

Wybrana problematyka konstrukcyjna obiektu zabytkowego przywracanego do użytkowania

Dr inż. Jacek Ślusarczyk, Politechnika Świętokrzyska, dr inż. Paweł Woźniak, Ekotechnika, Techniczne Biuro Budowlane

1. Wprowadzenie

Wydłużenie czasu eksploatacji każdego budynku sprzyja naturalnym zjawiskom destrukcji elementów wykończeniowych czy konstrukcyjnych. Najdłuższe okresy, jakie upłynęły od wzniesienia obiektu posiadają dzieła dawnej sztuki budowlanej, chronione z mocy prawa. Bezpieczeństwo ich konstrukcji niejednokrotnie wymaga wykonania wielu złożonych działań [1], [2], [3]. Tym trudniejszych, że z założenia dokonywane zmiany w „pierwotnej materii” należy ograniczyć do niezbędnych. Przywracanie zabytku do użytkowania, w zależności między innymi od rangi historycznej i zakładanej współczesnej funkcji, może wiązać się nie tylko z naprawą czy rekonstrukcją, ale nawet przebudową. Roboty realizuje się na podstawie zatwierdzonego projektu konstrukcyjnego. Rozwiązania w nim zawarte są uwarunkowane zarówno wytycznymi ekspertyzy stanu technicznego [4], jak również zaleceniami i uzgodnieniami konserwatorskimi. Wybrane zagadnienia konstrukcyjne omówiono na stosownym przykładzie przywracanej do użytkowania części zespołu klasztorowego z projektowaną funkcją hotelowo-turystyczną.

2. Krótka charakterystyka obiektu

Na XVII-wieczny zespół klasztorny składają się trzy skrzydła rozmieszczone na planie litery U, zamknięte od strony północnej bryłą kościoła. Przedmiotem prezentowanej analizy są wyłączone z użytkowania skrzydła zachodnie (rys. 1) i południowe (rys. 2) powiązane konstrukcyjnie, które łącznie będą również nazywane budynkiem. Wymiary skrzydeł w rzucie poziomym wynoszą odpowiednio 41,8 x 11,2 m i 14,4 x 13,2 m. Skrzydło zachodnie stanowiło pierwotnie część mieszkalną określaną mianem klasztoru. Natomiast w południowym był refektarz ze znajdującą się nad nim biblioteką. Wysokość od poziomu posadzki parteru do kalenicy skrzydła południowego wynosi 18,4 m.

W klasztorze wyróżnia się dwa trakty: węższy, komunikacyjny od strony wirydarza oraz szerszy, zewnętrzny

z pomieszczeniami użytkowymi. Trakt użytkowy został podzielony ścianami poprzecznymi w sposób dość regularny na prostokątne cele zakonne o wymiarach rzędu 3,0 x 5,8 m. Wnętrza niektórych łączono przejściami. Klasztor zbudowano jako trzykondygnacyjny z pełnym podpiwniczeniem. Przegrody poziome wykonywano w formie sklepień ceglanych kolebkowych bądź klasz-



Rys. 1. Widok skrzydła zachodniego



Rys. 2. Widok ściany południowej skrzydła zachodniego oraz frontu skrzydła południowego



Rys. 3. Konstrukcja traktu komunikacyjnego skrzydła południowego



Rys. 4. Otwory w sklepieniach kondygnacji piwnicznej w skrzydle zachodnim

tornych o pracy rozporowej. Pierwotnie, strop nad trzecią kondygnacją – ze względów statycznych – był drewniany i pełnił istotną funkcję w przenoszeniu obciążeń poziomych od więźby.

W skrzydle południowym, częściowo podpiwniczonym, powtórzono układ dwóch traktów, różnicując w nich liczbę kondygnacji. Pierwotnie nadziemna część użytkowa miała ich wyłącznie dwie, ze stropami drewnianymi. Przyziemie o wysokości około 6,5 m pełniło funkcję refektarza, a piętro biblioteki. Natomiast trakt komunikacyjny pozostawiono od strony wirydarza jako trzykondygnacyjny, o rozwiązaniach powtórzonych z klasztoru (rys. 3).

Budynek ma mieszany układ ścian konstrukcyjnych. Mury, poza partiami fundamentowymi, wykonano z cegły o wymiarach 28 x 13 x 6,5 cm na zaprawie wapiennej, o grubościach od 0,7 do 1,1 m. Natomiast przy budowie ścian piwnicznych pogrubionych do 1,2 m, ale i miejscami nawet do ponad 2,0 m, używano także nieobrobionych otoczków morenowych.

