

Technologia BIM wykorzystana w analizie termicznej neogotyckiego obiektu

Mgr inż. Jędrzej Wieloch, dr inż. Barbara Ksit, Zakład Budownictwa, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

Artykuł prezentuje możliwość poprawy parametrów energetycznych budynków zabytkowych z wykorzystaniem najnowszych rozwiązań technicznych. W pracy wykorzystano wchodzące coraz intensywniej projektowanie w technologii BIM. Model analizowanego budynku powstał na bazie inwentaryzacji dokonanej w sposób 2D parę lat wcześniej przez studentów Politechniki Poznańskiej, w ramach studenckich praktyk.

2. Opis analizowanego budynku

Obiekt, który posłużył do tej analizy, to jeden z budynków należący do kompleksu szkolnego przy ulicy Słowackiego w Poznaniu. W wyniku gwałtownego rozwoju dzielnicy i wzrostu liczby jej mieszkańców na przełomie XIX i XX wieku radca budowlany i architekt poznański Henrich Grüder zaprojektował pierwszy budynek szkolny w stylu neogotyckim

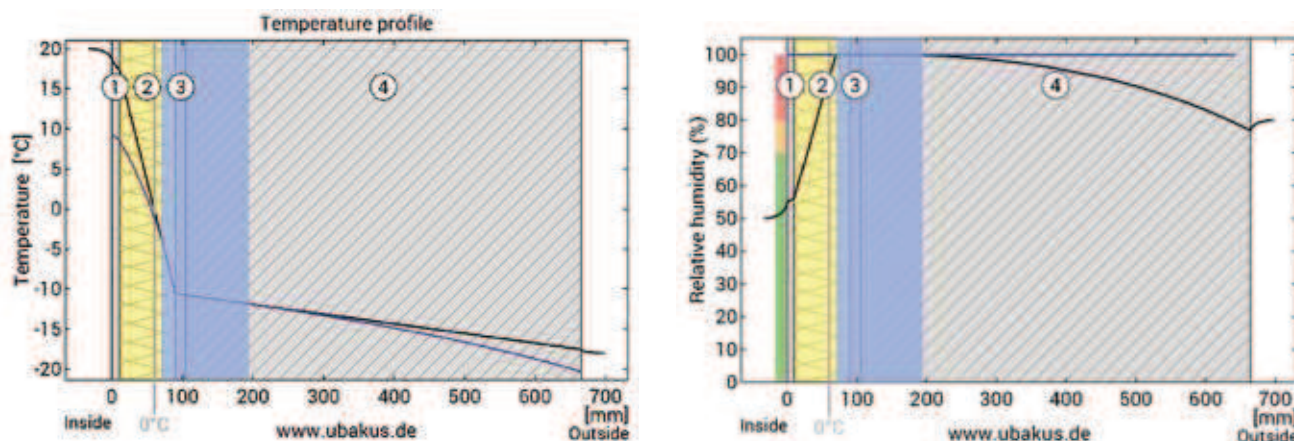
Wybudowany obiekt powiększono w latach 1907–1908 r., na podwórzu istniejącej szkoły postawiono neoklasyzystyczny budynek, projektu Fritza Teubnera [1]. Analizowany budynek to obiekt trzykondygnacyjny o powierzchni użytkowej 490 m², której parter i piętro służyły jako szkolne klasy, a najwyższa kondygnacja była przeznaczona na dwa mieszkania dla pracowników szkoły. Na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ub. wieku do zachodniej elewacji dołączona została

parterowa dobudówka, która architektonicznie nawiązuje do reszty obiektu. Obecnie na parterze wygospodarowana jest jedna klasa oraz sala gimnastyczna. Pomieszczenia te użytkowane są przez Szkołę Podstawową nr 92, a na piętrze ma swoją siedzibę Związek Nauczycielstwa Polskiego, na ostatnim piętrze wciąż znajdują się dwa mieszkania. Elewacje są otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym, z wykonanymi pilastrami oraz licznymi zdobieniami, na parterze występują fragmenty wykończone częściowo cegłą ceramiczną. Budynek nie spełnia obecnych wymagań termoizolacyjnych. Jego elewacja wymaga renowacji – w wielu miejscach doszło do degradacji powierzchni:

