

dr inż. Mariusz Szóstak¹⁾

ORCID: 0000-0003-4439-6599

dr inż. Marek Sawicki^{1)*}

ORCID: 0000-0003-1220-0494

Analiza uszkodzeń powstałych w wyniku nieodpowiedniego wyburzenia ścian w budynku wielorodzinnym

Analysis of damage caused by inadequate wall demolition in a multi-family building

DOI: 10.15199/33.2022.11.30

Streszczenie. W artykule poddano analizie aspekty technologiczne związane z nieodpowiednim wyburzeniem ścian wewnętrznych w budynku wielorodzinnym we Wrocławiu. W wyniku przeprowadzonych robót wyburzeniowych i rozbiórkowych na parterze budynku wielorodzinnego wzniesionego w tradycyjnej technologii murowej uszkodzeniu uległy elementy konstrukcyjne na wyższych kondygnacjach. Po opracowaniu ekspertyzy i wykonanych badaniach ustalono przyczyny uszkodzeń i przeanalizowano stan konstrukcji w następstwie wykonanych robót. Opracowano zalecenia dotyczące naprawy konstrukcji.

Słowa kluczowe: uszkodzenia; technologia napraw; budownictwo; tradycyjne konstrukcje murowane.

Abstract. The article analyses technological aspects related to inadequate demolition of internal walls in a multi-family building in Wrocław. As a result of demolition and demolition works carried out on the ground floor of a multi-family building erected in traditional brick technology, structural elements on the upper floors were damaged. Following an expert opinion and investigations, the causes of the damage were determined and the condition of the structure following the work carried out was analysed. Recommendations were drawn up for repairing the structure.

Keywords: damage; repair technology; construction; traditional masonry structures.

W typowych budynkach wielorodzinnych, najczęściej na parterze, zlokalizowane są lokale użytkowe [1]. W zależności od funkcji istnieje ściśle określone zasady dotyczące ich użytkowania [1]. Często przy zmianie funkcji lokalu użytkowego dochodzi do konieczności wyburzenia ścian działowych, czyli wewnętrznych, niekonstrukcyjnych ścian wypełniających, nieprzenoszących obciążeń [1], których funkcją jest podział powierzchni lokalu na mniejsze pomieszczenia. Jak wynika z praktyki budowlanej, podczas prowadzenia robót rozbiórkowych i wyburzeniowych można popełnić wiele błędów wynikających z niezajomości pracy statycznej konstrukcji, które skutkować mogą wystąpieniem uszkodzeń. Istnieje wiele metod naprawy uszkodzonych elementów konstrukcyjnych ścian, takich jak wzmacnianie ścian murowanych włóknami FRP [1] lub za pomocą śrubowych kotew naprawczych [5],

a także możliwość zastosowania np. ścian betonowych [6]. Każdorazowo w ocenie stanu technicznego murowanych ścian działowych należy określić ich stan techniczny, np. za pomocą nieniszczących metod badawczych [8], zaznaczyć się szczególnie z dokumentacją projektową oraz określić prawidłową technologię prowadzenia robót budowlanych, mając na uwadze przestrzenną sztywność i stateczność budynku [8].

W artykule omówiono uszkodzenia ścian w dwudziestoletnim budynku wielorodzinnym powstałe na skutek nieodpowiedniego wyburzenia ścian rozdzielających, które zaprojektowano jako ściany działowe, natomiast w wyniku nieprzebrzegania technologii przy wznoszeniu, pracujących jako ściany konstrukcyjne, podpierające konstrukcję stropu. Budynek mieszkalny, wielorodzinny, wzniesiono w 2020 r. w technologii tradycyjnej [9]. Podczas wykonania prac adaptacyjnych obejmujących zmianę funkcji pomieszczeń oraz wyburzenia ścian wewnętrznych, ujawniły się liczne rysy i spękania zarówno w cienkich ścianach działowych, jak

i w grubych ścianach rozdzielających mieszkania na czwartym i piątym piętrze (mieszkania dwukondygnacyjne).

