

Marta KAŁUŻA*
Politechnika Śląska

KONCEPCJA PRZEBUDOWY GMACHU OPERY WIEDEŃSKIEJ

Streszczenie. Propozycja przebudowy gmachu Opery Wiedeńskiej dotyczy zmiany konstrukcji dachowej oraz wbudowania w istniejący budynek dodatkowego poziomu widowni. W pracy rozpatrzono wiele propozycji konstrukcyjnych, szczególną uwagę przywiązując do problemu prawidłowego oparcia nowych elementów nośnych oraz ich optymalizacji. Bazowano tutaj na niepełnych danych konstrukcyjnych, nie istnieje bowiem kompletny projekt budynku, a jedynie wrywkowe rysunki inwentaryzacyjne. Bezpośrednią przyczyną planowanej rozbudowy była konieczność powiększenia powierzchni użytkowej obiektu.

CONCEPT OF REDEVELOPMENT OF VIENNA OPERA BUILDING

Summary. Proposal of Vienna's Opera reconstruction concerns on roof structure change and additional audience level built-in. The work considers several structural solutions and focuses on proper new structural elements shaping and optimisation. New project was based on incomplete documentation, because a complete project of the building does not exist. Direct reason of planned extension is the necessity to increase usable area of the building.

1. Krótki opis budynku Opery

1.1. Rys historyczny

Historia działalności Opery Wiedeńskiej sięga początku wieku XVIII i związana jest z otwarciem w listopadzie 1709 r. Teatru Karyntiańskiego, wybudowanego przez Antonio Perduzzi. Niestety, w 1761 r. budynek ten doszczętnie spłonął. W styczniu 1858 r. cesarz Franciszek Józef ogłosił konkurs na projekt nowego Domu Opery. Pierwszą nagrodę otrzymali architekci Eduard van der Nüll oraz August von Sicardsburg, za projekt którego hasłem przewodnim była maksyma „Człowiek myśli, a Bóg kieruje”. Budynek Opery był

* Opiekun naukowy: Prof. dr inż. Andrzej Ajdukiewicz.

symbolem hołdu złożonego rodzinie Habsburgów oraz osobom dwóch wielkich kompozytorów: Amadeusza Mozarta oraz Ryszarda Wagnera.

W marcu 1945 r., w trakcie nalotu bombowców alianckich, budynek w znacznej części spłonął. Z oryginalnego gmachu zachowało się około 70% fasady, hala wejściowa, klatka schodowa, foyer i salon herbaciany. Reszta, w tym cała widownia i część sceniczna, uległa zniszczeniu. Po ponownym powstaniu Republiki Austrii odbudowano, pod kierownictwem architekta Ericha Boltenssterna, zniszczone części budynku Opery, której ponowne otwarcie nastąpiło w listopadzie 1955 r.

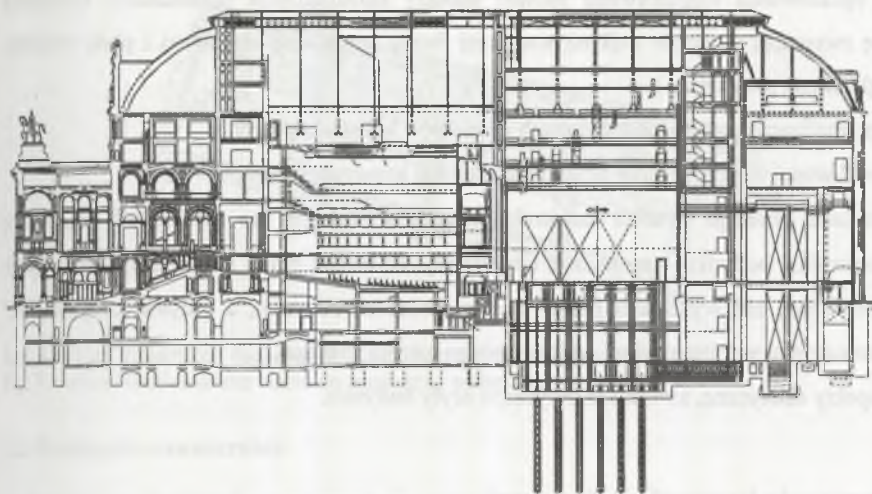
1.2. Charakter budynku

Budynek Opery (rys. 1, 2) wzniesiony został jako tradycyjna konstrukcja murowa. Zajmuje on powierzchnię około 8000 m², przy maksymalnej wysokości rzędu 38 m. Posadowiony jest częściowo na fundamentach bezpośrednich, a częściowo na palach.

Dominującym elementem architektonicznym jest potężny dach o konstrukcji nośnej w postaci nitowanych łuków blachownicowych ze ściągami, rozmieszczonych w rozstawie 6 m. Rozwiązanie to zastosowano podczas odbudowy obiektu po II Wojnie Światowej – wcześniejsza, oryginalna konstrukcja oparta była na dźwigarach kratowych.



