

# Uszkodzenia i naprawa stropów żelbetowych w budynku wielorodzinnym

Dr inż. Adam Klimek, dr inż. Zygmunt Matkowski, Politechnika Wrocławska

## 1. Wprowadzenie

Dążenia inwestorów i wykonawców do minimalizowania kosztów budowy oraz jak najszybszego prowadzenia prac budowlanych prowadzą niekiedy do bardzo niekorzystnych i groźnych zjawisk. O ile zamiana materiałów wykończeniowych na tańsze skutkuje zwykle zmniejszeniem trwałości i walorów użytkowych budynków, o tyle znaczna ingerencja w projekt konstrukcyjny może stać się powodem niespełnienia art. 5.1 p. 1a Prawa budowlanego [1], dotyczącego bezpieczeństwa konstrukcji. W artykule przedstawiono skutki wprowadzonych na budowie nierozważnych zmian w konstrukcji budynku, analizę przyczyn uszkodzeń oraz sposób naprawy stropów gęstożebrowych, które wskutek przeciążenia doznały znacznych ugięć, wywołując spękania stojących na nich masywnych ścian działowych. Zaprojektowano naprawę w dwu fazach, w fazie I zapewniając odpowiednią nośność stropów, a w fazie II zabezpieczając ściany przed dalszymi zarysowaniami.

## 2. Opis konstrukcji oraz uszkodzeń budynku

Budynek (fot. 1) został zaprojektowany w sposób typowy dla wielorodzinnego budownictwa mieszkaniowego, z usługami na parterze i z garażem podziemnym. Ma on 5 kondygnacji nadziemnych i 1 kondygnację podziemną, kryty jest dachem wielopłociowym. Wiek budynku wynosi kilka lat. Konstrukcję budynku zaprojektowano następująco:

- posadowienie na żelbetowej, monolitycznej płycie fundamentowej;
  - ściany piwnic z bloczków betonowych M6 na zaprawie cementowo-wapiennej;
  - słupy wewnętrzne garażu żelbetowe, na których oparto podciąg stropu nad piwnicą;
  - ściany nośne kondygnacji nadziemnych oraz ściany działowe: z bloczków wapienno-piaskowych Silka;
  - stropy nad piwnicami i nad poddaszem zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne, krzyżowo zbrojone, nad pozostałymi kondygnacjami zaprojektowano stropy gęstożebrowe Teriva 6.0;
  - schody żelbetowe, płytowe, na belkach spocznikowych;
  - więźba dachowa: drewniana, z lekkim pokryciem.
- Po krótkim okresie eksploatacji w ścianach działowych

między lokalami mieszkalnymi a korytarzami w kondygnacji I piętra pojawiły się rysy (fot. 2, 3), które następnie przekształciły się w pęknięcia, przecinające całą grubość ścian. Charakter pęknięć pozwolił stwierdzić nie tylko pionowe, ale i poziome przemieszczenia oddzielonych pęknięciami fragmentów ścian. Po osiągnięciu rozwarłości 4 mm pęknięcia ustabilizowały się, co stwierdzono na podstawie kilkumiesięcznej obserwacji zamontowanych na pęknięciach plomb szklanych.

Podczas oględzin budynku stwierdzono, że pęknięte ściany wykonane są z bloczków Silka o grubości 24 cm i posadowione są w sposób zgodny z projektem na stropach nad parterem. Jednak po wykonaniu odkrywek okazało się, że nad parterem nie wykonano według projektu krzyżowo zbrojonych stropów monolitycznych, ale znacznie słabsze stropy gęstożebrowe Teriva I o schematach statycznych szeregu belek wolnopodpartych. Wyniki wykonanych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych są następujące:

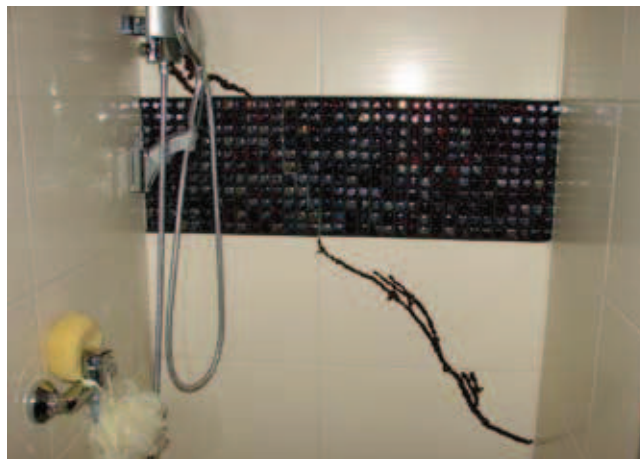
- wyężenie na zginanie żebra złożonego z 3 belek Teriva I, obciążonego równoległą do belek ścianą o grubości 24 cm oraz dwiema ścianami prostopadłymi (belka „1” na rysunku 1) wynosi 1,36 (czyli nośność tych belek jest za mała o 36%); obliczone ugięcie żebra wynosi 94 mm i jest 3-krotnie większe od ugięcia dopuszczalnego, wynoszącego 30 mm;
- wyężenie jednej belki Teriva I obciążonej dwiema ściankami o grubości 24 cm, przekazującymi swoje



