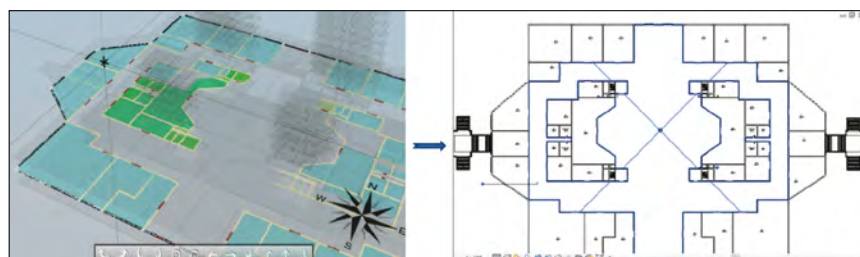


Rys. 15.
Przykład błędnie zdefiniowanego pomieszczenia (opracowanie własne)
Fig. 15. An example of an incorrectly designated room (own work)

komunikacyjną. Aby zapobiec takiej sytuacji należy wstawić fikcyjne ściany, tak aby pomieszczenie (lub jego część) mogło być zdefiniowane przez tylko jeden wielokąt (rys. 16). Wówczas geometria pomieszczenia zostanie wyeksportowana poprawnie.

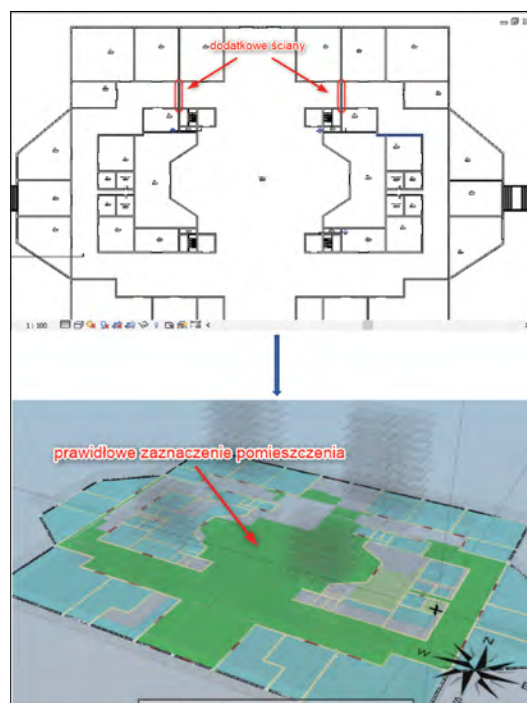
Podsumowanie

Zastosowanie technologii BIM wydaje się nieodzowne w przyszłości branży budowlanej. W Polsce nie jest jeszcze tak popularne, jak poza granicami kraju, ale już dziś można zauważyć bardzo wyraźny rosnący trend wykorzystania programów w standardzie BIM przez firmy wykonujące projekty. Jedne są na etapie wdrażania, inne na dobre zadomowiły się w środowisku BIM. Również inwestorzy zaczęli doceniać atuty wykorzystania BIM i coraz częściej decydują się na wybranie tej technologii.



Rys. 15.
Przykład błędnie zdefiniowanego pomieszczenia (opracowanie własne)
Fig. 15. An example of an incorrectly designated room (own work)

Rys. 16.
Prawidłowo zdefiniowane pomieszczenie (w przypadku kilku wielokątów) (opracowanie własne)
Fig. 16. Correctly designated room (in case of several polygons) (own work)



Technologia BIM daje szeroki wachlarz możliwości. Są to m.in.:

- **sprawną koordynacją międzybranżową**, pozwalającą na wyłapanie i eliminację kolizji na etapie projektu, zaoszczędzając przy tym czas i pieniądze na etapie wykonania;
- **bogaty w dane cyfrowy model budynku**, dający możliwość przeprowadzenia analiz i symulacji z uwzględnieniem szeregu różnych wariantów rozwiązań budynku;
- **wzbogacenie modelu o czwarty i piąty wymiar**, umożliwiając tym samym zaprezentowanie realizacji budowy na osi czasu (czwarty wymiar) oraz optymalizację przyjętych założeń. Możliwe staje się przewidzenie obszaru robót czy zaplanowanie dostaw. Piąty wymiar odnosi się do uzyskania kosztów opartych o wymiary geometryczne, średnie ceny robocizny, cechy materiałów itp. Nie są to najczęściej jeszcze tak dokładne obliczenia, jak za pomocą specjalistycznych programów do kosztorysowania, ale dają inwestorowi istotny wgląd w koszt inwestycji oraz jego zależność od przyjętych rozwiązań.

Wyzwaniem we wdrażaniu technologii BIM jest konieczność przeszkolenia kadry. Stosowane programy (np. Revit) są często bardzo rozbudowane i złożone, i w związku z tym stosunkowo trudne do opanowania. Należy mieć na uwadze, że nauka programu może trwać nawet do kilku miesięcy, co będzie generować duże koszty. Nie wszystkie firmy mogą sobie na to pozwolić.

