

# Stanisław Zawada

---

## Problem wzmocnienia spękanego filara ceglanego w obiekcie zabytkowym

---

Ochrona Zabytków 17/1 (64), 44-46

---

1964

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

STANISŁAW ZAWADA

PROBLEM WZMOCNIENIA SPĘKANEGO FILARA CEGLANEGO W OBIEKCIE ZABYTKOWYM

1. WSTĘP

W opracowanym artykule podano sposób wzmocnienia spękanego filara ceglanoego, zastosowany w zabytkowym kościele św. Mikołaja w Brzegu w województwie opolskim.

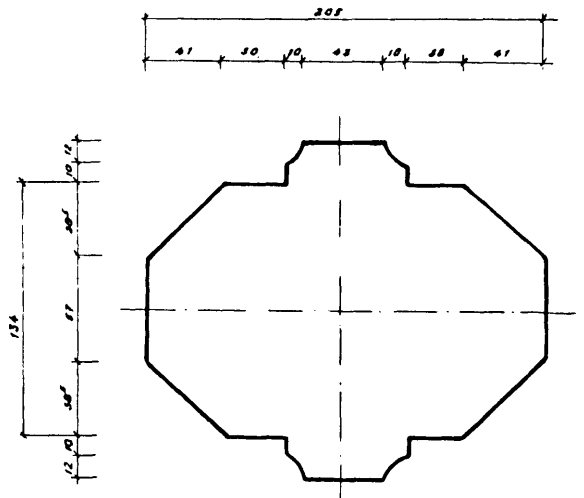
Zabytkowa budowla składa się z nawy głównej o szerokości 7,5 m oraz z dwóch naw bocznych o rozpiętości 6 m i 5,5 m. Wysokość nawy głównej do okapu wynosi 28 m, a wysokość naw bocznych 13 m. Nawa środkowa podzielona jest filarami na 9 przęseł o rozpiętości 8 m. Na wysokości 10 m wspierają się na filarach łęki ostrołukowe, podtrzymujące ścianę nawy głównej. Budowla przekryta jest dachem o konstrukcji stalowej z pokryciem dachówką mnich-mniszką.

W drugim filarze od strony wieży wystąpiły liczne powierzchniowe pęknięcia pionowe muru na długości od kilku do kilkunastu cegieł. Pęknięcia te zostały spowodowane zwiększeniem obciążenia wskutek rozebrania sąsiedniego filara. Pionowe pęknięcia stwarzały duże zagrożenie wytrzymałości oraz stateczności filara (II faza zniszczenia [1]). Zaszła więc konieczność niezwłocznego odciążenia filara odpowiednim stemplowaniem i wykonania wzmocnienia. Zniszczenie filara mogłoby spowodować katastrofę budowlaną całego obiektu, ponieważ każdy z kolejnych filarów byłby narażony na coraz większe obciążenia.

2. WARIANTY WZMOCNIENIA FILARA

Poziomy przekrój filara przedstawia rys. 1. Przekrój posiada kształt wydłużonego ośmioboku z dwoma pilastrami. Struktura filara nie była jednolita, składała się z rdzenia wykonanego z cegieł gorszego gatunku o nieregularnym wiązaniu, oraz z lica, wykonanego

z cegły dobrej i o prawidłowym wiązaniu. Z tego powodu wzmocnienie filara należało wykonać w ten sposób, aby odkucia w licu i przekucia pilastrów były jak najmniejsze. Ponadto wieloboczny kształt przekroju filara czynił zagadnienie jego wzmocnienia jeszcze trudniejsze.



Rys. 1

Rozważano kilka wariantów wzmocnienia filara, a mianowicie:

2.1. W pierwszym wariantcie przewidziano nałożenie na krawędzie filara rozwartych kątowników z przyspawanymi przewiązkami. Przed przyspawaniem, przewiązki byłyby ogrzane do odpowiedniej temperatury, aby po ostudzeniu otrzymać obwodowe sprężenie filara. Sposób ten jest uciążliwy w wykonaniu, a ponadto konieczne byłyby dość szerokie przekucia w pilastrach, bardzo niepożądane z uwagi na duże osłabienie filara.

2.2. W drugim wariantcie zastąpiono przeziązki kilkoma zwojami drutu stalowego. Sprężenie obwodowe filara uzyskane byłoby tutaj za pomocą naciągu uzwojeń w kierunku pionowym lub za pomocą klinów zabijanych pod uzwojenie na krawężnikach filara. Przy tym sposobie wzmocnienia filara wystąpiłyby trudności w ustaleniu siły naciągu, a ponadto analogiczne trudności jak w 2.1.