3. Analiza uszkodzeń i stanu zachowania murów z oceną ich bezpieczeństwa

Uszkodzenia konstrukcji murowych są zawsze wynikiem występowania różnego rodzaju procesów destrukcyjnych związanych z istnieniem, eksploatacją i starzeniem. Pojęcie muru jest tu używane w najszerszym tego słowa znaczeniu, obejmując również sklepienia.

Poszczególne partie murów poddano wszechstronnym badaniom [1], [5], [6] mającym na celu ustalenie:

- pęknięć, rys, ich szerokości i propagacji, zwięzłości oraz miejsc występowania,
- zmian geometrii obejmujących deformacje, wychylenia, obroty itp.,
- przyczyn istniejących uszkodzeń,
- warunków i sposobu pierwotnego użytkowania oraz wprowadzonych zmian,
- grubości, jednorodności, usztywnień, podparć, wzajemnych powiązań,

- prawidłowości wiązania elementów murowych,
- parametrów fizyko-mechanicznych wyłącznie pod względem jakościowym (badanie poprzez zarysowanie, opukiwanie itp.).

Przyczyny zbadanych uszkodzeń nie wynikają z naturalnego starzenia materiałów. Były inicjowane przede wszystkim działaniami ludzkimi poprzez nieprzestrzeganie warunków normalnej eksploatacji.

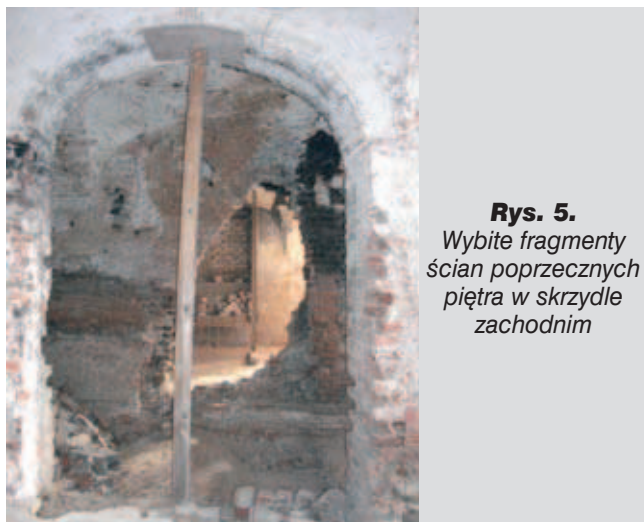
Ogłędziny frontowej ściany skrzydła południowego pozwalają zauważyć stabilizowanie jej masywnymi przyporami (rys. 2). Wzmocnienie to wynikało ze zmiany sposobu użytkowania refektarza i biblioteki. Ich wnętrza po wbudowaniu dodatkowych stropów drewnianych służyły jako magazyn do składowania jak największej ilości ziarna.

Ubytek górnego narożnika południowo-zachodniego wraz z częścią ściany południowej (rys. 2) jest następstwem uwolnienia rozporu z destabilizowanej wycięciem belek stropowych nieistniejącej już więźby.

Proces rysowania i pęknięcia murów jest wynikiem współcześnie zaistniałego, lokalnego osiadania fundamentów naroża południowo-zachodniego. Zabezpieczenie wymagało wykonania tymczasowego stemplowania ścian (rys. 1, 2). Dodatkowo konstrukcję ustabilizowano w poziomie stropów ściągamymi stalowymi spinającymi wzajemnie ściany zewnętrzne skrzydła zachodniego.

W celu rozpoznania przyczyn nierównomiernego osiadania, przeprowadzono niezbędne badania geotechniczne. W ich wyniku ustalono zaleganie w podłożu gruntowym trzeciorzędowych ilów o konsystencji twardoplastycznej o korzystnych parametrach wytrzymałościowych. Jednakże ility należą do gruntów średnio, silnie i bardzo silnie pęczniących, normalnie aktywnych. Za najbardziej prawdopodobną przyczynę nierównomiernego osiadania uznano wywoływanie zmian stosunków gruntowo-wodnych, działaniem wód opadowych.

W sklepieniach skrzydła zachodniego naroża południowo-zachodniego stwierdzono występowanie dużych pęknięć i zarysowań. Stwierdzono również skutki działań dewastacyjnych polegające nawet na wyburzaniu nie-



Rys. 5.
Wybite fragmenty ścian poprzecznych piętra w skrzydle zachodnim

których sklepień lub ich otworowaniu (rys. 4). Oględziny ścian również ujawniają miejscowe ubytki oraz wybite fragmenty ścian poprzecznych (rys. 5). Istnieją również przemurowania w związku ze zmianami funkcjonalnymi podczas długoletniego użytkowania budynku.