Wymiana danych pomiędzy poszczególnymi programami w praktyce napotyka na wiele trudności. Kluczowym elementem umożliwiającym przenoszenie danych jest staranność w opracowaniu modelu budynku. Model ten należy wzbogacić o odpowiednią ilość informacji, co jest wysoce pracochłonne. Zdecydowanie lepsze efek-

ty daje stworzenie modelu z uwzględnieniem, że ma służyć on również do obliczeń cieplnych. Warto przy tym stosować wytyczne zawarte w artykule [4] oraz rozwiązania zaproponowane w niniejszym artykule.

Natomiast modele w praktyce tworzone przez architektów bardzo często nie uwzględniają ww. zasad. W konsekwencji, mimo że modele te są odpowiednie z punktu widzenia architektonicznego, nie generują automatycznie prawidłowych modeli cieplnych, stąd muszą zostać odpowiednio skorygowane ręcznie. Przy czym korekta ta może – w ogólnym przypadku – zachodzić w programie Revit lub w programie branżowym. Jednak do korekty modelu w programie Revit, konieczne jest posiadanie licencji (co jest bardzo kosztowne) oraz odpowiednia jego znajomość.

Potencjalnie rozwiązaniem tych problemów mogłoby być porozumienie się z architektem, przedstawienie mu uwag oraz wypracowanie sposobu współpracy. Wydaje się, że szanse na taką współpracę są wyższe, jeśli projektanci z różnych branż są zatrudnieni w tej samej firmie. Wówczas możliwe wydaje się wypracowanie pewnych standardów firmowych, które umożliwią oszczędność czasu na poziomie firmy. Np. jeśli architekt poświęci dodatkowy czas na opracowanie w programie Revit modelu, który będzie stanowił również poprawny model cieplny, to może zaoszczędzić znacznie więcej czasu projektantowi systemu ogrzewania.

Wnioski

W ramach pracy [1] napotkano na kilka trudności w eksporcie modelu z programu Revit do programu Auditor. Dla wszystkich problemów udało się znaleźć rozwiązanie. W związku z tym można stwierdzić, że wymiana danych pomiędzy tymi programami jest możliwa, nawet w przypadku dużego i skomplikowanego

obiektu. Natomiast w celu realizacji prawidłowej wymiany danych konieczne jest przestrzeganie odpowiednich zasad.

Poza tym uzyskany model cieplny musi zostać zweryfikowany i – w razie potrzeby – skorygowany. Po zdobyciu odpowiedniego doświadczenia eksport ten przebiega dość płynnie, lecz nie można jeszcze liczyć na pełen automatyzm.

Podziękowanie

Autorzy dziękują dr inż. Dagmarze Strzeszewskiej za pomoc w opracowaniu niniejszego artykułu.

LITERATURA

- [1] Jędrzejewski M.: Zastosowanie technologii BIM do projektowania instalacji sanitarnych, praca dyplomowa wykonana pod kierunkiem M. Strzeszewskiego i P. Wereszczyńskiego, Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Warszawa 2019.
- [2] Majcher J.: „Co warto wiedzieć o formacie IFC?”. BIM Corner 3.12.2019 (<https://bimcorner.com/pl/co-warto-wiedziec-o-formacie-ifc-2>).
- [3] Markiewicz P., Zintegrowane projektowanie energetyczne budynków energooszczędnych. Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury. 2016, z. 63, nr 3, s. 271_278, DOI 10.7862/rb.2016.210
- [4] Wereszczyński P., Strzeszewski M., Kocot K., Zalecenia dotyczące eksportu modeli budynków do plików gbXML w programie Autodesk® Revit® na potrzeby obliczeń cieplnych budynków, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja nr 9/2019. DOI: 10.15199/9.2019.9.4.
- [5] Wereszczyński P., Strzeszewski M., et al., Auditor OZC 7.0 Pro. Program wspomagający obliczanie projektowego obciążenia cieplnego budynku, sezonowego zapotrzebowania na energię cieplną i chłodniczą oraz wyznaczanie świadectw energetycznych. Podręcznik użytkownika, SANKOM Sp. z o.o., Warszawa, 2020.
- [6] Wereszczyński P., Strzeszewski M., et al., Podręcznik użytkownika programu Auditor SET 7.2, Sankom Sp. z o.o., Warszawa 2020.
- [7] Zastawna-Rumin A., gbXML – formaty wymiany informacji energetycznych o budynku. Inżynier Budownictwa nr 10/2013.

ELEKTRYCZNE AKUMULACYJNE OGRZEWANIE POMIESZCZEŃ

KRZYSZTOF T. JANUSZKIEWICZ

Przedstawione opracowanie jest pierwszym w polskim piśmiennictwie studium poświęconym temu tematowi i ma na celu wypełnienie istniejącej luki oraz właściwe przedstawienie zagadnień związanych z budową, charakterystycznymi właściwościami urządzeń, jak również projektowaniem elektrycznego ogrzewania akumulacyjnego. Format B5, str. 224 Cena 20 zł (Vat 0%).

Sprzedaż prowadzi Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax (22) 843 77 71; wydawnictwo@informacjainstal.com.pl