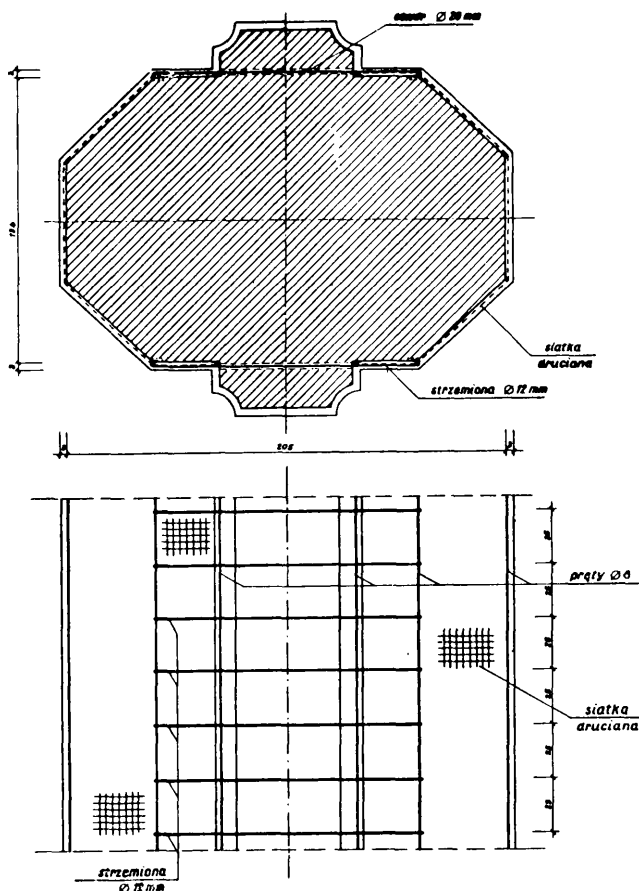
2.3. Trzeci wariant wzmocnienia filara polegałby na wykonaniu żelbetowej otuliny o grubości co najmniej 6 cm. Wadą tego rozwiązania jest znaczne pogrubienie filara, co nie byłoby wskazane ze względów architektonicznych.

2.4. Czwarty wariant przewiduje wzmocnienie filara za pomocą obejmy z siatki, strzemion, prętów pionowych oraz wyprawienia zaprawą cementową o stosunku 1:3.

Po dokonaniu porównania powyższych wariantów wzmocnienia, zarówno z punktu widzenia możliwości wykonawstwa, jak i pod względem kosztów, wybrano czwarty wariant jako najprostszy w wykonaniu oraz najtańszy.

### 3. OPIS WZMOCNIENIA FILARA WG 2.4.

Rys. 2 przedstawia konstrukcyjne rozwiązanie wzmocnienia filara. Na obwodzie rozmieszczone są tutaj pionowe pręty  $\phi$  8 mm. Na pra-



Rys. 2

wą i lewą stronę filara, pomiędzy pilastrami, nałożona jest siatka z kwadratowymi oczkami 30 mm przy średnicy drutu  $\phi$  4 mm. Krawędzie siatki zagięte są na pionowych prętach umieszczonych przy pilastrach. Do pozostałych prętów pionowych siatka przywiązana jest cienkim drutem o średnicy  $\phi$  1 mm. Obie siatki (prawa i lewa) połączone na szerokości pilastra strzemionami o średnicy 12 mm. W tym celu wykuto w pilastrach otwory o średnicy  $\phi$  20 mm za pomocą przebijaka rurowego. Przygotowane w ten sposób zbrojenie wyprawiano zaprawą cementową o grubości 3 cm. Jest to właściwie żelbet uzbrojony siatką, co pozwala na osiągnięcie znacznego obniżenia grubości obejmy przy równoczesnym zwiększeniu odporności na rysy [3].

### 4. OBLICZENIE FILARA WZMOCNIONEGO OBEJMĄ

Podane niżej wzory na nośność filara wzmocnionego obejmą, ustalono na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w latach 1949—50 w ramach prac CNJPS (Centralnyj Naucznyj Institut Promyslenowo Stroitielstwa).

Siła osiowa ściskająca  $N = 180000$  kg,  
przekrój słupa  $A = 26845$  cm<sup>2</sup>.  
Obliczeniowa wysokość słupa  $h = 10,0$  m.

Słup wykonany jest z cegły klasy 50 na zaprawie marki 15. Podstawowe naprężenie przy ściskaniu muru  $k_c' = 6,5$  kg/cm<sup>2</sup>, współczynnik poprawkowy  $m = 1$ .

$$\frac{h}{b} = \frac{1000}{134} = 7,5, \varphi = 0,90$$

$$N' = A \cdot k_c' \cdot \varphi = 26345 \cdot 6,5 \cdot 0,9 = 157000 \text{ kg} < 180000 \text{ kg},$$

a więc słup należy wzmocnić.