Stan techniczny elementów murowych i zaprawy ustalano w wielu różnych miejscach murów. Niepokojących zmian wyglądu cegły czy spoiwa wskazujących na nadmierną utratę pierwotnych właściwości nie zaobserwowano. Wobec tego, badania laboratoryjne ww. materiałów nie były przeprowadzane.

Istniejące zarysowania, spękania, ubytki konstrukcji ścian, łęków, sklepień doprowadziły do istotnej zmiany sztywności budynku. Jednak zbadany stan oceniono na stabilny, właściwie tymczasowo zabezpieczony przed rozprzestrzenianiem uszkodzeń, niegrozący zawaleniem fragmentów ścian czy sklepień.

Ukształtowanie konstrukcji do przeniesienia pierwotnie działających obciążeń oceniono jako zapewniające znaczne rezerwy nośności. Masywność murów wynikała z niemniej ważnych funkcji typu izolowania, wydzielenia czy chociażby nadawania odpowiedniego wyglądu. W czasach powstawania obiektu, mury „zwymiarowano” pod względem geometrycznym, nie korzystając z współczesnych analitycznych warunków nośności. Długoletnia i nie zawsze właściwa eksploatacja nie wpłynęła szczególnie na pogorszenie właściwości samych elementów murowych czy też zaprawy wapiennej. Pozwoliło to ogólnie ocenić istniejący stan techniczny murów na zadowalający.

Obliczeniowa ocena nośności murów obiektów historycznych uzależniona jest od zebrania wielu wiarygodnych danych. Dla murów ceglanych analityczne obliczenia są możliwe po przeprowadzeniu laboratoryjnych badań odwiertów rdzeniowych [7]. W praktyce tak skrupulatnych ocen dokonuje się jedynie prowadząc analizy numeryczne w skomplikowanych sytuacjach najwyższej rangi [3].

Pozytywną ocenę przydatności murów pod względem statyczno-wytrzymałościowym uzyskano wyłącznie

na podstawie szacowania obciążeń wraz z oceną istniejącego oraz zakładanego polepszonego stanu technicznego poszczególnych partii murów. Zakładane oddziaływania przy planowanych funkcjach użytkowych nie będą szczególnie odbiegać od już zaistniałych w przeszłości. Projektowane naprawy, przebudowy i wzmocnienia mają na względzie nie tylko przywrócenie budynku do użytkowania, ale też uzyskanie korzystniejszych warunków pracy konstrukcji.

4. Naprawy, przebudowy i wzmocnienia

Zakres i charakter zaprojektowanych prac konstrukcyjnych uzależniony był od wielu czynników, z których najważniejszymi były:

- uwarunkowania konserwatorskie,
 - stan techniczny wyodrębnionych partii murów,
 - projektowany program użytkowy,
 - uwarunkowania ekonomiczne rozwiązań technicznych.
- Z konstrukcyjnego punktu widzenia, najważniejsze było zwiększenie sztywności przestrzennej oraz poprawienie stanu naprężenia w przekrojach niebezpiecznych.



Rys. 6. *Podbicie ścian fundamentowych z przygotowanym zbrojeniem płyty dennej i pionowym, startowym ścian skrzywni żelbetowej*



Rys. 7. *Uzupelnione ubytki konstrukcji łęku i sklepienia*



Rys. 8. Odtwarzanie sklepienia zespolonego z wierzchnią płytą żelbetową

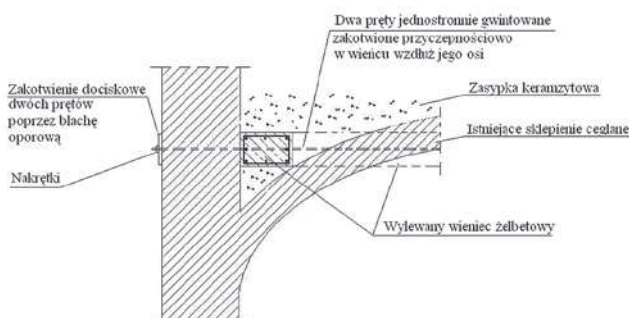
Za najbardziej racjonalne przyjęto ogólnie znane zabiegi techniczne polegające na:

- tradycyjnym rozbieraniu i przemurowywaniu uszkodzonych fragmentów murów oraz uzupełnianiu istniejących ubytków,
- wprowadzeniu w ściśle określonych miejscach stałych stężeń poziomych w postaci ściągów stalowych bądź sztywnych żelbetowych,
- zastosowaniu zwieńczenia korony murów żelbetowym stropem krzyżowo zbrojonym.

