

# Przyczyny oraz sposób naprawy uszkodzonych budynków o konstrukcji murowej

Dr inż. Piotr Bogacz, dr inż. Stefan Dominikowski, dr inż. Jacek Zabielski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## 1. Wprowadzenie

Celem artykułu jest przedstawienie praktycznych aspektów opracowania programu naprawczego uszkodzonych budynków na przykładzie dwóch obiektów mieszkalnych wielorodzinnych oraz określenie przyczyn powstawania tych uszkodzeń. W trakcie kilkukrotnej wizji lokalnej, po dokonaniu odkrywek, ujawniono błędne rozwiązania projektowe oraz wykonawcze, które przyczyniły się do silnego zarysowania ścian zewnętrznych na całej wysokości. Przyjęto rozwiązania zapobiegające postępującemu mechanizmowi rozwarcia rys oraz dokonano wyboru optymalnego zabezpieczenia budynku.

## 2. Budynek mieszkalny wielorodzinny – Olsztyn

### 2.1. Lokalizacja obiektu

Budynek został wybudowany przed II Wojną Światową i jest zlokalizowany przy ul. Sienkiewicza w Olsztynie. Prawdopodobnie w wyniku zniszczeń wojennych budynek został odbudowany po wojnie. Ulica Sienkiewicza do roku 1945 nosiła nazwę Sandgasse (Zaułek Piaska). Ulica znajduje się w południowej części osiedla Zatorze. Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest na działce nr 20/132 obręb Olsztyn (rys. 1).



**Rys. 1.** Lokalizacja budynku w pierzei przy ul. Sienkiewicza w Olsztynie (źródło: Zasób geodezyjny m. Olsztyn)

Jest to ostatni budynek w zabudowie szeregowej położony około 75 m w linii prostej od linii kolejowej. Budynek znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej oraz jest wpisany do rejestru zabytków

### 2.2. Konstrukcja obiektu

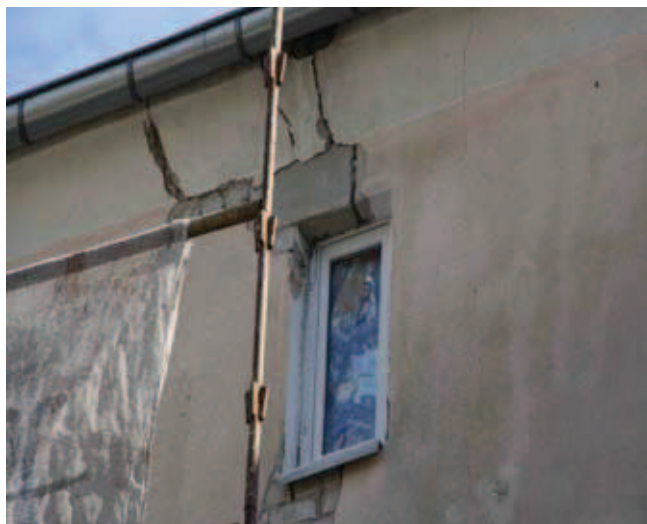
Układ konstrukcyjny budynku – poprzeczny. Obiekt czterokondygnacyjny, w całości podpiwniczony. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne murowane – głównie z cegły silikatowo-wapiennej na zaprawie. Ściany wewnętrzne konstrukcyjne oraz wewnętrzne działowe wykonane z cegły ceramicznej pełnej i dziurawki na zaprawie. Strop nad częścią piwniczną odcinkowy, typu Kleina. Konstrukcja dachu drewniana, krokwiowo-jętkowa, pokrycie dachowe stanowi dachówka karpiówka ceramiczna w koronkę (pokrycie w chwili dokonywania oceny stanu technicznego po remoncie). Schody na klatce schodowej żelbetowe, wylewane, oparte na ścianach wewnętrznych konstrukcyjnych.

