

**XXIV**XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna
Szczecin-Międzyzdroje, 26-29 maja 2009**awarie budowlane**

Mgr inż. TOMASZ KANIA
VG-ORTH POLSKA Sp. z o.o.

ZBROJENIE PROGOWE – NOWA METODA ZAPOBIEGANIA PĘKANIU ŚCIAN DZIAŁOWYCH W STREFIE OTWORU DRZWIOWEGO

**BOTTOM DOOR HOLE REINFORCEMENT – THE NEW METHOD AGAINST THE PARTITION
WALL CRACKING IN THE DOOR OPENING ZONE**

Streszczenie Oszczędność zużycia betonu oraz dążenie do uzyskania jak największej przestrzeni użytkowej prowadzą do projektowania stropów o dużej rozpiętości i znacznej smukłości. Ugięcia stropów w tego typu obiektach są częstą przyczyną pękania ścian działowych. W referacie opisano nowatorską metodę zbrojenia ścian w strefie progowej otworów drzwiowych. W wyniku zastosowania progowego elementu zbrojącego zmienia się układ naprężeń w ścianie: strefa ponad otworem drzwiowym poddana jest naprężeniom ściskającym – bezpiecznym z punktu widzenia ryzyka powstania zarysowań.

Abstract Because of the economic reasons and the aspirations to obtain the maximal usable surface, the ceiling structures of buildings are being designed thin and width. The ceilings deflection in that kind of buildings causes a very frequent partition walls cracking. In the report the innovative method of the walls reinforcement in the area of the doorsteps have been described. In the result of the door step reinforcement the scheme of the tensing forces is being changed: wall zone above the door opening is being subjected by the pressing tenses which are safe from the point of view of the wall cracking risk.

1. Wstęp

Na polskim rynku budowlanym dostępnych jest wiele rozwiązań w zakresie technologii wykonywania ścian działowych. Począwszy od lat 90-tych ubiegłego wieku, szeroko rozpowszechniły się lekkie konstrukcje szkieletowe z zastosowaniem płyty gipsowo – kartonowej oraz ścianki z bloczków i pustaków silikatowych i gazobetonowych. Dużą popularnością cieszą się płyty (bloki) gipsowe na wpust i pióro o wymiarach 666×500×80 mm, których zastosowanie pozwala przyspieszyć tempo prac oraz uniknąć konieczności tynkowania ścian.

Różnorodność wykorzystywanych na polskim rynku technologii wznoszenia ścian działowych powoduje, że wykonawcy oraz osoby nadzorujące przebieg prac budowlanych nie zawsze posiadają dostateczną wiedzę odnośnie do prawidłowego ich stosowania.

W ostatnich latach średni cykl realizacji robót budowlanych uległ znacznemu skróceniu. Wiele inwestycji budowlanych wykonywanych jest w okresie kilku miesięcy, czego skutkiem jest częste pękanie elementów budynku, wywołane między innymi znacznym osiadaniem budowli oraz ugięciem konstrukcji stropu. Problemy związane z zarysowaniem dotyczą zwłaszcza ścian działowych, które wykonywane są coraz częściej jako przegrody lekkie, smukłe i podatne na tego typu uszkodzenia.

W artykule przedstawiono najczęstsze przyczyny pęknięcia ścian działowych, do których zaliczają się odkształcenia konstrukcji budynku, a szczególnie ugięcia stropów. Przedstawiono nowatorską metodę uniknięcia zarysowań, a właściwie zmniejszenia ryzyka ich występowania. Zupełne wyeliminowanie tego typu defektów nie wydaje się bowiem możliwe w sytuacji, gdy nie potrafimy w sposób dostatecznie dokładny przewidzieć zachowania się konstrukcji budynku, a zwłaszcza rozkładu odkształceń poszczególnych jej elementów.

2. Przyczyny pęknięcia ścian działowych

W ostatnich latach coraz częściej stosowane są w krajowym budownictwie żelbetowe, monolityczne konstrukcje szkieletowe. Oszczędność zużycia betonu oraz dążenie do uzyskania jak największej przestrzeni użytkowej prowadzą do projektowania stropów o dużych rozpiętościach i znacznej smukłości. Ugięcia stropów w tego typu obiektach są częstą przyczyną pęknięcia ścian działowych.

