



## Streszczenie

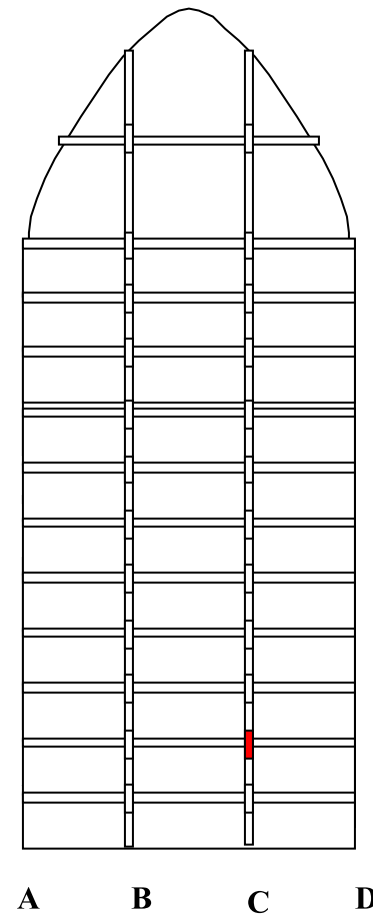
W niniejszym artykule przedstawiono opis badań nieniszczących, ich wyników i przedsięwzięć technicznych, prowadzących do naprawy uszkodzonych elementów konstrukcyjnych okna w Bazylice Mariackiej w Gdańsku, wykonanych z żeliwnych szprosów.

## Wstęp

Bazylika Mariacka w Gdańsku jest największą na świecie świątynią zbudowaną z cegły. Rozpoczęcie budowy kościoła datuje się na rok 1342, zakończenie zaś w 1502. Budowla posiada trzy nawy o wysokości 30 m. Świątynia zwana „koroną miasta” może pomieścić ponad 20 tys. osób, a jej kubatura wynosi około 155 000 m<sup>3</sup>, długość 105,5 m, szerokość w transepcie 66 m. Oświetlenie wnętrza to 37 olbrzymich okien, a największe z nich ma powierzchnię 127 m<sup>2</sup>. Zniszczenia Gdańska w roku 1945 nie ominęły Bazyliki Mariackiej. Zagładzie uległy wszystkie dachy, elementy drewniane i wiele fragmentów murów. W roku 1946 przystąpiono do odbudowy świątyni. Finanse w początkowym okresie zapewnił między innymi Eugeniusz Kwiatkowski współtwórca Gdyni, który część środków zaplanowanych na odbudowę gospodarki morskiej przeznaczył na prace renowacyjne „Katedry Morskiej”, czyli Bazyliki Mariackiej.

## Badania stanu technicznego okna

Badaniom stanu technicznego okna położonego w transepcie, poddano metalowe elementy konstrukcji nośnej. Konstrukcja okna jest kratownicą, w której cztery pionowe elementy to żeliwne szpros (rys.1). Środkowe i zewnętrzne szpros połączone są między sobą nakładkami. Poszczególne pionowe segmenty są podparte poziomymi belkami stalowymi, których końce utwierdzono w murze. Belki poziome stanowią podparcie dla każdego z segmentów, natomiast połączenie poszczególnych segmentów pionowych wykonane jest za pomocą 8 śrub łączących nakładki żeliwne z poszczególnymi segmentami. Wysokość okna wynosi około 23 m.



Rys. 1. Bazylika Mariacka, widoczne okna od strony nawy bocznej i transepcie – strona południowa. Szkic konstrukcji nośnej okna z podziałem na podobszary badawcze

