

dr hab. inż. Jacek Korentz, prof. UZ<sup>1\*)</sup>

ORCID: 0000-0002-1521-8681

dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. UZ<sup>1)</sup>

ORCID: 0000-0001-6343-4840

# Skutki nieprawidłowego wzmocnienia filarów w obiekcie zabytkowym

## *Consequences of incorrect strengthening of pillars in a heritage building*

DOI: 10.15199/33.2022.11.22

**Streszczenie.** Jedną z metod wzmocnienia filarów murowanych z cegły było zastosowanie żelbetowej obudowy filara. W artykule przedstawione są negatywne skutki zastosowania takiego rozwiązania na przykładzie filarów w ratuszu w Żarach. Obecnie w żelbetowej obudowie filarów oraz w filarach z cegły i na sklepieniach występują liczne rysy o różnym charakterze, różnej szerokości i długości. Rysy te powstały najczęściej w wyniku działania sił rozciągających towarzyszących ekspansji obudowy żelbetowej filarów spowodowanej korozją zbrojenia.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje murowe; wzmocnienia; stan techniczny.

**Abstract.** One of the method of strenghten the brick pillars was reinforced concrete casing of pillar. This article presents the negative effects of such a solution using the example of the pillars in the Żary Town Hall. Currently, the reinforced concrete casing of the pillars, the brick pillars and the vaults show numerous cracks of different nature, widths and lengths. These cracks have mostly formed as a result of tensile forces accompanying the expansion of the reinforced concrete casing of the pillars caused by corrosion of the reinforcement.

**Keywords:** masonry structures; strengthening; technical condition.

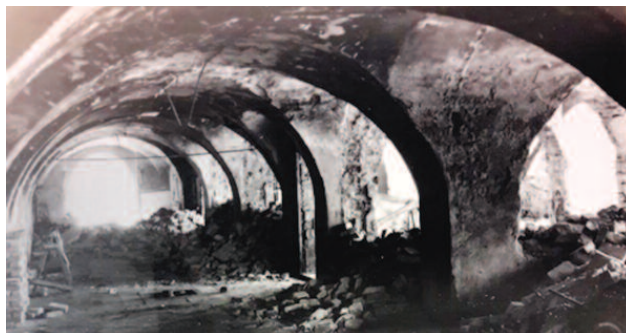
Rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne stosowane w renowacji obiektów zabytkowych powinny być zgodne z wymaganiami norm, a przede wszystkim z doktrynami konserwatorskimi. Przy wzmocnianiu zabytkowych murów wymagany jest niski stopień ingerencji w substancję konstrukcyjną oraz odwracalność procesu aplikacji z jednoczesnym zapewnieniem odpowiedniego przyrostu nośności wzmocnianego elementu [1 – 4]. Filary murowane z cegły często wzmocnia się w sposób nieprawidłowy. Można tu wymienić zastosowanie żelbetowej opaski. W artykule przedstawiono przykład wzmocnienia filarów z cegły opaską żelbetową w obiekcie zabytkowym. Wybór metody wzmocnienia i sposób jego wykonania był bardzo dyskusyjny chociażby ze względów estetycznych, a skuteczność tego wzmocnienia okazała się problematyczna.

### Charakterystyka budynku

Budynek ratusza w Żarach zbudowany w XIV w., kilkakrotnie rozbudowywany (XVI, XVII i XX w.), składa się z kilku części pochodzących z różnych okresów. Skrzydło zachodnie i południowe obiektu jest dwukondygnacyjne, północne i wschodnie czterokondygnacyjne. Pomieszczenie C1, gdzie znajdują się nieprawidłowo wzmocnione filary, usytuowane jest na parterze w środkowej, południowej części ratusza, w tzw. budynku sukiennic. Sukiennice dobudowano do budynku w II połowie XIV w., a w latach 1690 – 1700 wykonane zostały ceglane sklepienia parteru sukiennic oraz drewniany strop na I piętrze [5 – 7]. Z opracowania archiwalnego [7] wynika, że sukiennice były budynkiem niepodpiwniczonym. W latach 1830 – 1860 arkady zostały zamurowane podczas

przebudowy fasad kamieniczek. Na przełomie XIX i XX wieku przebudowane zostały wnętrza budynku oraz zmienione elewacje.