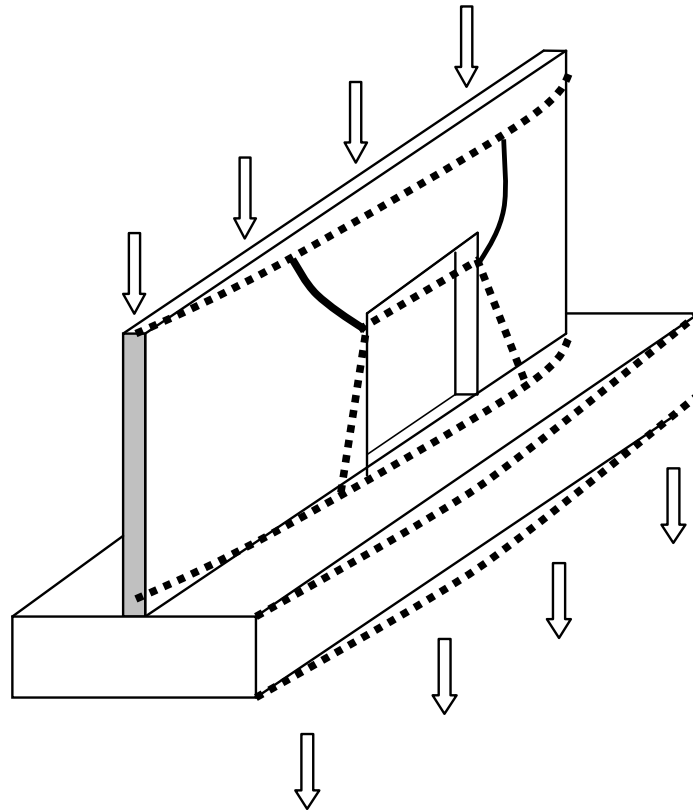
Dopuszczalne ugięcia stropów żelbetowych pod długotrwałym obciążeniem określone są w normie [1]:

- $l_{\text{eff}}/200$ – stropy o rozpiętości do 6,00 m,
- 30 mm – stropy o rozpiętości 6,00–7,50 m,
- $l_{\text{eff}}/250$ – stropy o rozpiętości powyżej 7,50 m.

Ściany działowe posadawiane są najczęściej na nośnej konstrukcji stropu; przed wykonaniem warstw wykończeniowych – izolacji akustycznej oraz podłoża (jastyrychu). Zakładając, że część konstrukcyjna stropu stanowi 40 – 60% całkowitych obciążeń długotrwałych oraz uwzględniając ugięcie wywołane pęczaniem betonu, można przyjąć że przyrost ugięcia stropu po wykonaniu ścian działowych wynosi 60 – 80% ugięcia całkowitego. W przypadku stropu o rozpiętości 6,00 m, przy maksymalnym ugięciu 30 mm, średnie odkształcenie postaciowe ściany działowej szczelnie wypełniającej przestrzeń pomiędzy stropami wynosi około 7 mm/m, jeśli przyjąć że ugięcie stropu po wykonaniu ścian działowych stanowi 70% ugięcia całkowitego [2]. Tak wysokie odkształcenie prowadzi do pęknięcia ścian działowych.

W ostatnim czasie zaobserwowano częste przypadki pęknięcia ścian działowych w budynkach, w których zastosowano prefabrykowane stropy typu „filigran”. Z przeprowadzonych ekspertyz wynika, że powodem były niedopuszczalnie duże ugięcia stropów, spowodowane błędami popełnionymi przez projektantów i wykonawców [3].