Rys. 1. Widok narożny gmachu Opery Wiedeńskiej
Fig. 1. View of the Vienna Opera building



Rys. 2. Przekrój podłużny przez budynek Opery
Fig. 2. Opera's longitudinal section

Podstawową formą widowni jest teatr łożowy, przy czym czysta zasada tego teatru została złamana poprzez wprowadzenie trzeciego i czwartego poziomu galerii. Cała widownia podzielona jest na 6 poziomów (łącznie obejmujących 2284 miejsca), z zapewnieniem dobrej widoczności wszystkim widzom.

2. Założenia koncepcji rozbudowy

Techniczną podstawą rozważań dotyczących przebudowy istniejącego gmachu Opery Wiedeńskiej były nieliczne i nieprecyzyjne plany architektoniczne budynku – oryginalna dokumentacja spłonęła podczas II Wojny Światowej.

Wykonana propozycja przebudowy została ograniczona do nowej konstrukcji dachu i dodatkowego poziomu widowni.

Praktycznym powodem rozważanej przebudowy była próba powiększenia powierzchni użytkowej obiektu, przy zachowaniu istniejącego rzutu, a tym samym powierzchni zabudowy. Nowa forma dachu, zwiększając kubaturę budynku, pozwala na podwyższenie ostatniej istniejącej kondygnacji i wbudowanie dodatkowego stropu. Przestrzeń pod stropem wykorzystano na zaprojektowanie dodatkowego poziomu widowni, a na stropie przewidziano lokalizację pomieszczeń gospodarczych, sal prób i ćwiczeń oraz osprzętu technicznego związanego z obsługą sceny i widowni.

W opracowaniu rozpatrywano jedynie aspekty konstrukcyjne przebudowy, szczególną uwagę zwracając na dobór najkorzystniejszej formy konstrukcji dachowej i płyty widowni. Uwzględniano przy tym:

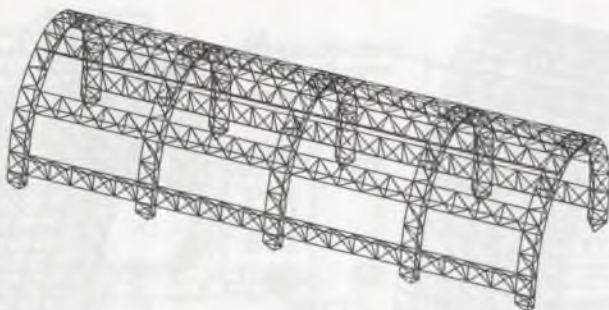
- optymalizację nowo projektowanych elementów konstrukcyjnych,
- możliwości technologiczne wbudowania nowej konstrukcji,
- warunki realnego oparcia konstrukcji dachu i widowni na elementach oryginalnej konstrukcji budynku – zaznaczyć tutaj należy, że wobec braku kompletnej dokumentacji technicznej nie wykonano pełnej analizy nośności budynku, a jedynie „dopasowano” geometrię nowej konstrukcji do istniejącego ustroju nośnego,
- aspekty estetyczne, zwłaszcza dotyczące bryły budynku.

3. Koncepcje konstrukcji dachowej

3.1. Łuki kratownicowe

Jako pierwszy przeanalizowano układ nośny oparty na 5 poprzecznych łukach powiązanych podłużnymi stężeniami. Wybór takiego ustroju podyktowany był możliwością podparcia dachu na konstrukcji budynku, a konkretnie na masywnych filarach ceglanych, stanowiących elementy ścian zewnętrznych i rozmieszczonych w rozstawie od 24,2 m do 28,8 m. Do wstępnych obliczeń przyjęto 5 schematów różniących się układem podłużnych stężeń oraz rodzajem przekrycia, analizując wykorzystanie nośności przekroju, wielkość reakcji podporowych oraz przemieszczenia.

Ostatecznie przeanalizowano 2 schematy różniące się układem stężeń podłużnych (równomiernym lub nierównomiernym na długości łuku), porównując ich wpływ na przestrzenną pracę całego układu. Uzyskane wyniki wykazały, że przypadek konstrukcji z równomiernym układem stężeń (rys. 3) jest znacznie korzystniejszy z uwagi na wielkość uzyskanych sił i przemieszczeń. Jednocześnie jednak znaczny rozstaw łuków podyktowany lokalizacją potencjalnych podpór spowodował powstanie znacznych punktowych reakcji podporowych zarówno pionowych, jak i poziomych, nierealnych do przeniesienia przez konstrukcję budynku.