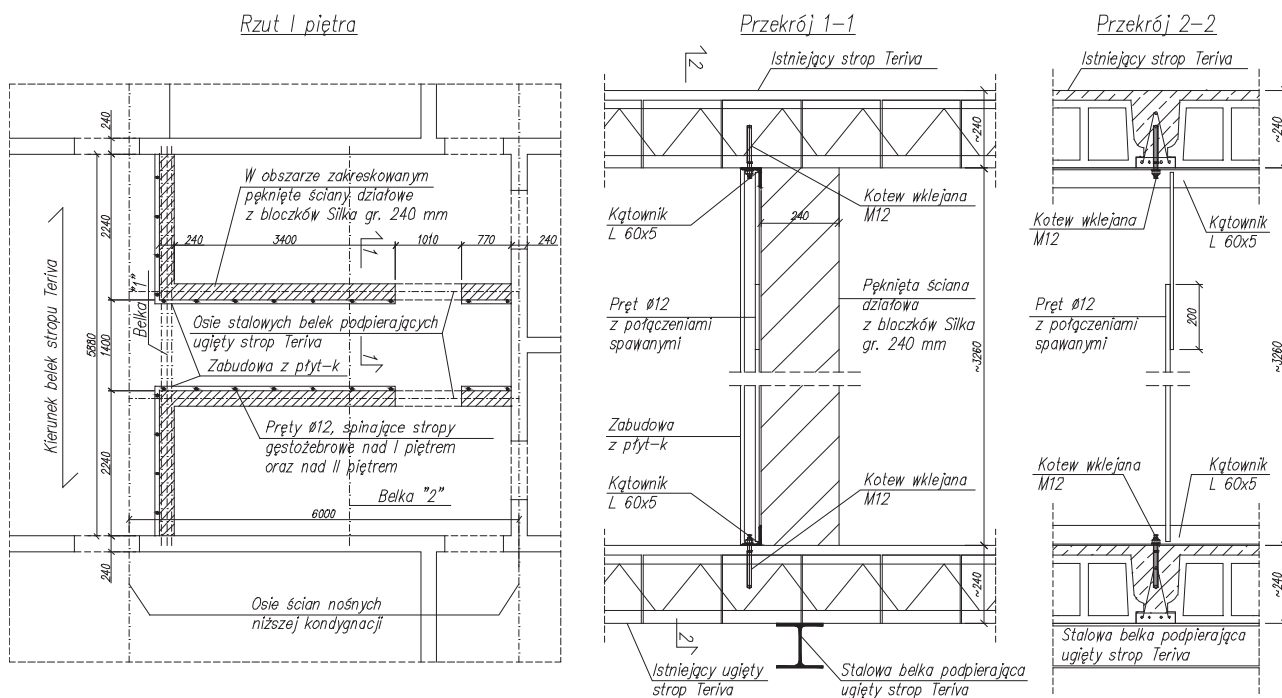
Fot. 1. Budynek, w którym wystąpiły nadmierne ugięcia stropów oraz wywołane nimi pęknięcia ścian działowych (fot. Z. Matkowski)



**Fot. 2.** Uszkodzona wskutek ugięć stropu ściana działowa z bloczków silikatowych o grubości 24 cm oraz kształt powstałego w ścianie łuku, utrzymującego w równowadze część ściany nad pęknięciem (fot. A. Klimek)



**Fot. 3.** Pęknięcie ściany działowej widziane od strony wewnętrznej lokalu mieszkalnego w pomieszczeniu łazienki, wypełnione prowizorycznie masą silikonową (fot. A. Klimek)



**Rys. 1.** Rzut I piętra budynku ze wskazanymi uszkodzonymi ścianami działowymi, układem nośnym niższej kondygnacji oraz sposobem naprawy (rys. B. Matuszczak)

ciężary na belkę w postaci sił skupionych (belka „2” na rysunku 1) wynosi 2,49 (czyli nośność tych belek jest za mała o 149%); obliczone ugięcie belki wynosiło 128 mm i było 4-krotnie większe od ugięcia dopuszczalnego, wynoszącego 30 mm.

Do katastrofy budowlanej nie doszło ze względu na zapasy parametrów wytrzymałościowych stali i betonu względem przyjmowanych do obliczeń ich wartości obliczeniowych, niepełne obciążenie użytkowe stropu, jak również dzięki wykształceniu się w pękniętej ścianie

łukowego sklepienia, dźwigającego część ściany ponad jej pęknięciem (fot. 2).

### 3. Sposób naprawy uszkodzonych stropów i ścian

Opracowano wzmocnienie uszkodzonej konstrukcji stropu i ścian w 2 fazach, z których każda dotyczyła innego stanu granicznego.