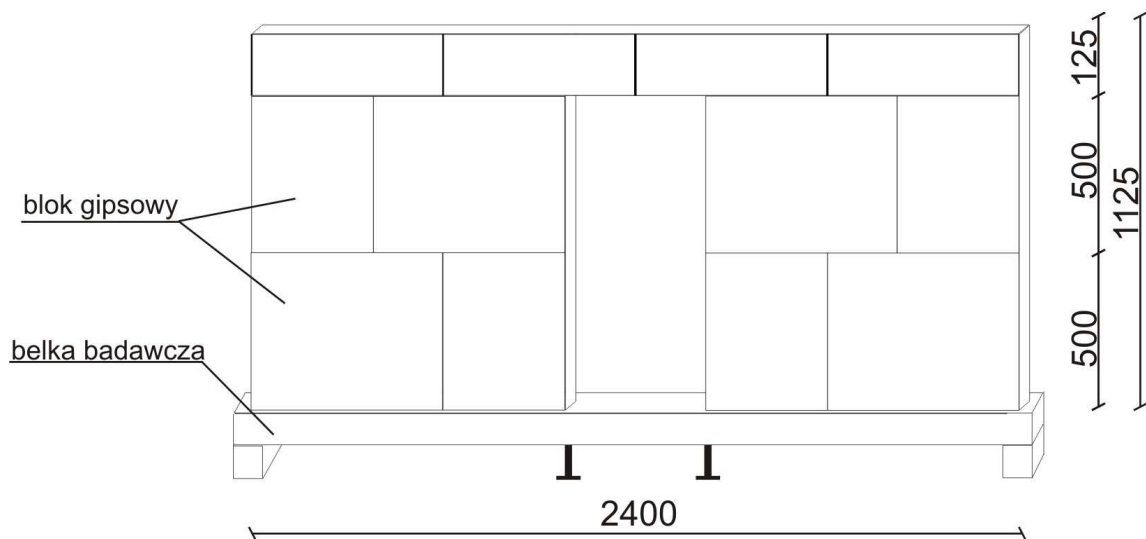
Jednym z najczęściej występujących problemów dotyczących ścian działowych jest ich pęknięcie nad otworem drzwiowym [4]. Przyczyną tego zjawiska jest najczęściej deformacja postaciowa przegrody wywołana ugięciem stropu pod ścianą i naciskiem stropu nad ścianą (rys. 1).



Rys. 1. Schemat deформacji postaciowej przegrody wywołanej ugięciem stropu pod ścianą oraz naciskiem stropu nad ścianą

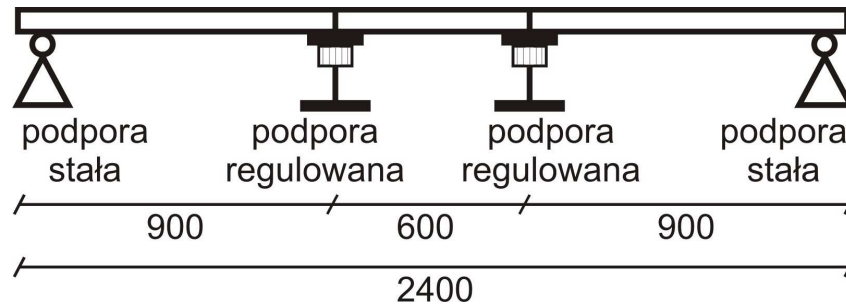
3. Opis badań

W roku 2007 wykonano badania dotyczące wpływu odkształceń stropu na zarysowanie ściany działowej z bloków gipsowych w obrębie otworu drzwiowego, a także poddano testom nowatorską metodę wzmocnienia ścian poprzez zastosowanie zbrojenia nie w części nadprożowej, lecz w strefie dolnej otworu drzwiowego. Modelową przegrodę o wymiarach $2400 \times 1125 \times 60$ [mm] i masie powierzchniowej 55 kg/m^2 wymurowano na drewnianej belce badawczej (rys. 2).



Rys. 2. Schemat badanego modelu ściany

Belkę badawczą oparto na jej końcach na stałych podporach wykonanych z elementów drewnianych o przekroju 80×80 [mm], a w części środkowej – na regulowanych podporach stalowych usytuowanych pod pionowymi krawędziami otworu drzwiowego, w odległości 600 mm względem siebie oraz 900 mm względem sąsiadujących podpór stałych (rys. 3).