Rys. 3. Widok konstrukcji dachowej wykonanej na łukach poprzecznych
Fig. 3. View of roof structure based on transversal arches

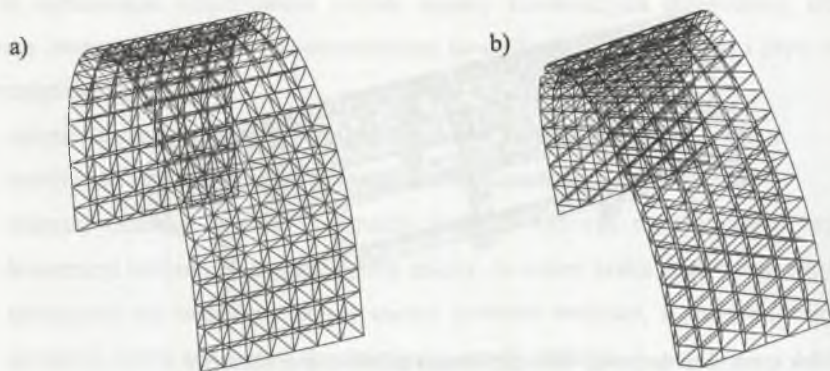
3.2. Przekrycie strukturalne

Bazując na wynikach uzyskanych w analizie przekrycia opartego na łukach, przyjęto koncepcję przekrycia strukturalnego, przekazującego reakcje pionowe i poziome na ściany nośne, poprzez wieniec żelbetowy, jako obciążenie quasi-liniowe.

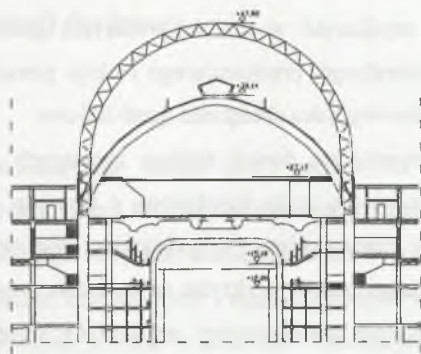
Przeanalizowano zachowanie się dwóch struktur różniących się kształtem oczek. W pierwszym przypadku zastosowano oczka kwadratowe o krawędzi podstawy 2,40 m, drugą strukturę tworzyły trójkąty równoramienne o podstawie i wysokości 2,40 m (rys. 4). W obydwu przypadkach ogólna geometria przekrycia odpowiadała przyjętej w przypadku dachu łukowego (rys. 5). W analizie porównawczej uzyskanych wyników brano pod uwagę optymalizację nośności poszczególnych prętów, wielkość reakcji podporowych, przemieszczenia, a w dalszym zakresie względy technologiczne i ekonomikę rozwiązania.

Z uwagi na wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej obydwie rozpatrywane układy nie wykazywały istotnych różnic – w strukturze o oczkach trójkątnych uzyskano nieco mniejsze siły w pojedynczych prętach, a zatem przekroje o mniejszej masie i sztywności, jednakże przy większej ogólnej liczbie prętów. Przemieszczenia węzłów obydwu struktur były praktycznie identyczne. Z punktu widzenia prostoty rozwiązania układ o oczkach kwadratowych jest ekonomiczniejszy i mniej pracochłonny, natomiast układ o oczkach trójkątnych daje mniejsze zużycie stali w przeliczeniu na jednostkę powierzchni dachu.

Uzyskane łączne wartości pionowych i poziomych reakcji podporowych były, wobec prawie identycznej geometrii, bardzo podobne jak w przypadku dachu na kratownicach łukowych, lecz przyłożone do konstrukcji jako szereg stosunkowo niewielkich sił co 2,40 m wzdłuż całej ściany. Tworzyło to układ obciążeń znacznie korzystniejszy, wymagający jednak zaprojektowania dodatkowego elementu w postaci ciągłego wienca żelbetowego.



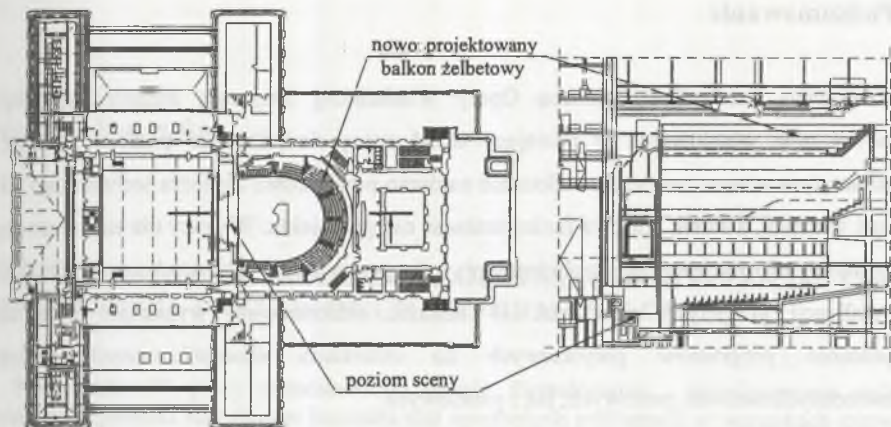
Rys. 4. Schemat przekrycia strukturalnego a) o oczkach kwadratowych; b) o oczkach trójkątnych
 Fig. 4. Structural roofing system scheme a) square based; b) triangle based