Opis konstrukcji budynku i uszkodzeń

Przedmiotowy wieloklatkowy budynek wielorodzinny wybudowano w 2000 r. Jest to obiekt pięciokondygnacyjny z mieszkaniami dwukondygnacyjnymi na ostatnich dwóch kondygnacjach, co przełożyło się na inny podział mieszkań na pierwszych trzech piętrach, a inny na dwóch ostatnich. Podczas podziału mieszkań na ostatnich dwóch kondygnacjach zastosowano dodatkowe ściany rozdzielające pomiędzy mieszkaniami wykonane z betonu komórkowego, o odpowiedniej izolacyjności akustycznej i grubości 24 cm. Ściany działowe dodatkowo docięły stropy, co wymusiło wzmocnienie płyt stropowych w środkowej części budynku.

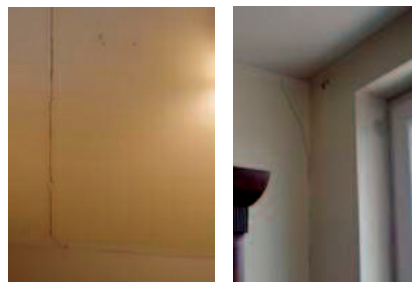
Konstrukcje ścian i stropu parteru wykonano z betonu monolitycznego, natomiast na wyższych kondygnacjach zastosowano stropy typu Filigran z różnie dozbieraną częścią monolityczną. Ściany nośne i działowe od I piętra wykonano ja-

¹⁾ Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

^{*}) Adres do korespondencji: marek.sawicki@pwr.edu.pl

ko murowane o grubości 24 i 8(12) cm, z bloczków silikatowych i pustaków ceramicznych typu Porotherm. W wyniku wieloletniego użytkowania budynku zaobserwowano zarysowania, głównie w obrębie ścian działowych i licznie w obrębie ścian nośnych, spowodowane nieodpowiednim zagęszczeniem gruntu pod fundamentami, o czym świadczy brak badań sprawdzających zagęszczenie gruntu w dokumentacji budowy.

Na początku 2019 r. w lokalu usługowym na parterze budynku, w skrajnej klatce, rozpoczęto modernizacyjne prace budowlane polegające na wyburzeniu, za pomocą narzędzi elektrycznych, części wewnętrznych ścian działowych, poprowadzeniu nowej wentylacji i wymurowanie nowych ścian. Prace wyburzeniowe rozpoczęto z wykorzystaniem elektronarzędzi, wywołujących znaczne drgania przekazywane na konstrukcję budynku. Lokatorzy mieszkań, w obrębie przedmiotowej klatki, zgłosili wiele pojawiających się nieprawidłowości i uszkodzeń, m.in.: zarysowań, pęknięć, licznych odspojień ścian od konstrukcji, co zmusiło wykonawcę robót do ich wstrzymania. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono istotnych uszkodzeń w stropach, co świadczy o tym, że stan graniczny nośności i bezpieczeństwo konstrukcji zostały zachowane. Nie został natomiast zachowany stan graniczny użytkowości, o czym świadczą liczne rysy i pęknięcia ścian w postaci rys i pęknięć oraz szczelin między ścianami nośnymi a ścianami działowymi opartymi na stropach (fotografia 1).



Fot. 1. Uszkodzenia w obrębie ścian i stropów
Photo 1. Damages within walls and ceilings

Analiza wyników badań i obserwacji

Obserwacje ścian działowych wykazały, że główną przyczyną uszkodzeń były ugięcia stropów przekraczające wartości dopuszczalne. Potwierdziły to pomiary ugięć stropów wykonane metodą geodezyjną, a otrzymane ugięcia stropów

wyniosły odpowiednio na poszczególnych kondygnacjach (w przypadku wartości granicznej $1/500 = 12,3$ mm [10]):

- strop nad parterem – od 12,5 do 17,5 mm;
- strop nad I piętrem – ok. 13,5 mm;
- strop nad II piętrem – 14,3 mm;
- strop nad III piętrem – nie uzyskano zgody na wykonanie pomiarów;
- strop nad IV piętrem – do 7,5 mm < 12,3 mm.