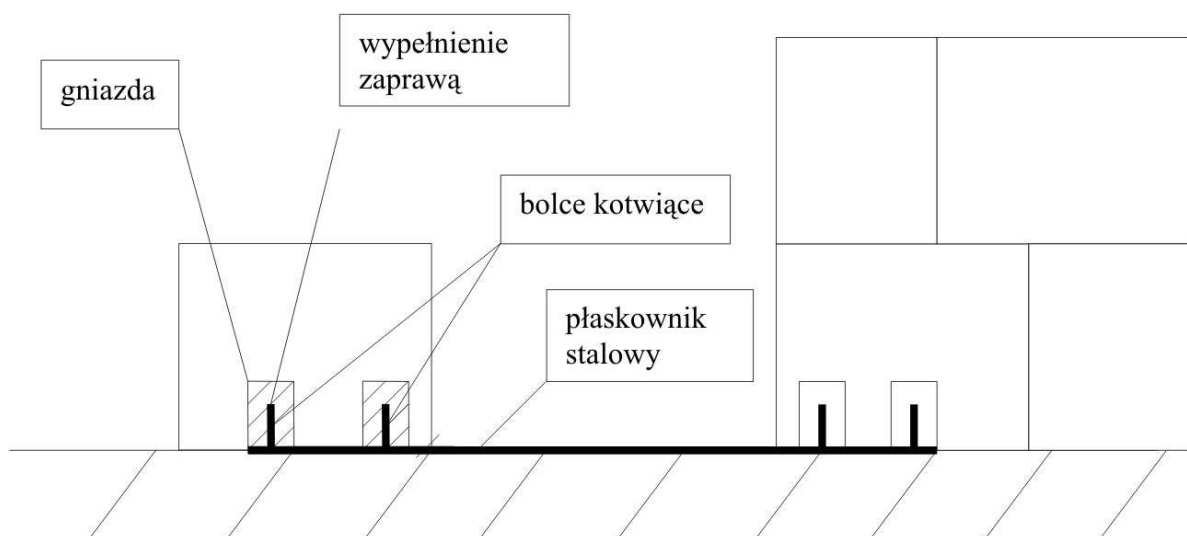


Rys. 3. Schemat belki badawczej

Przegroda została wykonana według technologii stosowanej na budowie. Między belką badawczą i podstawą ściany zastosowano przekładkę elastyczną z pianki polietylenowej o gęstości 120 kg/m³ i grubości 5 mm. Zastosowanie przekładek elastycznych ma na celu oddzielenie ściany z bloków gipsowych od sąsiednich elementów budynku, co zwiększa izolacyjność akustyczną przegrody nawet o 3 dB. Oddylatowanie ściany działowej od konstrukcji stropu pozwala również na ograniczenie uszkodzeń wywołanych przez nacisk konstrukcji nośnej usytuowanej nad ścianą. Rozwiązanie z zastosowaniem przekładki elastycznej o grubości 5–6 mm zalecane jest w przypadku wykonywania ścian działowych w budynkach do pięciu kondygnacji i o masywnej konstrukcji stropów. W obiektach powyżej 5 kondygnacji oraz w przypadku konstrukcji szkieletowych o dużej rozpiętości stropów zaleca się wykonywać grubszą spoinę dylatacyjną (12–15 mm), którą wypełnia się bardziej elastycznym materiałem (wełną mineralną lub poliuretanową pianką montażową).

Progowy element zbrojący wykonano z płaskownika stalowego o przekroju 3×20 mm i zakotwiono w dolnej strefie ściany po obu stronach otworu drzwiowego. Efekt zakotwienia uzyskano poprzez zastosowanie pionowych bolców przyspawanych do płaskownika.

Element zbrojący ułożono na podłożu przed wykonaniem ściany, a następnie zamontowano na nim bloki ściennie z wyżłobionymi uprzednio gniazdami, w których umieszczono bolce kotwiące płaskownika (rys. 4).



Rys. 4. Kotwienie progowego elementu zbrojącego w ścianie murowanej z bloków gipsowych

Przycięte do właściwych wymiarów bloki gipsowe ostatniej warstwy zamontowano w ten sposób, by pionowe łączenia płyt nad otworem drzwiowym znajdowały się w odległości nie mniejszej niż 20 cm od jego krawędzi.