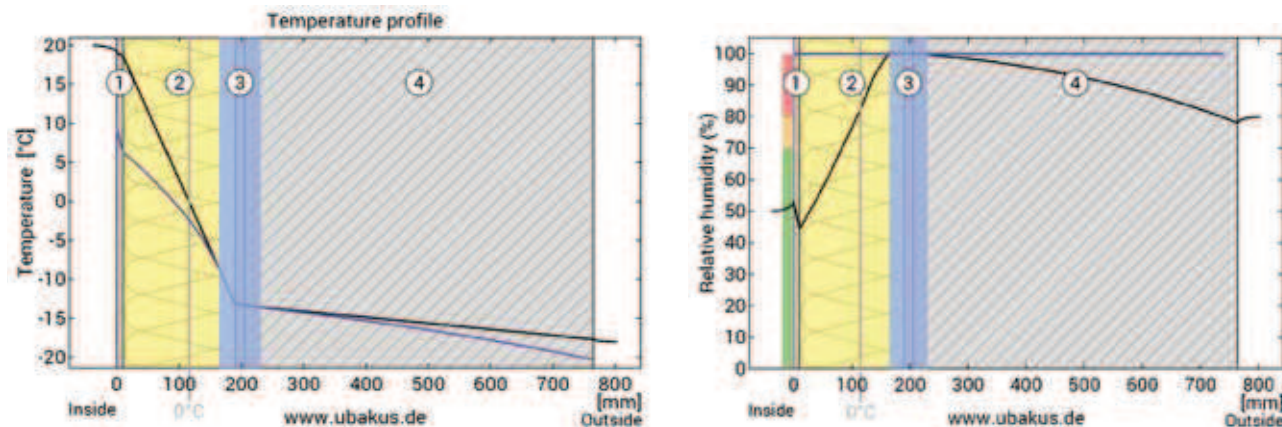
- odspojenia tynku,
 - na gzymsie doszło do silnego zawilgocenia.
- Gruntownego remontu wymaga konstrukcja dachu oraz całe drugie piętro budynku.

3. Projektowanie przegród

W związku z tym, że elewacja zewnętrzna ma dużo ozdobnych detali architektonicznych, rozpatrywane było tylko zastosowanie izolacji termicznej od wewnątrz. Poprawne projektowanie takich rozwiązań wymaga gruntownej analizy, a w szczególności procesów związanych z przepływem wilgoci. W przegrodzie z izolacją wewnętrzną często występuje kondensacja na styku materiału konstrukcyjnego oraz izolacji termicznej, co w przypadku braku dystrybucji i osuszania tej wilgoci



Rys. 1. Wykres temperatur oraz względnej wilgotności w przegrodzie z zastosowaniem systemu iQ-Therm, na niebiesko zaznaczona strefa kondensacji; 1 – wewnętrzny tynk iQ-Top, 2 – płyta poliuretanowa iQ-Therm, 3 – tynk wewnętrzny, 4 – mur z cegły pełnej [6]



Rys. 2. Wykres temperatur oraz względnej wilgotności w przegrodzie z zastosowaniem systemu Multipol, na niebiesko zaznaczona strefa kondensacji; 1 – wewnętrzny tynk z zaprawy Multipor, 2 – płyta Multipor, 3 – tynk wewnętrzny, 4 – mur z cegły pełnej [6]

może spowodować poważne problemy mykologiczne [2]. Do analiz termicznych wskazany jest program numeryczny. Dokładne analizy dwuwymiarowego przepływu ciepła i wilgoci można przeprowadzić na przestrzeni lat oraz dodatkowo zakładać wnikanie wody deszczowej w mur w programie numerycznym WUFI [3]. Jednakże wersja pełna programu jest komercyjna i z tego powodu w pracy do obliczeń wykorzystano przeglądarkową aplikację Ubakus [4], która obliczenia termiczne wykonuje na bazie normy EN ISO 6946, a obliczenia wilgotnościowe z użyciem metody elementów skończonych oraz program THERM 7.6 wspomagający projektowanie wraz z graficzną edycją.