Odbudowa budynku ratusza po zniszczeniach II wojny światowej nastąpiła w latach 1961 – 1966 [5, 7]. Na fotografiach 1 i 2 pokazano stan budynku południowej części ratusza po zniszczeniach wojennych przed przystąpieniem do prac zawiązanych z jego odbudową i rozbudową, a fotografie 3 i 4 ilustrują aktualny stan obiektu. Pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku wszystkie filary murowane zostały obudowane żelbetowymi opaskami. Niestety nie jest znana geneza i przyczyny wykonania tych opasek. Pomieszczenie C1 budynku ratusza (rysunek) jest obecnie użytkowane w celach biurowych i służy do obsługi mieszkańców. Pomieszczenie C1 podzielone jest filarami na dwie nawy i przekryte sklepieniem krzyżowym. Opaski żelbetowe wykonano na wszystkich filarach. Poziom posadzki tego pomieszczenia znajduje się 67 cm poniżej poziomu parteru budynku ratusza, a jednocześnie ok. 20 cm poniżej poziomu terenu rynku.



Fot. 1. Fragment pomieszczenia C1 (stan 1962 r.) [5]  
Photo 1. Fragment of the room C1 (state 1962) [5]

<sup>1)</sup> Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Budownictwa

<sup>\*)</sup> Adres do korespondencji: j.korentz@ib.uz.zgora.pl



Fot. 2. Fragment elewacji południowej (stan 1962 r.) [5]  
Photo 2. Fragment of the south facade (state 1962) [5]

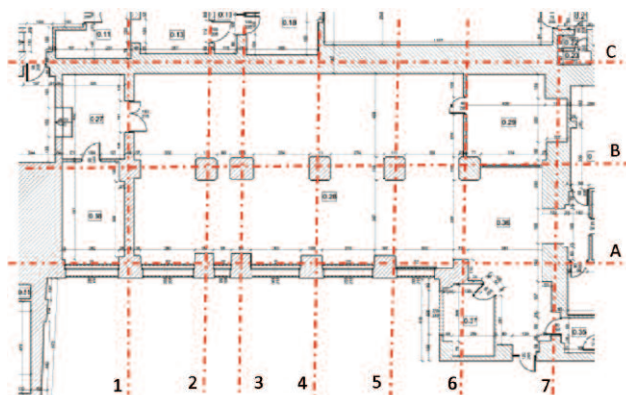


Fot. 3. Elewacja frontowa ratusza w Żarach [8]  
Photo 3. Facade of the Zary Town Hall [8]



Fot. 4. Fragment pomieszczenia C1 – stan aktualny [8]  
Photo 4. Fragment of the room C1 – current state [8]

Ścianę zewnętrzną w osi A stanowi układ filarów ceglanych zwieńczonych łukami odcinkowymi. Wymiary filarów wynoszą 120 x 70 cm, a na filarach znajduje się obudowa żelbetowa o grubości kilkunastu cm i wysokości ok. 1,40 m od poziomu posadzki. Wypełnienie stanowi ściana murowana z cegły, w której znajdują się otwory okienne. Filary i ściany są otynkowane tynkiem gipsowym, a obudowy pokryte tynkiem mozaikowym zawierającym kompozycje gysu. Ściana wewnętrzna w osi C podzielona jest sześcioma blendami o łuku odcinkowym. Jest to ściana północna dawnych sukiennic, któ-



Rzut pomieszczenia C1 budynku ratusza w Żarach [6]  
Plan of room C1 of the Zary Town Hall building [6]