Ścianę modelową poddano odkształceniu w wyniku ugięcia belki badawczej, wykorzystując do tego celu regulowane podpory umiejscowione pod pionowymi krawędziami otworu drzwiowego (rys. 3). Wyniki badań odkształceń ściany z otworem drzwiowym wzmocnionym progowym elementem zbrojącym przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wpływ odkształceń stropu na zarysowanie ściany działowej z bloków gipsowych z otworem drzwiowym wzmocnionym progowym elementem zbrojącym

	Pomiar ugięcia W [mm]*	Deformacja W/L*	Obserwacja
Początek pomiaru	0	0	Brak zarysowania
	5,216	1/460	Brak zarysowania
	9,276	1/258	Brak zarysowania
	9,476	1/253	Brak zarysowania
Koniec pomiaru	12,369	1/194	Brak zarysowania

* W – strzałka ugięcia [mm]; L – długość ściany

Pierwsze pomiary przeprowadzono przy strzałce ugięcia $W = 5,216$ mm i deformacji $W/L = 1/460$. Badanie zakończono przy ugięciu $W = 12,369$ mm i deformacji $W/L = 1/194$. Przez cały okres trwania prób nie zaobserwowano pęknięcia wzmocnionej przegrody. Dla porównania, ściana bez zbrojenia progowego zarysowała się już przy deformacji $W/L = 1/300$.

Nowe rozwiązanie zastosowano na wielu budowach. Pierwsze wdrożenie miało miejsce w budynku mieszkalno-usługowym przy ul. Skarbowców / Wietrznej we Wrocławiu, gdzie wykonano ściany działowe z bloków gipsowych w ponad 300 mieszkaniach. Pierwszy etap, bez zastosowania zbrojenia progowego, zrealizowano w okresie listopad 2006–maj 2007. Na niektórych ścianach pojawiły się rysy ponad otworem drzwiowym, wywołane znacznym ugięciem stropu. Skłoniło to wykonawcę do wdrożenia opisanej wyżej metody zbrojenia ścian w strefie otworów drzwiowych podczas wykonywania II etapu budowy w okresie październik 2007–kwiecień 2008, w wyniku czego wyeliminowano problem zarysowania ścian (rys. 5).

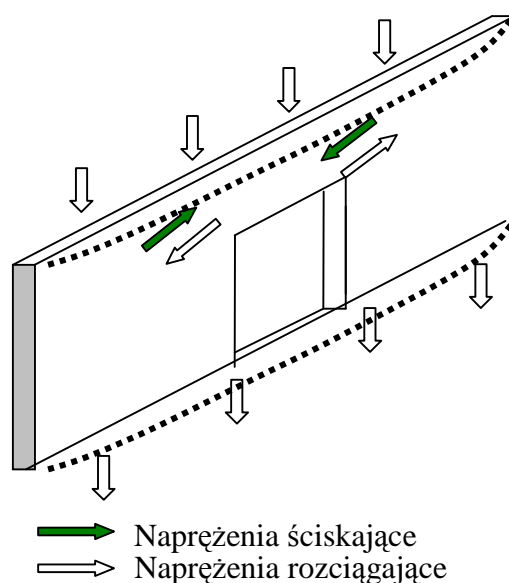


Rys. 5. Ściana z otworem drzwiowym wykonana z zastosowaniem zbrojenia progowego – widok po zakończeniu prac budowlanych

4. Podsumowanie

Rosnące wciąż tempo realizacji inwestycji budowlanych powoduje wzrost problemów związanych z pękaniem ścian działowych. Powodem uszkodzeń jest także stosowanie smukłych konstrukcji stropowych o dużej rozpiętości. Dotyczy to zarówno stropów żelbetonowych monolitycznych jak i wykonywanych z elementów prefabrykowanych (na przykład typu „filigran”). Znaczne ugięcia tego typu konstrukcji są przyczyną deformacji postaciowej ścian, prowadzącej do ich pęknięcia. Powstawaniu zarysowań sprzyja także stosowanie smukłych ścian działowych z tworzyw o niewielkiej wytrzymałości na rozciąganie (beton komórkowy, gips).