Do wzmocnienia słupa zastosowano obejmę z siatki, strzemion i zaprawy cementowej.

$$\sigma_z = \frac{2500}{1,8} = 1390 \text{ kg/cm}^2.$$

Współczynniki charakteryzujące stan wzmocnianego filara  $m_c = 0,7$  i  $m_z = 0,8$  przyjęto wg tablicy 3—2 [2].

$$\Delta k_c' = \frac{N}{m m_c \varphi F} - k_c' = \frac{180000}{1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,90 \cdot 26845} - 6,5 = 4,15 \text{ kg/cm}^2$$

procent uzbrojenia

$$p = \frac{100 \cdot \Delta k_c' \cdot m_c}{2,8 m_z \cdot \sigma_z - 200 k_c' \cdot m_c} = \frac{100 \cdot 4,15 \cdot 0,7}{2,8 \cdot 0,8 \cdot 1390 - 200 \cdot 4,15 \cdot 0,7} = 0,115.$$

Przyjęto strzemiona  $\phi$  12 mm o przekroju  $f_s = 1,13 \text{ cm}^2$ . Odlegość pomiędzy strzemionami

$$y = \frac{200 \cdot f_s \cdot (a + b)}{A \cdot p} = \frac{200 \cdot 1,13 \cdot (205 + 134)}{26845 \cdot 0,115} = 24,8 \text{ cm.}$$

Grubość warstwy narzutowej min  $\delta = 1,2 + 0,8 + 1,0 = 3,0 \text{ cm}$ . Siatkę przyjęto z kwadratowymi oczkami 30 mm przy średnicy drutu  $\phi$  4 mm,

$$f_s' = \frac{25,0}{3,0} \cdot 0,126 = 1,05 \text{ cm}^2 \cong f_s.$$

Wzmocnienie filara może być również wykonane przy użyciu cienkiej siatki plecionej (Rabitza), ale wówczas pracujące strzemiona należy założyć na całym obwodzie.

## 5. WNIOSKI

Z powyższego przykładu wynika, że przy użyciu stosunkowo niedużej ilości żelaza zbro-

jeniowego możemy w bardzo prosty sposób znacznie powiększyć nośność spękanych i przeciążonych filarów bez ich widocznego pogrubienia. Ten sposób wzmocnienia jest szczególnie zalecany, gdy ze względów architektonicznych nie możemy powiększyć przekroju filarów, co z reguły ma miejsce w obiektach zabytkowych. Ponadto tym sposobem można wzmocnić filary o dowolnym przekroju, bez większych przekuć, co jest bardzo istotne przy mocno osłabionych murach. Również wystające pilastry nie stanowią tutaj przeszkody, ponieważ strzemiona przeprowadzić można w murze przez małe otwory, wykonane w bezpieczny sposób za pomocą przebijaka rurowego. Rozwiązanie wzmocnienia filara w opisany sposób zastosowano w kościele św. Mikołaja w Brzegu z bardzo dobrym wynikiem.

mgr inż. Stanisław Zawada  
Politechnika Gliwicka

## BIBLIOGRAFIA

- [1] W. Zenczykowski, *Budownictwo ogólne* T. I i T. II, Warszawa 1953 i 1954 r.  
[2] E. Masłowski, *Wzmocnianie konstrukcji budowlanych*, Warszawa 1959.

- [3] Wł. Kuczyński, R. Walkus *Wstęp do poznania żelbetu o zbrojeniu rozproszonym*. „Inżynieria i budownictwo”. nr 5, 1963 r.

## LE PROBLÈME DU RENFORCEMENT D'UN PILIER EN BRIQUES FENDU DANS UN BÂTIMENT HISTORIQUE

L'article décrit la manière de renforcer un pilier fendu en briques. Ce moyen fut employé avec un très bon résultat à l'église St. Nicolas à Brzeg, voïevodie d'Opole. Le pilier avait de nombreuses fentes sur la surface le long de quelques briques jusqu'à plus de dix. Ces fentes ont été causées par l'acrosissement de la charge due au fait que le pilier avoisinant fut démonté. Il fallait donc renforcer le pilier en question immédiatement. Ce pilier étant déjà très affaibli il fallait faire le renforcement de telle manière que les incisions des fentes soient aussi petites que possible. On a discuté plusieurs systèmes différents dont on a choisi le plus simple et le moins coûteux, à savoir on l'a renforcé à l'aide d'une ancre en béton armé pilonnée sur un réseau de fils de fer. A l'épaisseur des pilastres le réseau en fils de fer a été remplacé par des étriers placés dans des ouver-

tures faites dans le mur à l'aide d'un perçoir en forme de tube.

Il en suit qu'en employant une quantité comparative petite du fer pour armer, nous pouvons facilement, d'une manière bien simple, augmenter la force portative des piliers fendus et surchargés sans augmenter visiblement leur épaisseur. Ce moyen est à recommander surtout lorsque pour des raisons architectoniques nous ne pouvons pas accroître le diamètre des piliers, ce qui est toujours le cas pour les bâtiments historiques. En plus on peut renforcer ainsi des piliers de différents diamètres sans percer de grandes ouvertures ce qui est essentiel lorsque les murs sont très affaiblis. Les pilastres saillants ne présentent aucune difficulté dans ce cas, car les étriers peuvent être enfoncés dans le mur par de petites ouvertures faites en toute sûreté à l'aide d'un perçoir en forme de tube.