W pierwszej fazie wzmocnienia belki przeciężonego



**Fot. 4.** Jedna z 2 stalowych belek podpierających ugięty strop Teriva nad parterem (fot. A. Klimek)

stropu gęstożebrowego Teriva podparto od dołu poprzecznymi belkami z profili szerokostopowych HEA, zmieniając ich schemat z 1-przęstowych wolnopodpartych na 3-przęstowe [2]. Reakcje pionowe ze stalowych belek wzmacniających przekazano na poprzeczne ściany nośne niższej kondygnacji parteru (rys. 1, fot. 4). Zapewniono w ten sposób spełnienie warunków stanu granicznego nośności konstrukcji stropu.

Uznano, że ze względu na chwiejny stan równowagi ścian działowych po wykształceniu się w nich łukowych sklepień, dźwigających znaczne części ciężarów tych ścian, można spodziewać się po pewnym czasie niekorzystnej zmiany tego stanu równowagi, co może skutkować pełnym dociążeniem ścianami przeciążonego stropu i dalszymi jego odkształceniami, pomimo wykonanego już jego podparcia belkami stalowymi. W związku z tym opracowano drugą fazę wzmocnienia, dotyczącą stanu granicznego użyteczności ścian działowych w zakresie ich zarysowania [3]. Rozwiązanie to polegało na przekształceniu pękniętych ścian działowych w samonośne elementy o charakterze tarczowym poprzez ich sprężenie w kierunku pionowym prętami stalowymi, spinającymi stropy na górnych i dolnych krawędziach tych ścian. Zastosowane rozwiązanie drugiej fazy wzmocnienia przedstawiono na rysunku 1, zaplanowano jego wykonanie w następującej kolejności:

- należy precyzyjnie ustalić położenie belek stropu Teriva;
- wzdłuż dolnych oraz wzdłuż górnych krawędzi pękniętych ścian działowych zamocować do stropów kątowniki 60×5 za pomocą kotew wklejanych; kotwy należy osadzać w środkach szerokości stopek belek Teriva;

- do osadzonych kątowników dospawać pręty gładkie  $\varnothing 12$  ze stali S235 w rozstawie co 60 cm, przewidując połączenie ich na zakład w pobliżu środka wysokości ściany, jak na rysunku 1;
- w celu wprowadzenia wstępnych naprężeń sprężających ściany pręty  $\varnothing 12$  należy kolejno podgrzewać palnikiem do temperatury 60–80°C, a następnie podgrzane pręty niezwłocznie łączyć spoinami pachwinowymi;
- po wykonaniu wszystkich wzmocnień wykonane elementy stalowe należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez malowanie, a wzmocnienie obudować suchą zabudową z płyt gipsowo-kartonowych;
- pęknięcia ścian działowych wewnątrz lokali mieszkalnych należy wypełnić suspensją cementową metodą iniekcji ciśnieniowej, następnie uzupełnić tynki oraz odtworzyć wykończenia powierzchni ścian: powłoki malarskie lub płytki ceramiczne.

#### 4. Podsumowanie

Przedstawiono przypadek uszkodzenia konstrukcji budynku, powstałego wskutek niepoprzedzonej analizą obliczeniową zmiany konstrukcji stropów z monolitycznych na gęstożebrowe. Wskutek tej zmiany dokonano na budowie znacznego osłabienia konstrukcji stropów zarówno poprzez niekorzystną zmianę schematu statycznego z płyty wieloprzęstowej krzyżowo zbrojonej na jednoprzęstowe belki wolnopodparte, jak i zastosowanie najbardziej delikatnej odmiany stropu gęstożebrowego Teriva 1, nie nadającej się do bezpośredniego obciążenia grubymi ścianami działowymi wykonanymi z materiału o znacznym ciężarze objętościowym. Do większej awarii budowlanej nie doszło dzięki wykształceniu się łuku w uszkodzonej ścianie, częściowo odciążającego ugięte belki stropowe.

Rozwiązując wzmocnienie uszkodzonej konstrukcji budynku, wzięto pod uwagę fakt niepełnego obciążenia stropu po wykształceniu się łuku w ścianie oraz możliwość utraty nośności tego łuku w przyszłości, co może spowodować zwiększenie się obciążenia stropu poprzez przekazanie na niego pełnego ciężaru opartych na nim ścian, co pomimo podparcia stropu belkami stalowymi będzie skutkować kolejnymi zarysowaniami. Z tego względu nie ograniczono zakresu wzmocnień do samego stropu, ale zaplanowano również wzmocnienie obciążających go ścian poprzez ich sprężenie prętami stalowymi i przekształcenie ich w ten sposób w samonośne tarcze.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1997 r., Prawo budowlane  
 [2] Jankowski B., Projekt doraźnego wzmocnienia stropu nad parterem i nad piwnicą w budynku mieszkalnym, luty 2013  
 [3] Klimek A., Matkowski Z., Projekt wykonawczy wzmocnienia pękniętych ścian oddzielających lokale mieszkalne, luty 2015