### 2.3. Stan techniczny obiektu i hipoteza uszkodzeń

Niepokój właścicieli budynku zaczęły budzić wyraźne, długie (na całej wysokości), poszerzające się rysy wszystkich z trzech ścian zewnętrznych. Rysy rozpoczynały się



**Rys. 2.** Uzupelnienie muru cegłą bez przewiązki

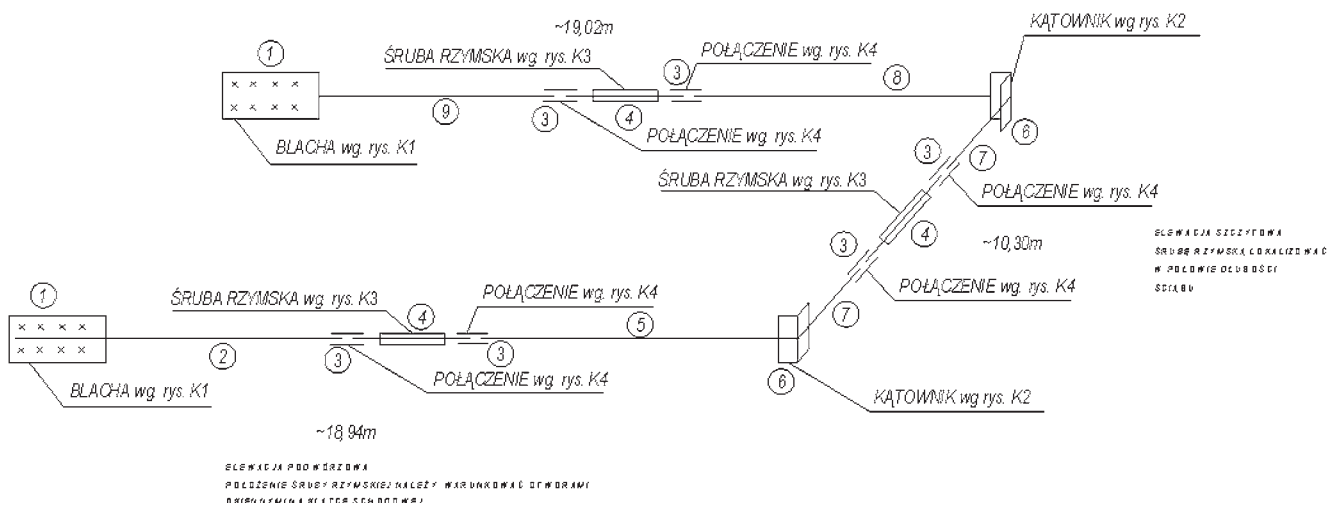


Rys. 3. Nadproże otworu okiennego

od nadproża otworu okiennego w piwnicy i biegły przez całą wysokość budynku między otworami okiennymi, aż do okapu budynku. Szerokość rys wahała się od 2 do 5 mm. Powołany zespół podczas pierwszej oceny dokonał dokładnej analizy stanu technicznego obiektu oraz rozpoznał jego konstrukcję. Jako wstępną hipotezę pogarszającego się stanu technicznego obiektu wskazano brak zwieńczenia obiektu. Wieniec z definicji jest belką żelbetową lub stalową, której zadaniem jest przeciwdziałanie siłom rozwarstwiającym działającym na konstrukcję murową obiektu [1]. W tym konkretnym przypadku siły działały w kierunku wolno stojącej ściany szczytowej budynku. Stwierdzono również, że charakter pęknięć jest konstrukcyjny i należy dokonać bardziej wnikliwej analizy stanu zachowania konstrukcji murowej po dokonaniu odkrywek. Ustalono, że odkryte zostaną fragmenty miejsc biegnące wzdłuż niektórych, wyselekcjonowanych rys.

Po wykonaniu odkrywek, polegających na skuciu tynku zewnętrznego i odstonięciu konstrukcji murowej, stwierdzono kilka rażących błędów projektowych i wykonawczych popełnionych w trakcie prowadzonych wcześniej prac remontowych. Budynek ten w latach 70. XX wieku został poddany remontowi, w wyniku którego zmianie uległ nieco rozkład funkcjonalny lokali oraz wyposażono lokale w pomieszczenia higieniczno-sanitarne. W tym samym czasie strych nieużytkowy został w połowie zaadaptowany na lokal mieszkalny. W trakcie przebudowy obiektu zmniejszono okna w adaptowanych na łazienki pomieszczeniach. Zamurowanie otworów wykonano niezgodnie ze sztuką budowlaną – bez wykonania przewiązek między istniejącą konstrukcją a wypełnieniem (rys. 2). W skrajnych przypadkach cztery, a nawet pięć rzędów cegieł były układane bez przewiązki, co spotęgowało efekt zarysowania w pewnych obszarach. Najbardziej jednak niebezpiecznym rozwiązaniem było zastosowanie nietypowego nadproża nad wykutym otworem okiennym w części adaptowanej strychu. Zgodnie ze sztuką budowlaną przy wykonywanych otworach stosuje się belki, które będą przenosiły ciężar konstrukcji znajdującej się powyżej otworu. W tym przypadku funkcję nadproża pełniły dwa bloczki z betonu komórkowego, których spoina przebiegała w około połowie szerokości otworu okiennego – czyli tam, gdzie zgodnie ze statyką belek wartość momentu zginającego jest największa (rys. 3).