Szczegółowa analiza otrzymanych wyników pomiarów wykazała, że:

■ ugięcie stropu nad parterem przekroczyło wartość dopuszczalnego ugięcia stropu (wartość dopuszczalna 12,3 mm) i dochodziła do 17,5 mm. Tak duże ugięcie jest konsekwencją przyjętego sposobu podparcia stropu, ponieważ ściany działowe na parterze podpierały częściowo strop przed ich wyburzeniem;

■ strop nad ostatnim IV piętrem ugiął się stosunkowo mało (wartość ugięcia wyniosła mniej niż 7,5 mm), ponieważ to najwyższa kondygnacja nie jest obciążana wyżej położonymi ścianami.

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów stwierdzono, że przekroczenie ugięcia dopuszczalnego nie jest duże, natomiast jego skutki są znaczne, m.in. występują liczne uszkodzenia (rysy, pęknięcia) w ścianach opartych na stropach. Dwudziestoletnie użytkowanie budynku posadowionego na niezbyt stabilnym podłożu oraz nieprawidłowo prowadzone roboty wyburzeniowe i rozbiórkowe przyczyniły się do reologicznego ugięcia stropów i oparcia ich na ścianach działowych. W wyniku nieumiejętnej rozbiórki ścian działowych (podpierających strop), nad parterem nastąpiła zmiana schematu podparcia i obciążenia. Z tego powodu na ścianach wyższych kondygnacji pojawiły się nadmierne naprężenia i uległy one zarysowaniu. Uszkodzenia te najczęściej występowały pomiędzy ścianami a stropami oraz między ścianami działowymi a nośnymi.

Na liczne zarysowania i wykruszenia tynków wzdłuż rys miały również wpływ drgania oraz vibracje wywołane nieodpowiednio wykonywanymi robotami rozbiórkowymi na parterze. Podczas wyburzania tych ścian, mających styczność ze stropem, za pomocą elektronarzędzi, wywołujących duże drgania przekazywane na konstrukcje, nie

wykonano podparcia stropów przy demontowanych ścianach i/lub nie zastosowano ręcznej rozbiórki ściany i dlatego nastąpiło zarysowanie ścian na kolejnych kondygnacjach. Drgania spowodowały dodatkowo pojawienie się licznych rys na wyższych kondygnacjach w tych elementach, w których stan naprężenia był bliski wartościom granicznym.

Należy też zwrócić uwagę na wykonanie płyt balkonowych o znacznych rozmiarach, połączonych ze stropem danej kondygnacji, zlokalizowanych na ścianie szczytowej przedmiotowego budynku (fotografia 2). Zmienny kształt płyty balkonu o rozpiętości od 1,40 do 2,00 m i znaczna jej długość wynosząca ok. 8,0 m mogły mieć wpływ na dodatkowe uszkodzenia ścian w mieszkaniach, na skutek nieodpowiedniej technologii robót rozbiórkowych i modernizacyjnych w lokalu na parterze.



Fot. 2. Elewacja analizowanego budynku
Photo 2. Elevation of the analysis building

W celu wstępnego sprawdzenia wpływu obciążenia wyburzanej ściany siłą horyzontalną pochodzącą od młota wyburzającego (bijak uderzający ruchem posuwisto-zwrotnym, wywołując drgania), wykonano wiele symulacji, aby potwierdzić wzrost naprężeń na styku połączenia płyty balkonowej z płytą stropową oraz na stropie, nad podporami.