ra zawsze była ścianą ślepą [7]. Grubość ścian jest zróżnicowana (od 46 cm do 140 cm). Ściany są otynkowane tynkiem gipsowym; dodatkowo do wysokości 1,20 m pokryte tynkiem mozaikowym zawierającym kompozycje gysu. Filary w osi B o przekroju 70 x 80 cm każdy są murowane z cegły i obudowane żelbetową opaską do wysokości 1,40 m tworzącą odsadzkę od 8 cm do 35 cm (najczęściej 15 cm) filara murowanego. Obudowy filarów pokryte zostały tynkiem mozaikowym zawierającym kompozycje gysu. Część murowa otynkowana jest tynkiem gipsowym. Wszystkie ściany i filary wykonano z cegły pełnej o wymiarach 264 x 124 x 84 mm [7]. Sklepienia krzyżowe są z cegły pełnej o wymiarach ok. 280 x 124 x 72 mm [7]. Wyprawę sklepień stanowią tynki gipsowe. Nad pomieszczeniem C1 znajduje się strop stalowo-ceramiczny oparty na belkach żelbetowych, z których obciążenie przekazywane jest bezpośrednio na filary ceglane za pośrednictwem słupków żelbetowych. Z materiałów archiwalnych [7] wynika, że pomieszczenie C1 jest niepodpiwniczone.

### Analiza uszkodzeń

W żelbetowej obudowie filarów, filarach z cegły i sklepieniach stwierdzono występowanie licznych rys o różnym charakterze, różnej szerokości i długości, a także zawilgocenie ścian, filarów i sklepień. Ponadto przeprowadzono obliczenia sprawdzające nośność filarów ceglanych i podłoża gruntowego, pozwalające na ocenę stanu bezpieczeństwa użytkowania obiektu. W celu zweryfikowania rozwoju rys w czasie, na wybrane rysy założono szczelinomierze, pozwalające na monitorowanie ich szerokości. W dniu montażu szczelinomierzy szerokość rys wynosiła  $0,3 \div 1,6$  [8]. Następnie dokonano odczytów pomiaru szerokości rys cztery razy w miesięcznym odstępie. Uzyskane wyniki pomiarów szerokości rys w czasie pokazały, że nie ulegały one zmianom w analizowanym okresie.

Na wyprawach gipsowych filarów i sklepień widoczne są ślady zawilgocenia w postaci plam i wykwitów. Niemal wszystkie filary wykazują ślady zawilgocenia. Stopień zawilgocenia zbadano urządzeniem do pomiaru wilgotności na wyprawach tynkarskich VOLTcraft MF-100. Pomiar zawilgocenia ścian, filarów i sklepień wykonano czterokrotnie w 72 punktach pomiarowych [8], w tych samych terminach, w których dokonywano obserwacji szczelinomierzy.

Największe uszkodzenia stwierdzono w żelbetowych obudowach filarów ceglanych (fotografia 5). W obudowach występują pionowe rysy o bardzo dużej rozwartości – od kilku do nawet kilkunastu milimetrów. Jednocześnie, w większości filarów ceglanych, powyżej obudów żelbetowych rys nie ma, a jeżeli są, to ich szerokość jest bardzo mała (nie przekracza 1 mm). Oznacza to, że przyczyną powstania szerokich rys w obudowach są warunki występujące wewnątrz obudów. Natomiast nie są one z pewnością wynikiem przeciążenia słupów, ponieważ wówczas w filarach musiałyby być pionowe rysy o takiej samej szerokości.



Fot. 5. Uszkodzenia opasek żelbetowych [8]  
Photo 5. Damage to reinforced concrete bands [8]

Szerokość rys w wyprawach gipsowych filarów i sklepień jest bardzo mała. Ponadto nie ulegała ona zmianom w analizowanym okresie. Rysy te powstały najczęściej w wyniku działania sił rozciągających towarzyszących ekspansji obudowy żelbetowej filarów, spowodowanej korozją zbrojenia.

Pomierzony stopień zawilgocenia, wyrażony wilgotnością masową, zmieniał się następująco: filary – do 8%; sklepienia – do 5%, ściana wewnętrzna – poniżej 3%. Wyniki pomiarów wilgotności filarów pokrywają się z wynikami oględzin stanu zawilgocenia. Stwierdzone zawilgocenie ścian, filarów i sklepień jest efektem braku izolacji przeciwwilgociowej zarówno poziomej, jak i pionowej w budynku. Plamy i wykwitły w wyprawach gipsowych powstały w wyniku kapilarnego podciągania wody. Nadmienić należy, że odparowanie wody z filarów było utrudnione przez nieprzepuszczalną warstwę tynku mozaikowego. Największą wilgotność pomierzono w tynku gipsowym w bezpośrednim sąsiedztwie tego tynku. W miarę oddalania się od tynku mozaikowego wilgotność tynku gipsowego malała.