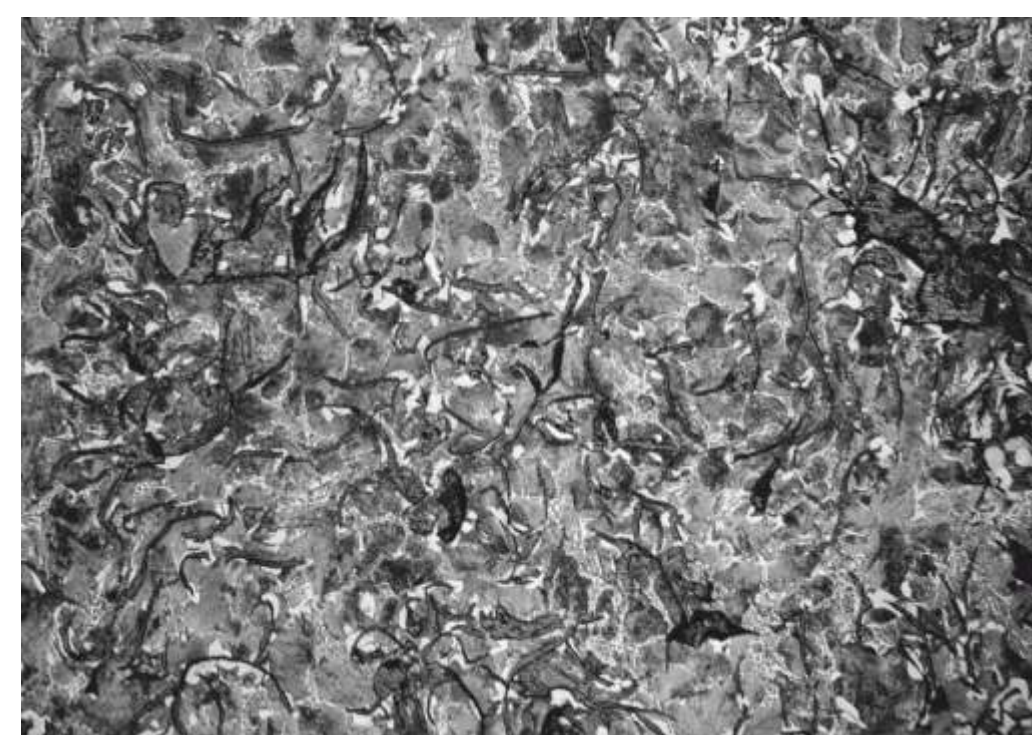


Rys. 2. Uszkodzenia konstrukcji okna od strony zewnętrznej i wewnętrznej

Na podstawie badań VT, MT i PT stwierdzono (rys. 2):

1. Uszkodzenia konstrukcji okna są poważne i wymagają niezwłocznej naprawy.
2. Dalsza eksploatacja okna bez żadnych działań zabezpieczających może spowodować w krótkim czasie przyspieszoną degradację materiału kolejnych elementów i połączeń, co prowadzi może do niekontrolowanego rozwoju pęknięć konstrukcji i utraty nośności.

Badania składu chemicznego żeliwa wykazały, iż jest to żeliwo o dużej zawartości fosforu P -1,01%, co eliminuje proces spawania jako proces naprawczy. Zgłady badanych próbek przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Zgląd nietrawiony, grafit płatkowy. Pow. 100x. Zgląd trawiony, grafit płatkowy z osnową perlityczną. Pow. 400x

# Renowacja konstrukcji okna witrażowego w Bazylice Mariackiej w Gdańsku

Autorzy:

dr inż. Wojciech Kielczyński, dr inż. Jacek Haras,  
dr inż. Krzysztof Krzysztofowicz – Politechnika Gdańska,  
Marian Siejka – Vistal Offshore, Gdynia

## Technologia naprawy

Eliminacja procesu spawania pociągnęła za sobą konieczność opracowania alternatywnej metody renowacji konstrukcji nośnej okna, gwarantującej zakładaną sztywność. Ponadto wymagała szczegółowego ustalenia:

- kolejności poszczególnych operacji i zastosowanych metod naprawy,
- zakresu wymiany uszkodzonych elementów,
- doboru materiałów na nakładki żeliwne (sugerowany materiał – żeliwo sferoidalne) śrub mocujących,
- metod usuwania pęknięć w niewymienianych elementach,
- uszczelnienia dylatacji.

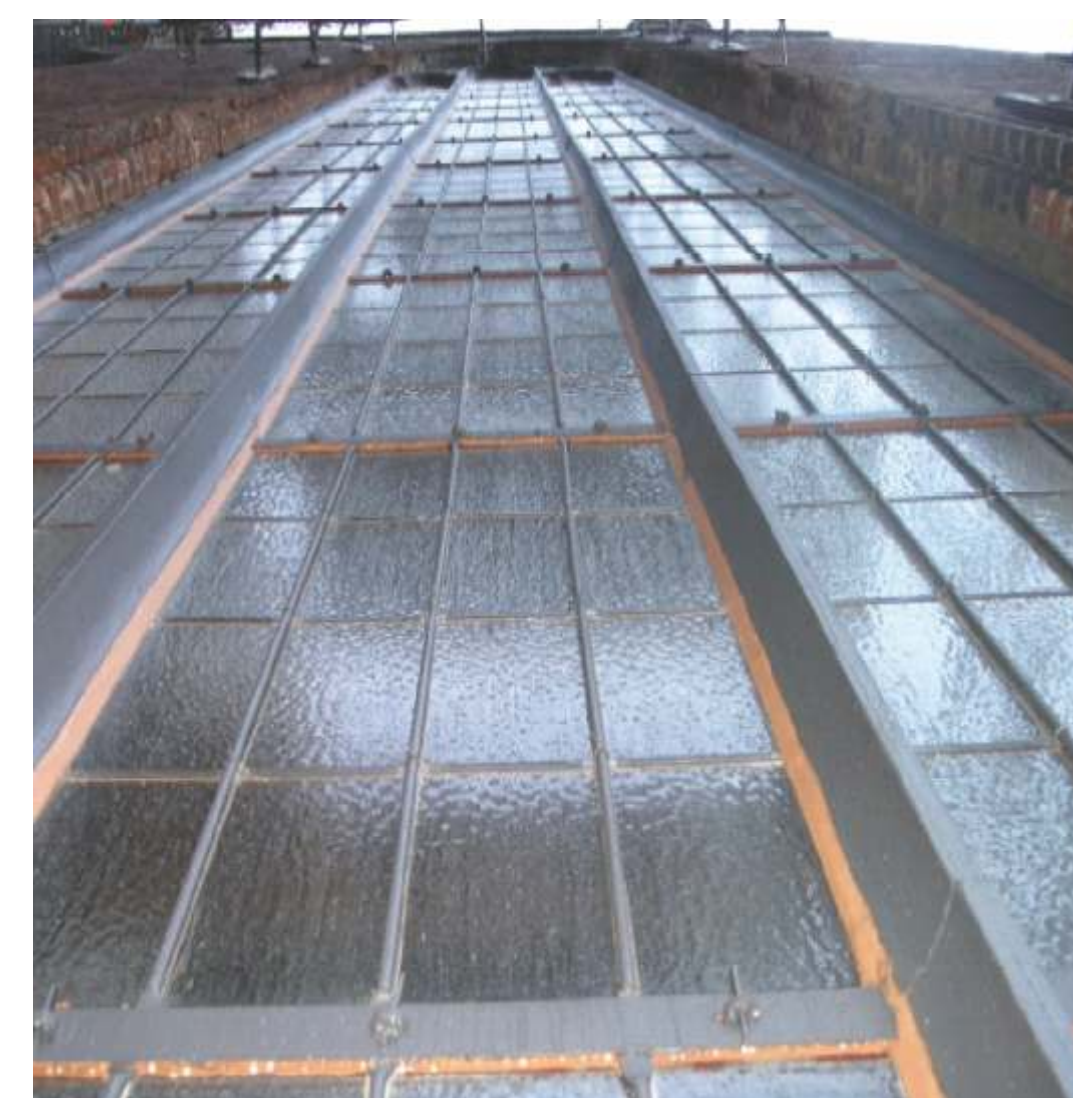
Analiza geometrii przekroju poprzecznego środkowych szprosów pozwoliła ustalić, iż w środkowej części przekroju odlewu znajduje się otwór, wewnątrz którego można poprowadzić stalowe płaskowniki biegnące przez całą długość okna. Powyższą koncepcję przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Usztywnienie środkowego szpros za pomocą stalowych płaskowników. Nowe nakładki z żeliwa sferoidalnego