Podpora pośrednia, pomimo iż początkowo nie miała funkcji wsporczej, z czasem stała się elementem nośnym dla płyty znajdującej się wyżej i dlatego siły poziome zostały przekazane na wyższe stropy i ściany poprzeczne w budynku. Pomimo tego, że obliczenia dotyczyły sił nominalnych (na tym etapie niemożliwe było określenie dokładnego punktu przyłożenia siły oraz miejsca, od którego rozpoczęto wyburzenie) oraz siły, z jaką

działał młot, to jednak sam przebieg zwiększonych naprężeń dokładnie wskazuje miejsca krytyczne, w których zaobserwowano uszkodzenia ścian i stropów. Obliczenia wykonano w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016. Otrzymane naprężenia przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

była wcześniej usunięta, mimo że powstały przed prowadzonymi pracami na parterze. Zaproponowano następujący sposób likwidacji rys, szczelin w ścianach i na połączeniach ścian działowych ze ścianami nośnymi:

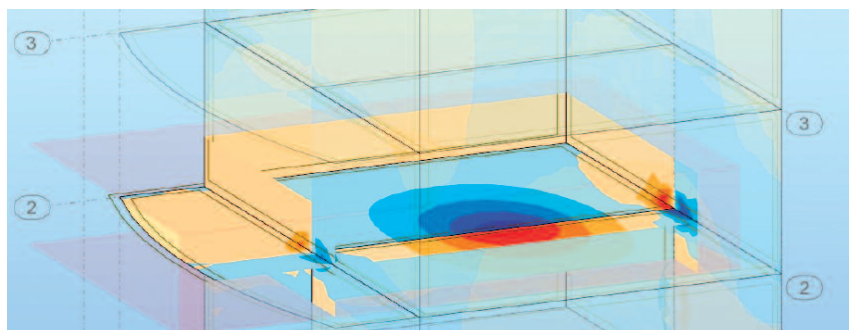
- styki pionowe między ścianami działowymi a ścianami nośnymi należy

nadmierne naprężenia i ściany uległy zarysowaniu;

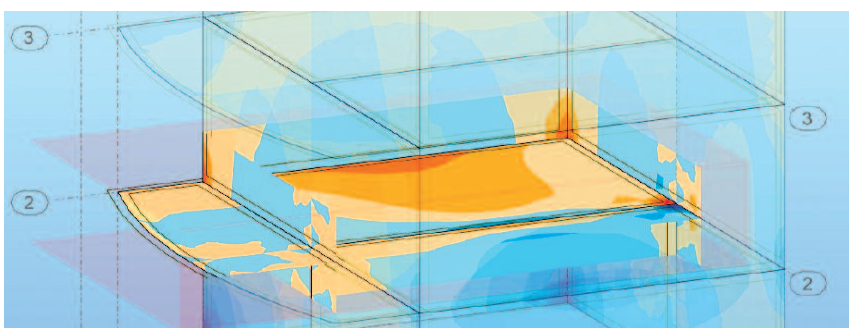
- na powstanie wielu zarysowań oraz wykruszenie tynków wzdłuż rys miały wpływ drgania i wibracje wywołane nieodpowiednio wykonanymi robotami rozbiórkowymi w lokalu na parterze;

- nie wystąpiły objawy zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji (brak uszkodzeń elementów nośnych); pomierzone ugięcia stropów wskazują na bezpieczny stan konstrukcji. Naprawy wymagają jednak elementy nienośne i ich połączenia ze ścianami nośnymi. Ważna, z punktu widzenia użytkowników, jest również estetyka pomieszczeń.

Należy zdawać sobie sprawę z tego, że nieprawidłowe zaplanowanie oraz błędne wykonanie robót rozbiórkowych i wyburzeniowych, wewnętrznych ścian działowych, w budynku wykonanym w tradycyjnej technologii murowanej może spowodować wystąpienie licznych uszkodzeń ścian (rysy i pęknięcia).