3.1. Wariant z wykorzystaniem systemu iQ-Therm

Do analiz przyjęto dwa systemy. Jako pierwszą przeanalizowano metodę punktowo kapilarną [2], z użyciem systemu iQ-Therm, w którym materiałem izolacyjnym są płyty poliuretanowe z perforowanymi otworami wypełnionymi materiałem mineralnym aktywnym kapilarnie. W analizie zastosowano najgrubszą typową dostępną na rynku budowlanym płytę o grubości 80 mm, dzięki której uzyskano współczynnik przewodności cieplnej U dla ścian równy średnio $0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Niestety w obliczu aktualnie obowiązujących wymogów termicznych stawianych budynkom ogrzewanym o temperaturze powyżej 16°C przegrody te przekraczają dopuszczalną wartość współczynnika przenikania ciepła [4]. Wartość ta jest spełniona przy 10-centymetrowej płycie systemu, jednakże płyta musi być specjalnie zamawiana do realizacji zadania.

3.2. Wariant z wykorzystaniem systemu Multipor

Drugą rozważaną metodą była metoda aktywna kapilarnie [2] z wykorzystaniem płyt Multipor, wykonanych z ultralekkiego betonu komórkowego. Materiał ten, dzięki swojej strukturze, umożliwi swobodny transport wilgoci w całej swojej objętości. Analizowano płyty o grubościach 180 i 200 mm, dzięki którym uzyskano



Rys. 3. Widok południowej elewacji modelu BIM oraz istniejącego budynku [6]

współczynnik przewodności cieplnej dla ścian równy średnio $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Wartość ta spełnia wymagania, które będą stawiane ścianom od 2020 roku, określone w warunkach technicznych. Jednakże wewnątrz budynku zostaje zmniejszone o 20 cm, znacząco zmniejszając powierzchnię użytkową.

4. Model BIM

Częścią pracy było stworzenie na bazie dostępnej dokumentacji modelu BIM budynku wraz z wykorzystaniem oprogramowania Revit 2017.

4.1. Modelowanie 3D

Program umożliwia tworzenie i wstawianie poszczególnych elementów budynku na rzutach i przekrojach – efekty pracy w środowisku 2D możemy obejrzeć jako obiekt trójwymiarowy. Jednakże nieodłączną częścią BIM jest modelowanie 3D, które w szczególności należy użyć w przypadku elementów, które trzeba zdefiniować lub stworzyć indywidualnie dla danego projektu. W ten sposób dzieli się go na mniejsze podprojekty, przy tworzeniu których ważne jest utrzymanie jednolitych standardów. Olbrzymią zaletą technologii BIM jest możliwość parametryzowania tychże elementów. W przypadku modelu analizowanego budynku trzeba było stworzyć między innymi modele okien, kominów, wybranych detali architektonicznych czy bryły dachu (rys. 3).

4.2. Tworzenie widoków

Stworzony model umożliwia nam bardzo wygodne tworzenie przekrojów, widoków, rzutów, elewacji oraz detali. Co ważne, zmiany w modelu skutkują zmianami we wszystkich powiązanych rysunkach oraz odwrotnie – zmiany w którymś przekroju czy rzucie skutkują zmianami w całym modelu BIM. W samym programie wbudowano silnik do renderowania widoków, co można wykorzystać na przykład w architekturze wnętrz, czy realistycznych wizualizacjach realizacji. W omawianej pracy, możliwość łatwego tworzenia przekroi i rzutów została wykorzystana między innymi do wygenerowania podkładów rysunkowych, wykorzystanych w programie THERM 7.6, służącym do analizy przepływu ciepła metodą elementów skończonych.