Przeprowadzone obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykazały, że nośność filarów ceglanych jest wystarczająca. Zapas nośności przyjętych klas elementu murowego i zaprawy wynosi ok. 67% [8]. Nośność podłoża gruntowego jest również wystarczająca przy założeniu posadowienia filarów bezpośrednio na podłożu gruntowym na poziomie -2,00 m poniżej poziomu terenu i posadowieniu filarów z uwzględnieniem obudów żelbetowych na poziomie -1,0 m poniżej poziomu terenu.

## Podsumowanie

Głównym czynnikiem destrukcyjnym, który spowodował stwierdzone uszkodzenia elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych w pomieszczeniu C1, jest woda podciągana kapilarnie z gruntu, a także woda z opadów atmosferycznych wnikająca w ściany zewnętrzne budynku. Jest to spowodowane brakiem izolacji przeciwwilgociowych części podziemnej budynku, sposobem odprowadzania wód opadowych po modernizacji nawierzchni rynku i ulic przyległych, a także uszkodzeniami lub zniszczeniem najprawdopodobniej istniejącego wcześniej drenażu wokół budynku.

**Aktualny stan techniczny elementów murowanych ścian, filarów i sklepień pomieszczenia C1 nie zagraża bezpieczeństwu użytkowania tego pomieszczenia i całego budynku.** Obudowy żelbetowe filarów ceglanych mogą być usunięte pod warunkiem spełnienia określonych wymagań i zaleceń. Usunięcie obudów filarów musi być poprzedzone wcześniejszym przeprowadzeniem dodatkowych badań geotechnicznych gruntu oraz określeniem sposobu podparcia filarów ceglanych i poziomu ich posadowienia.

**Przyczyną uszkodzeń i zarysowania żelbetowych obudów filarów jest korozja prętów zbrojenia,** będąca efektem dużego zawilgocenia filarów i obudów oraz znacznego obniżenia odczynu pH betonu, który w otulinie zbrojenia wynosił 7. Poniżej  $\text{pH} = 9,5$  rozpoczyna się korozja stali zbrojeniowej. Objętość produktów korozji jest kilkakrotnie większa niż materiału wyjściowego. Powoduje to wzrost naprężeń rozciągających w otulinie, czego efektem jest zarysowanie powierzchni elementu, a w konsekwencji przyspieszenie procesu degradacji prętów zbrojenia i betonu. Tak więc produkty korozji prętów zbrojeniowych spowodowały zarysowanie i uszkodzenia obudowy żelbetowej.

## Literatura

- [1] Drobiec Ł. Renowacje konstrukcji obiektów zabytkowych. Archmedia Grażyna Gałka, 2019.
- [2] Jasięko J, Kadłuczka A. Brunelleschi Dome in Florence: selected structural, static, and conservational aspects. Journal of Heritage Conservation. 2021; 66: 182 – 194.
- [3] Wójcik D, Raszczuk KA, Jasięko J. Failure modes of masonry pillars strengthened with PBO fibres. Key Engineering Materials. 2022; 916: 305 – 312.
- [4] Wójcik D, Raszczuk KA, Jasięko J, Kadłuczka A. Theoretical analysis of static behavior of masonry pillars with geometric imperfections. WiadomościKonservatorskie = Journal of Heritage Conservation. 2021; 68S: 72 – 82.
- [5] Karta Zabytków Architektury i Budownictwa – Ratusz Żary.
- [6] Inwentaryzacja budynku Urzędu Miasta Żary ul. Rynek 1-5. Projekt-Bud Andrzej Wesoły, Żary, grudzień 2015.
- [7] Ratusz w Żarach powiat żarski woj. zielonogórskie oprac. Krystyna Kroman, P. P. Pracownia Konserwacji Zabytków Pracownia Dokumentacji Zabytków, Szczecin 1962 r. (Archiwum Lubuskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Zielonej Górze).
- [8] Ekspertyza techniczna „Ocena stanu technicznego filarów i sklepień w pomieszczeniu C1 budynku Urzędu Miejskiego w Żarach” Nowogońska B., Korentz J., Dankowski M., Zielona Góra 2018.

Przyjęto do druku: 26.09.2022 r.