Rys. 5. Fragment przekroju poprzecznego z nowym przekryciem strukturalnym
 Fig. 5. New structural roofing system section

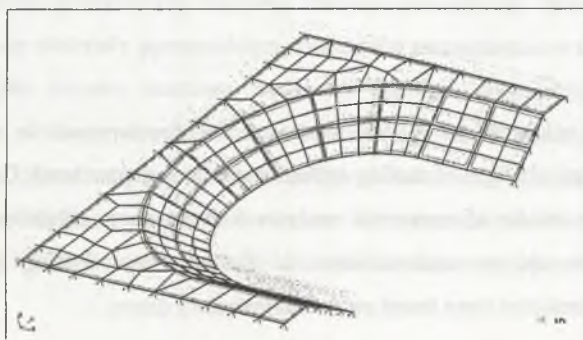
4. Koncepcja widowni

W efekcie zaprojektowania nowej konstrukcji dachowej uzyskano nad widownią przestrzeń pozwalającą na wbudowanie dodatkowego balkonu mieszczącego około 100 miejsc. Element ten zaprojektowano jako żelbetowy monolityczny, oparty na istniejących ścianach zewnętrznych i wewnętrznych, wyprowadzony wspornikowo w kierunku sceny (rys. 6). Przeanalizowano 5 układów nośnych, zróżnicowanych pod względem geometrycznym i konstrukcyjnym, w tym co do sposobu podparcia.



Rys. 6. Rzut 6 kondygnacji z nowo projektowanym poziomem widowni
 Fig. 6. 6th level and new audience level plans

W przypadku założenia podparcia balkonu tylko na ścianach obwodowych uzyskano znaczne przekroczenie dopuszczalnych ugięć. Stąd, ostatecznie rozpatrywano układ nośny (rys. 7) jako oparty na ścianach obwodowych i słupach pośrednich wsparty na konstrukcji balkonu niższej kondygnacji. Pojawiła się tutaj oczywista trudność w określeniu warunków podparcia płyty balkonu na ścianach obwodowych. Z uwagi na brak ciągłości ściany ponad wieńcem należało rozpatrywać podparcie jako przegubowe nieprzesuwne, jednocześnie jednak na wieńcu obwodowym oparto strukturę dachową, generując tym samym znaczne siły dociskające wieńiec do ściany, a zatem stwarzając warunki częściowego utwierdzenia. W efekcie najważniejsze było rozpatrywanie dwóch „skrajnych” schematów podparcia (przegub i utwierdzenie) i zbrojenie konstrukcji na uzyskaną obwiednię sił wewnętrznych.



Rys. 7. Schemat nowego poziomu widowni
 Fig. 7. Scheme of new audience level

5. Podsumowanie

Propozycja przebudowy gmachu Opery Wiedeńskiej dotyczyła zmiany konstrukcji dachowej oraz wbudowania w istniejący układ nośny dodatkowego poziomu widowni. Uzyskano tym samym znaczne zwiększenie zarówno powierzchni zaplecza technicznego, jak i samej widowni, a zatem większą funkcjonalność całego obiektu. W pracy nie zajmowano się szczegółowymi rozwiązaniami technicznymi, traktując ją raczej jako studium możliwości i optymalizacji przyjętych rozwiązań. W analizie obliczeniowej wykazano szczególną przydatność programów projektowych do obliczania skomplikowanych struktur przestrzennych zarówno prętowych, jak i panelowych.

Projektowana przebudowa budynku Opery pozwala na połączenie tradycyjnej 140-letniej konstrukcji ścianowej z nowoczesnymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi i materiałowymi.

LITERATURA

1. Materiały archiwalne uzyskane w formie elektronicznej od Dyrekcji Opery Wiedeńskiej, w tym: pojedyncze rysunki inwentaryzacyjne, historia budynku, fotografie.
2. Kałuża M.: Przebudowa Gmachu Opery Wiedeńskiej. Koncepcje konstrukcyjne. Praca dyplomowa magisterska, Katedra Inżynierii Budowlanej Politechniki Śląskiej w Gliwicach, grudzień 2001r.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Artem Czkwianianc

Abstract

Paper presents solutions for Vienna Opera partial development. In particular, paper concerns on structural changes of roofing system and new audience level. Conceptual studies were supported by results of numerical analyses focused on possibilities of adding new structural members and on optimisation of the structure. Facing lack of original documentation the analyses were based on partial inventory draws.