4.3. Analiza energetyczna

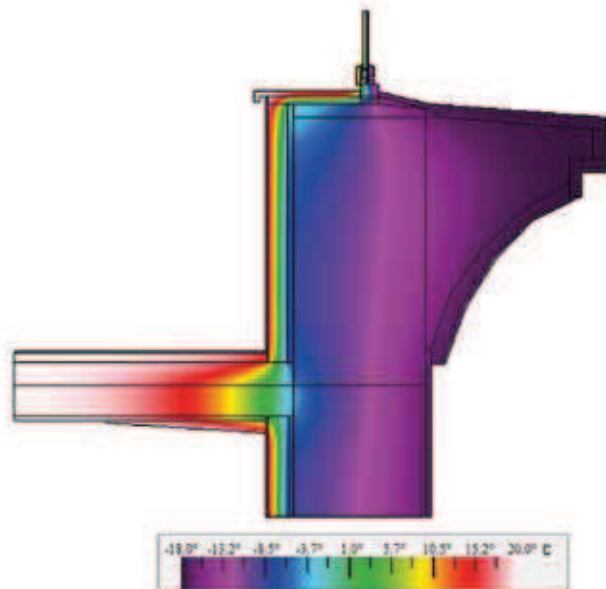
Środowisko BIM umożliwia wprowadzenie danych, które są potrzebne w analizowaniu budynku pod kątem energetycznym. I tak na przykład każdemu elementowi można przypisać materiał, z jakiego jest wykonany, a wraz z tym jego parametry termiczne. Same przegrody budynku definiuje się układem warstw, w którym określamy ich grubość oraz materiał. W przypadku okien mamy do wyboru całą listę predefiniowanych modeli analitycznych, uwzględniających rodzaj oszklenia i zastosowanie w nim powłok. Ponadto układ pomieszczeń oraz wbudowana analiza nasłonecznienia umożliwiają wykorzystanie modelu do analizy energetycznej budynku. Niestety w programie Revit 2017 moduł ten jest dostosowany na rynek amerykański, co na razie ogranicza jego użyteczność.

4.4. Wykonywanie przedmiaru

W środowiskach BIM-owskich możliwe jest łatwe dokonanie przedmiaru i zestawień materiałów na bazie stworzonego modelu, co ułatwia tworzenie kosztorysu.

4.5. Wady technologii BIM

Technologia BIM oferuje bardzo duże możliwości i na pewno będzie zmieniać w najbliższym czasie sposób projektowania. Kusi ona możliwością łatwego tworzenia dokumentacji na bazie tworzonego modelu, jednak



Rys. 4. Profil temperatury analizowanego detalu – połączenie ściany zewnętrznej ze stropem i gzymssem oraz osadzenie stolarki okiennej; obliczenia wykonane za pomocą programu THERM 7.6 [6]

warto pamiętać, że należy zainwestować dużo czasu w dobre opanowanie środowiska projektowania oraz przestawienie się na projektowanie w przestrzeni. Często istnieje wiele równorzędnych sposobów na zamodelowanie elementów lub połączeń i sporo doświadczenia potrzeba do wybrania najbardziej optymalnego rozwiązania. W niektórych przypadkach zamodelowanie detalu w BIM wymaga znacznie więcej pracy niż narysowanie tego w programie do projektowania 2D, dlatego programy są używane równolegle.

5. Podsumowanie

Technologia BIM niewątpliwie będzie odgrywać coraz większą rolę w procesie projektowania i programy do projektowania będą coraz bardziej rozbudowane. Technologia ta może być również z powodzeniem wykorzystywana w kontekście budynków zabytkowych, a w szczególności wymieniamy tu tworzenie ogólnej dokumentacji, którą można później uszczegółowić za pomocą oprogramowania do rysowania w 2D, oraz wykonanie zaawansowanych analiz energetycznych.

Treść artykułu była prezentowana na XX Warsztatach Nadzoru Inwestycyjnego w Wątczu 2018 r.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Skuratowicz J., Architektura Poznania 1890–1918, Wydawnictwo Naukowe UAM, 1991
- [2] Wójcik R., Docieplanie budynków od wewnątrz, Grupa Medium, 2017
- [3] Ksit B., Gaczek M., Analytical meanders of selected systems for thermo-renovation of historical buildings E3S Web of Conferences 49, 00062 (2018)
- [4] strona internetowa: <http://ubakus.de/>
- [5] Ustawa Prawo budowlane (Dz.U. 2018, poz. 1202)
- [6] Wieloch J., Thermo modernization of antique building, Praca Magisterska pod kierunkiem dr inż. B. Ksit, Poznań, 2018