Odrębne zagadnienie stanowiło miejscowe wprowadzanie zupełnie nowych elementów konstrukcyjnych związanych z adaptacją do określonych funkcji użytkowych, przykładowo podbicie fundamentów.

Prace rozpoczęto od zabezpieczania i odgruzowywania. Niektóre z prowadzonych robót konstrukcyjnych z użyciem cegły, betonu [8],[9] i stali zostaną krótko przybliżone.

Obniżenie poziomu posadzki niektórych piwnic uzyskano łącząc podbicie ścian fundamentowych z zagłębioną skrzynią żelbetową. Podbijanie polegało na odcinkowym podbetonowywaniu w szalunkach. Kolejność i tempo prac wynikało z wyeliminowania możliwości tąpnięcia czy osiadania. Ostatecznym etapem było powiększenie nośności podbicia oraz gruntu w poziomie posadowienia poprzez dobetonowanie, obustronnie krzyżowo zbrojonej skrzyni żelbetowej (rys. 6).



Rys. 9. Zamknięty, żelbetowy wieniec jako sztywny ściąg

Naprawę uszkodzonych oraz zarysowanych fragmentów ścian ceglanych prowadzono stosując wyselekcjonowane elementy murowe pochodzące z odzysku bądź wyprodukowane współcześnie. Właściwości zaprawy wapienno-cementowej i współczesnych cegieł starano się dobrać z dopasowaniem do odkształcalności pierwotnych materiałów. Ubytki starano się nie tylko wypełniać, ale stosować wiązanie z istniejącym murem, w celu stworzenia jak najlepszych warunków współpracy (rys. 7). Na podobnych zasadach postępowano usuwając uszkodzenia sklepień. Niektóre ze sklepień wymagających odtworzenia wykonywano zespalając je z wierzchnią płytą żelbetową opartą na ścianach (rys. 8).

W wytypowanych, istniejących sklepieniach skrzydła zachodniego zaprojektowano wykonanie dodatkowych ściągów. Tworzą je mało odkształcalne wieńce żelbetowe składające się z czterech prostych odcinków wykonanych na zasypcie keramzytowej (rys. 9) w pachach sklepienia. Włączenie ich do współpracy odbywa się dzięki osiowym przedłużeniom za ścianę, prostych odcinków wieńca co najmniej parą prętów gwintowanych. Wstępne wywołanie sił osiowych poszczególnych odcinków zaprojektowano poprzez dokręcanie nakrętek dociskających blachy oporowe do zewnętrznej powierzchni muru.

5. Podsumowanie

Przywracanie części XVII-wiecznego zespołu klasztornego do użytkowania wymagało postępowania zgodnego z zasadami traktowania obiektów zabytkowych. Interwencja konstrukcyjna wiąże się z przeprowadzeniem szerokiego zakresu prac diagnostycznych, inwentaryzacyjnych, projektowych i wykonawczych.

Stosunkowo prosty przykład uszkodzonych murów wystarczająco ujawnia, z jak wymagającą wiedzą i doświadczenia problematyką konstrukcyjną spotykamy się w obiekcie zabytkowym. Naprawy, przebudowy czy wzmocnienia każdorazowo są rozwiązywane indywidualnie, ale ogólne zasady postępowania pozostają niezmiennie.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Janowski Z., Diagnostyka, naprawy i rekonstrukcje obiektów murowych. XIX Konferencja Naukowo-Techniczna Szczecin – Międzyzdroje 2001
- [2] Bednarz Ł., Metody wzmocnienia zabytkowych, zakrzywionych konstrukcji ceglanych. Wiadomości Konserwatorskie 14/2003
- [3] Jasieńko J., Łodygowski T., Rapp P., Naprawa, konserwacja i wzmocnianie wybranych, zabytkowych konstrukcji ceglanych. DWE, Wrocław 2006
- [4] Czapliński K., Gawron K., O ekspertyzach dotyczących budowlanych obiektów zabytkowych. Przegląd Budowlany, 4/2011
- [5] Małyško L., Orłowicz R., Konstrukcje murowe. Zarysowania i naprawy. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2000
- [6] Runkiewicz L., Błędy i uszkodzenia budowlane oraz ich usuwanie. Praca zbiorowa. Wydawnictwo WEKA, Warszawa 2001
- [7] Gruszczyński M., Matysek P., Ocena wytrzymałości murów ceglanych na podstawie badań odwiertów rdzeniowych. Czasopismo Techniczne 3-B/2011
- [8] Bereza W., Zastosowanie odciążających płyt dennyh w obiektach istniejących. Czasopismo Techniczne 4-A/2007
- [9] Janowski Z., Beton monolityczny w renowacji obiektów zabytkowych. Czasopismo Techniczne 3-B/2011