Numer 2 i 3 oznaczają poziome osie konstrukcyjne w płaszczyźnie XY, odpowiednio na 2 i 3 poziomie (piętrze)
Rys. 1. Naprężenia w konstrukcji prostopadłe do kierunku działania siły na ścianę działową
Fig. 1. Stresses in the structure perpendicular towards the direction of the force acting on the partition wall



Numer 2 i 3 jak na rysunku 1
Rys. 2. Naprężenia w płycie równoległe do kierunku działania siły na ścianę działową
Fig. 2. Stresses in the slab parallel towards the direction of the force acting on the partition wall

Propozycje naprawy uszkodzeń

W budynku występują liczne uszkodzenia (rysy, pęknięcia) w ścianach opartych na stropach, spowodowane ugięciami stropów. Uszkodzenia te nie zagrażają bezpieczeństwu konstrukcji. Część z nich powstała w fazie wznoszenia budynku, część w fazie użytkowania, a wiele podczas wykonywania robót rozbiórkowych i wyburzeniowych na parterze. Uszkodzenia, a przede wszystkim rysy i spękania ścian budynków mieszkalnych, są typowym błędem wykonawczym i konsekwencją nieprawidłowo prowadzonych prac remontowych [11]. Drgania towarzyszące wyburzeniom w przedmiotowym budynku, przenosząc się po ścianach nośnych i stropach, były główną przyczyną powstania znacznej liczby rys na wyższych kondygnacjach. Część z nich nie

skotwić, stosując łączniki na wysokości: 20 cm pod stropem górnym, 70 cm od stropu oraz 150 cm od stropu górnego;

- jako kotwy należy zastosować śruby stalowe rozprężne wkręcane pod kątem lub wygięte pod kątem 90° ocynkowane płaskowniki o grubości 4 mm, mocowane w wykutych wnękach w trzech poziomach;
- rysy należy poszerzyć i po zagruntowaniu wypełnić masą szpachlową wzmocnioną włóknami szklanymi, tynkiem lub gipsem;
- uszkodzone płytki ceramiczne w pomieszczeniach należy skuć i zamontować nowe.

Podsumowanie i wnioski

W wyniku przeprowadzonej analizy wykazano, że

- w wyniku zmiany schematu obciążenia na ścianach budynku pojawiły się

Literatura

[1] Ustawa z 24 czerwca 1994 r. o własności lokali (Dz.U. 1994 nr 85 poz. 388 z późn. zm.).
 [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2019 poz. 1065 z późn. zm.).
 [3] PN-EN 1991-1-1: 2004 Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje.
 [4] Heman S-M, Alcaino P. Repair of in-plane shear damaged masonry walls with external FRP. Construction and Building Materials. 2011, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.09.030>.
 [5] Davidyuk A. Technology of repairing brick masonry cladding of multi-layer external walls using helical repair anchors. MATEC Web of Conferences. 2017, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710603015>.
 [6] Jafari A, Dugnani R. Estimation of load-induced damage and repair cost in post-tensioned concrete rocking walls, Journal of Shanghai Jiaotong University (Science). 2018, <https://doi.org/10.1007/s12204-018-1917-x>.
 [7] Hoła A, Matkiewicz Z, Hoła J. Analysis of the moisture content of masonry walls in historical buildings using the basement of a medieval town hall as an example. Procedia Engineering. 2017, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.041>.
 [8] Drobiec Ł. Causes of masonry damage. Part 2: Damage caused by poor performance and operating errors. Izolacje. 2017, 22 (9): 32–40.
 [9] Stawiski B. Masonry structures. Repair and strengthening. 2014, Wydawnictwo: Polcen.
 [10] PN-EN 1992-1-1: 2008 Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu.
 [11] Plebankiewicz E, Zima K, Malara J, Biel, S. A procedure of repairing housing defects in development investments, MATEC Web of Conferences. 2019, doi: 10.1051/mateconf/201926207010.

Przyjęto do druku: 05.10.2022 r.