Pęknięcie ścian działowych zachodzi najczęściej w miejscach ponad otworami drzwiowymi. Obszar ten jest szczególnie narażony na zarysowanie, gdyż jego dolna strefa podlega naprężeniom rozciągającym, podczas gdy strefa górna – naprężeniom ściskającym (rys.6).



Rys. 6. Schemat rozkładu naprężeń w ścianie działowej powstających wskutek deformacji wywołanej ugięciem stropu

Literatura

1. PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone.
2. Bociąga A., Sieczkowski J.: Ugięcia stropów przyczyną zarysowania ścian wypełniających. *Materiały Budowlane* 7/2003.
3. Tworek J.: Błędy projektowe i wykonawcze związane z realizacją stropów typu filigran. XXI Konferencja Naukowo-Techniczna AWARIE BUDOWLANE, Szczecin-Międzyzdroje 2003.
4. Kania S., Kobusiński A.: Awarie ścian z bloków gipsowych. XXI Konferencja Naukowo-Techniczna AWARIE BUDOWLANE, Szczecin-Międzyzdroje 2003.



Mgr inż. JERZY KOWALEWSKI
Instytut Techniki Budowlanej

PRZYCZYNY AWARII WARSTWY ELEWACYJNEJ ŚCIANY TRÓJWARSTWOWEJ

THE REASONS FOR COLLAPSE OF THE CAVITY WALL OF THE FACADE LAYER

Streszczenie W artykule przedstawiono przypadek zawalenia się fragmentu warstwy elewacyjnej ściany trójwarstwowej. Awaria nastąpiła w nowym obiekcie, jeszcze przed oddaniem jego do użytku, bez wyraźnych dodatkowych bodźców czy obciążeń. W wyniku przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono, że przyczyną awarii były błędy projektowe w postaci ustawienia mimośrodowo, na warstwach papy, wysokiej ściany elewacyjnej. Dodatkową przyczyną awarii były błędy w zamocowaniu (połączeniu) warstwy elewacyjnej z warstwą konstrukcyjną ściany trójwarstwowej. Zalecono rozebranie warstwy elewacyjnej.

Abstract This article presents a case of collapse part of the facade made with cavity wall system. The failure occurred in the new building, even before its allowance to use, without explicit incentives or additional tension. As a result of its research and analysis, it was found that the causes of the accident were errors in the design in particular construction of eccentric facade wall on the stack of building paper. An additional causes of the accident were errors in fitting the facade layer to a construction layer of cavity wall system. It was recommended to disassemble of the facade.

1. Wstęp

W budowanym w 2007 r. obiekcie o wymiarach w rzucie około 100×200 m i wysokości ponad 8 m, zasadniczą konstrukcją nośną stanowiły elementy stalowe. Zewnętrzne ściany osłonowe w tym obiekcie zostały wykonane jako murowane, trójwarstwowe. Konstrukcyjną, warstwę wewnętrzną ściany stanowił beton komórkowy grubości 24 cm. W szczelinie, o wymiarach wg projektu 15 cm, znajdowała się wełna mineralna grubości 12 cm i pustka wentylacyjna. Zewnętrzną, elewacyjną warstwę ściany stanowiły bloczki betonowe grubości 12 cm typu AmerBlok. Warstwa elewacyjna połączona była z wewnętrzną warstwą ściany za pomocą kotew drutowych zamocowanych w betonie komórkowym za pośrednictwem koszulki plastikowej.

W znacznych fragmentach ścian, warstwa elewacyjna z bloczków betonowych wykonana była na pełną wysokość tzn. 8,1 m. W innych fragmentach, przykładowo przy bramach wjazdowych, w warstwie elewacyjnej występowały elementy konstrukcji stalowej. W tym przypadku warstwy elewacyjne miały znacznie mniejszą wysokość niż 8 m.

Ściany zewnętrzne obiektu były wykonywane w okresie wiosenny 2007 r.

W sierpniu 2007 r., w nocy, nastąpiło zawalenie się fragmentu warstwy elewacyjnej. W okresie awarii noc była spokojna, bez opadów atmosferycznych i bez silnego wiatru.