Dodatkowo czynnikiem degradującym i tak już naruszoną konstrukcję jest bliskość linii kolejowej Olsztyn Główny – Olsztyn Zachodni. Jest to intensywnie wykorzystywana linia kolejowa, która za przystankiem Olsztyn Zachodni rozgałęzia się na trzy szlaki kolejowe: do Warszawy, do Ławy Głównej oraz Gdańska. Warto zauważyć, że w okresie pojawienia się zarysowań w bezpośrednim sąsiedztwie obiektu nie były prowadzone prace budowlane z użyciem ciężkiego sprzętu.



Rys. 4. Szkic zrealizowanego wzmocnienia budynku



#### 2.4. Przyjęcie optymalnego sposobu naprawy budynku

W związku z charakterem uszkodzeń budynku stwierdzono, że wymaga on zwieńczenia, które będzie zapobiegało poszerzaniu rys. Rozważano różne sposoby zabezpieczenia: od wykonania wieńca żelbetowego, poprzez sklejenie rys i zszywanie budynku prętami metodą Helifix oraz wykonanie ściągów stalowych na wysokości wszystkich stropów, obejmujących cały obrys ścian zewnętrznych. Ze względu na zabytkowy charakter budynku oraz ze względu na lokalizację i zakres koniecznych do wykonania prac niemożliwe okazało się wykonanie wieńca żelbetowego. Do realizacji przyjęto wariant z wykonaniem ściągów stalowych na wysokości stropów powyżej poziomu parteru. Ściąg zostały zaprojektowane z prętów  $\varnothing 30$  i stali S355. Problematiczne rozwiązanie mocowania ściągu od strony sąsiedniego, stykającego się ścianą konstrukcyjną wewnętrzną budynku wykonano poprzez blachę stalową  $330 \times 600 \times 16$  mm, wklejoną w konstrukcję murową przy użyciu 8 kotew chemicznych marki Hilti na klej HY-150 o średnicy  $\varnothing 20$  i głębokości min. 270 mm (rys. 4). Każdy ściąg został wyposażony w trzy (na każdej ścianie zewnętrznej) śruby rzymskie wg. DIN 1480 służące regulacji naciągu. W zaleceniach wpisano, że naciąg należy sprawdzać minimum raz w roku. Po zakończeniu prac związanych ze wzmocnieniem budynku przeprowadzono prace konserwatorskie na elewacji zgodnie z zaleceniami konserwatora zabytków.

### 3. Budynek mieszkalny wielorodzinny – Cieszymowo, gm. Mikołajki Pomorskie

#### 3.1. Lokalizacja obiektu

Budynek został po II wojnie światowej i jest zlokalizowany na działce nr 96/6, gm. Mikołajki Pomorskie. Jest to budynek wolno stojący w całości podpiwniczony.

#### 3.2. Konstrukcja obiektu

Układ konstrukcyjny budynku – poprzeczny. Budynek na kształcie prostokąta o boku  $11,00 \times 11,50$  m, w całości podpiwniczony. Fundamenty wykonane jako kamienne i ceglano-kamienne. Ściany fundamentowe zewnętrzne wykonane z kamienia oraz cegły i kamienia, ściany wewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie. Strop nad piwnicą odcinkowy, typu Kleina. Powyżej parteru stropy drewniane. Ściany zewnętrzne nadziemne wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie. Ściany działowe wykonane z cegły ceramicznej pełnej i dziurawki na zaprawie. Dach o konstrukcji drewnianej, wykonany z dźwigarów deskowych, w całości (rok 2015) kryty płytami cementowo-azbestowymi falistymi (eternit). Budynek nie podlega ochronie konserwatorskiej ani nie jest wpisany do rejestru zabytków.