Łączenie poszczególnych płaskowników wykonano w miejscu mocowania nakładek, gdzie po ich usunięciu możliwe było wsunięcie stalowych usztywnień i ich połączenie śrubami. Usztywniające płaskowniki scalono również ze stalowymi belkami poprzecznymi. Tą drogą zwiększono sztywność całej konstrukcji. W celu obniżenia ciężaru wzmocnień, jako materiał płaskownika zastosowano stal o podwyższonej wytrzymałości S355J2G3. Ważną kwestią było zachowanie dotychczasowej geometrii nakładek przy jednoczesnej poprawie własności mechanicznych. Dlatego też zdecydowano się na wykonanie nakładek z żeliwa sferoidalnego (rys. 4). Zastosowanie żeliwa sferoidalnego związane było koniecznością zapewnienia materiałowi nakładek pewnej zdolności do odkształcenia plastycznego.

W kolejnym etapie naprawy podjęto zadanie uzupełnienia ubytków i uszczelnienia dylatacji. Szczególnie ważna była operacja starannego uszczelniania poszczególnych segmentów szprosów oraz połączeń z belką podporową. Właśnie brak uszczelnień był powodem rozwoju korozji, szczególnie wewnątrz konstrukcji i przyczynił się do przyspieszenia degradacji. Po zakończeniu operacji uszczelnień, jednym z ostatnich zabiegów było wstawianie szyb oprawnych w olów oraz pokrycie farbą całości konstrukcji. Był to końcowy etap renowacji obiektu (rys. 5).



Rys. 5. Widok okna po renowacji – strona zewnętrzna

## Podsumowanie

Prace renowacyjne okna witrażowego w Bazylice Mariackiej w Gdańsku prowadzone były w ramach projektu, którego celem było przywrócenie dawnej świetności zabytkowych okien w całej świątyni. Ważnym etapem prac były badania nieniszczące (VT, MT, PT) konstrukcji okna, umożliwiające rzetelną ocenę stanu technicznego konstrukcji. Dzięki dużemu zaangażowaniu personelu badawczego i nadzoru, operacja rekonstrukcji okna, a szczególnie etapu jej wzmocnienia, zakończyła się pomyślnie. Doświadczenia zdobyte w czasie naprawy okna przy kaplicy św. Barbary zostały wykorzystane w następnych etapach prac renowacyjnych okien witrażowych. W kolejnych działaniach konserwatorskich dokonano gruntownego remontu pozostałych 12 okien witrażowych o konstrukcji żeliwnej stosując opisaną wyżej technologię naprawy.

### Kontakt:

Politechnika Gdańska  
Wydział Mechaniczny

ul. Gabriela Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk  
tel.: 58 347 29 02

<http://mech.pg.edu.pl>; [wkielcz@pg.gda.pl](mailto:wkielcz@pg.gda.pl)

56.

KONFERENCJA SPAWALNICZA

SPAWALNICTWO  
zawsze można więcej



14-16.10.2014; Sosnowiec