#### 3.3. Stan techniczny obiektu i hipoteza uszkodzeń

W przypadku tego obiektu charakter spękań był podobny jak w przypadku budynku w Olsztynie – przechodził przez całą wysokość obiektu, głównie między



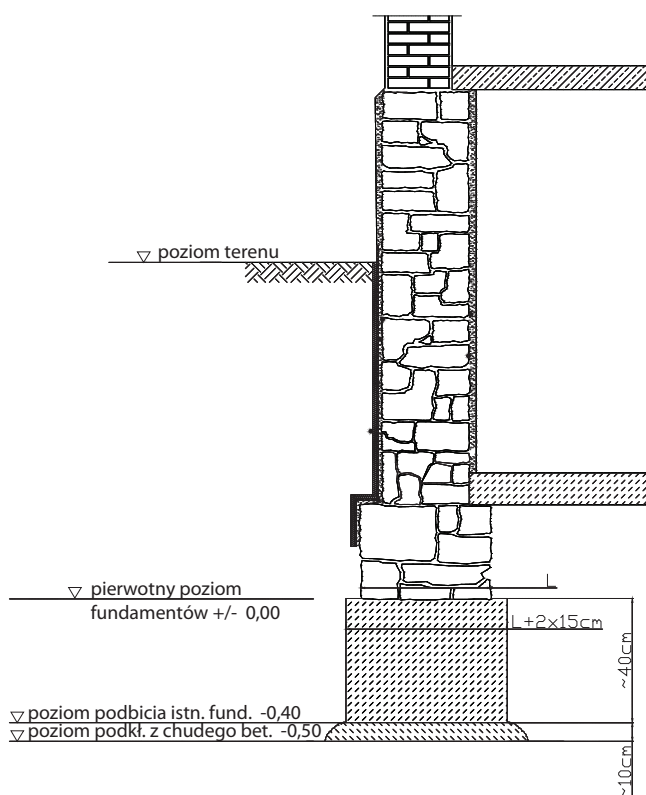
Rys. 5. Uszkodzenia konstrukcji ścian piwnicznych



Rys. 6. Uszkodzenia konstrukcji ściany piwnicznej w miejscu przyłącza kanalizacyjnego

nadprożem i podokiennikiem. Szerokość zarysowania znacznie mniejsza – w skrajnych przypadkach maksymalnie 2 mm. W trakcie oceny stanu technicznego obiektu dokonano wnikliwej analizy stanu zachowania konstrukcji. Wstępnie założono, że genezą zarysowania konstrukcji murowej jest zły stan fundamentów. Podczas oceny stwierdzono, że stan fundamentów jest bardzo zły, wręcz awaryjny. Część fundamentów wykonana jest z drobnych kamieni typu otoczak, na zaprawie. Długotrwałe utrzymujący się wysoki poziom zawilgocenia w budynku, spowodowany złym stanem izolacji pionowej ścian piwnic oraz praktycznym brakiem izolacji poziomej posadzek spowodował degradację zaprawy. W rezultacie w wielu miejscach nastąpiło rozluźnienie konstrukcji ścian fundamentowych, co w spowodowało zarysowanie ścian zewnętrznych (rys. 5).

Dodatkowo w trakcie prac związanych z wykonywaniem przyłącza kanalizacyjnego do budynku (prawdopodobnie metodą przecisku) zawaleniu uległ fragment ściany fundamentowej przy klatce schodowej, przy wejściu do budynku. To dodatkowo zmieniło charakter pracy konstrukcji pozostałych fundamentów oraz ich przeciążenie i dodatkowe osiadanie (rys. 6). Dodatkowo, jak w przypadku budynku w Olsztynie, obiekt nie miał wieńców żelbetowych, które zabezpieczyłyby konstrukcję



**Rys. 7.** Zaproponowany sposób podbicia fundamentów

przed rozwarstwieniem w kierunku poprzecznym. Warto nadmienić, że budynek ten leży w bezpośredniej bliskości drogi lokalnej.

### 3.4. Przyjęcie optymalnego sposobu naprawy budynku

Charakter zarysowań oraz stan techniczny fundamentów skłoniły do wyboru optymalnego nie tylko pod względem ekonomicznym, ale również technicznym rozwiązania zabezpieczającego budynek. Podobnie jak w przypadku budynku w Olsztynie rozważano wykonanie wieńców żelbetonowych na wysokości stropów. Rozpatrywano również sklejenie rys przy użyciu prętów stalowych, żebrowanych oraz wzmocnienie fundamentów poprzez ich podbicie wraz uzupełnieniem uszkodzonych ścian fundamentowych jako ceglane. W rezultacie przyjęto rozwiązanie polegające na podbiciu fundamentów (rys. 7) oraz sklejenie rys prętami wklejanymi w spoinę konstrukcji murowej. Podbicie fundamentów zaprojektowano z betonu klasy minimum C20/25 z poziomem -50 cm poniżej dolnej krawędzi pierwotnej łąwy fundamentowej. Podbicie należało wykonać na minimum 10 cm warstwie chudego betonu klasy C8/10. Zgodnie z zasadami sztuki budowlanej nie należało wykonać wyrównania wykopu piaskiem nasypowym, a ewentualne przebrania masy ziemnej należało uzupełnić przy użyciu betonu chudego. Wilgotne podłoże zalecono odizolować emulsją anionową, która charakteryzuje się wypieraniem cząsteczek wody, penetrując

beton w głąb. Założono, w celu zwiększenia stabilności nowego podparcia, poszerzenie podbicia po 15 cm z każdej strony pierwotnej łąwy fundamentowej (rys. 7). Zgodnie z zasadami zalecono również odkopywanie maksymalnie 20% długości całkowitej łąw tak, aby istniejąca konstrukcja nie została naruszona. Zabezpieczenie przed dalszym rozwarciem rys konstrukcji murowej powyżej poziomu piwnicy zdecydowano się wykonać poprzez spięcie budynku prętami żebrowanymi o średnicy  $\varnothing 12$  ze stali S355 o długości 100 cm. Sposób wklejenia określono tak, że połowa długości pręta przypadła na miejsce zarysowania konstrukcji murowej. Głębokość wklejenia określono, na podstawie wytycznych oraz doświadczenia, na 6 cm licząc od czystego (bez tynków) lica ściany. Założono, że pozytywny efekt spojenia uzyska się w chwili zastosowania wklejenia co 5–6 rzędów cegieł.

## 4. Podsumowanie

W trakcie projektowania oraz prowadzenia prac budowlanych w nowych oraz remontowanych, modernizowanych czy przebudowywanych obiektach można popełnić wiele błędów. Skutki tych błędów nie są natychmiastowe. Błędy wykonawcze oraz projektowe ujawniają się często po kilku lub nawet po kilkunastu latach, powodując przez ten czas uszkodzenia konstrukcji budynku. Powoduje to spadek wartości rynkowej nieruchomości oraz konieczność wykonania często bardzo kosztownych robót budowlanych polegających na wzmocnieniu uszkodzonego obiektu. W trakcie projektowania oraz wykonywania robót budowlanych należy dążyć do tego, aby zminimalizować liczbę błędów. Głównym narzędziem powinna być weryfikacja dokumentacji projektowej przez osoby posiadające znaczne doświadczenie zawodowe oraz dokładny nadzór prowadzonych prac budowlanych przez kierownika budowy (lub kierowników robót) oraz przez inspektora (inspektorów) nadzoru inwestorskiego. Pozwoli to, o ile nie wykluczyć w całości – bo wydaje się to niemożliwe – to choćby zminimalizować liczbę błędów oraz ich kosztownych następstw.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Lichoń L., Budownictwo ogólne tom 3, Arkady 2010
- [2] PN-EN 1993-1-8 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-8: Projektowanie węzłów
- [3] Małyszko L., Orłowicz R., Konstrukcje murowe. Zarysowania i naprawy. Wydawnictwo UWM w Olsztynie, Olsztyn 2000
- [4] Jasiński R., Piekarczyk A., Drobiec Ł., Konstrukcje murowe według Eurokodu 6 i norm związanych z płytą CD, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013
- [5] Aspects of Cost-Estimate for Construction Work in Listed Buildings, Bogacz P., Zabielski J., Technical Sciences 12/2009
- [6] Stawiski B., Konstrukcje murowe. Naprawy i wzmocnienia. Wydawnictwo Polcen Sp. z o.o., Warszawa 2014
- [7] Bendarz Ł., Metody wzmocniania zabytkowych, zakrzywionych konstrukcji ceglanych., Wiadomości Konserwatorskie 14/2003, Kraków 2003