



TOMASZ KANIA, *kania.tomasz@vp.pl*

ANDRZEJ KOBUSIŃSKI, *akons@vp.pl*

Akons – usługi dla budownictwa

PIOTR PIETRASZEK, *piotr.pietraszek@pwr.wroc.pl*

STANISŁAW KANIA, *stanislaw.kania@pwr.wroc.pl*

Politechnika Wroclawska

## ANALIZA PRZYCZYŃ PĘKANIA ŚCIAN DZIAŁOWYCH W NOWO ODDANYM WYSOKIM BUDYNKU MIESZKALNYM W WARSZAWIE

### THE CAUSE ANALYSIS OF PARTITION WALLS CRACKING IN A NEW HIGH APPARTAMENT HOUSE BUILDING IN WARSAW

**Streszczenie** Uszkodzenia ścian nowo oddanych obiektów są niekiedy tak znaczne, że niemożliwe do przyjęcia przez ich użytkowników. Problem ten przedstawiono na przykładzie jednego z mieszkań w wysokim budynku w Warszawie. W poszukiwaniu przyczyn uszkodzeń pomierzono deformacje żelbetowej płyty stropowej. Stwierdzono ponadnormowe ugięcia, których przyczyną było błędne zaprojektowanie stropu między mieszkaniem a garażem, polegające na posadowieniu ciężkich ścian międzylokalowych bezpośrednio na płycie krzyżowo zbrojonej, bez podpór lub podciągów. W referacie omówiono rozwiązania projektowe, które mogłyby zapobiec powstaniu tak dużych uszkodzeń ścian działowych.

**Abstract** Damages of walls in new objects are sometimes so big that they cannot be accepted by their occupiers. This problem was illustrated by the example of one of apartments in a high building in Warsaw. In searching for the reasons of damages, the deformations of the floor plate have been measured. There were stated over-standard deflections, caused by wrong designing of the floor construction between the apartment and the garage, concerning on putting heavy inter-apartment partitions directly on the crossed-reinforced concrete floor plate, without any support or binding joist. Some designing methods were discussed in the paper, which could prevent so big damages of partition walls.

#### 1. Wstęp

Pękanie przegród w nowo oddawanych budynkach jest zjawiskiem częstym, właściwie już „normalnym”. Za jego główną przyczynę tradycyjnie uważa się nierównomierne osiadanie fundamentów w początkowym (zazwyczaj 3-letnim) okresie eksploatacji obiektu. Zjawisko to jest trudne, a prawdopodobnie niemożliwe do całkowitego wyeliminowania. Poza tym stosowanie przewymiarowanych przekrojów elementów konstrukcyjnych w celu wyeliminowania niewielkich zarysowań byłoby działaniem nieuzasadnionym ekonomicznie. Projektanci powinni jednak stosować rozwiązania zmniejszające prawdopodobieństwo pęknięcia przegród. Niekiedy można odnieść wrażenie, że jedynym kryterium, którym się kierują, jest osiągnięcie bezpieczeństwa konstrukcji przy jak najniższych kosztach wykonania, z pominięciem wymogów użytkowych. Efektem nieprzemyślanych rozwiązań są późniejsze problemy eksploatacyjne. Skala uszkodzeń jest czasami tak znaczna, że niemożliwa do przy-

jęcia przez użytkowników [1]. Przykładem tego jest lokal mieszkalny w budynku wielorodzinnym w Warszawie, oddanym do użytku w roku 2008.

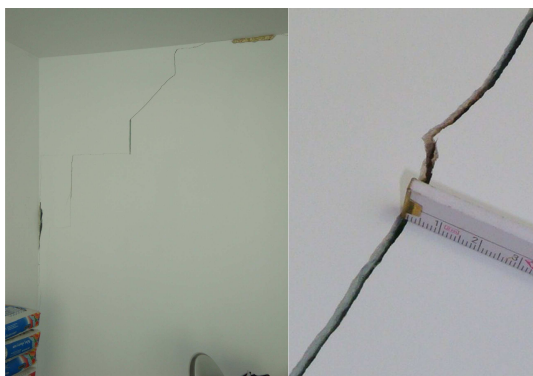
## 2. Opis obiektu

Budynek posiada podpiwniczenie oraz zmienną liczbę kondygnacji nadziemnych, od 8 do 12, co jest wynikiem konieczności dopasowania go do istniejącej zabudowy. Znajdują się w nim trzy klatki schodowe z szybami windowymi. Na poziomie podziemia i parteru mieszczą się garaże wielostanowiskowe i pomieszczenia techniczne, na wyższych kondygnacjach – lokale mieszkalne. Konstrukcja budynku jest szkieletowa, oparta na żelbetowych słupach oraz ścianach usztywniających: szczytowych i usytuowanych wokół trzonów komunikacyjnych. Fundamenty zaprojektowano w postaci masywnych, prostokątnych stóp żelbetowych pod słupami oraz ław pod ścianami konstrukcyjnymi. Zastosowano w całym budynku stropy monolityczne krzyżowo zbrojone o rozpiętości do 7,87 m i grubości (gr.) 25 cm między garażami podziemnymi i 20 cm na wyższych poziomach.

Lokal mieszkalny będący przedmiotem opracowania mieści się na I piętrze wyższej, 12-kondygnacyjnej części budynku. Zajmuje całą jego szerokość, wynoszącą 13,4 m między osiami podłużnych ścian osłonowych. Posiada w rzucie kształt litery L. Graniczy krótką żelbetową ścianą konstrukcyjną z trzonem komunikacyjnym. Od dwóch pozostałych mieszkań jest oddzielony przegrodami z pustaków silikatowych gr. 25 cm. Wzdłuż jednej z tych przegród wykonano dylatację konstrukcji budynku, w związku z czym każdy z sąsiadujących lokali posiada własną ścianę gr. 25 cm. W obrębie lokalu nie ma ścian konstrukcyjnych, lecz jedynie działowe, wykonane z płyt (bloków) gipsowych gr. 8 cm. Ściany osłonowe wymurowane są z pustaków silikatowych gr. 18 cm, ocieplonych od zewnątrz styropianem gr. 12 cm.

## 3. Opis uszkodzeń

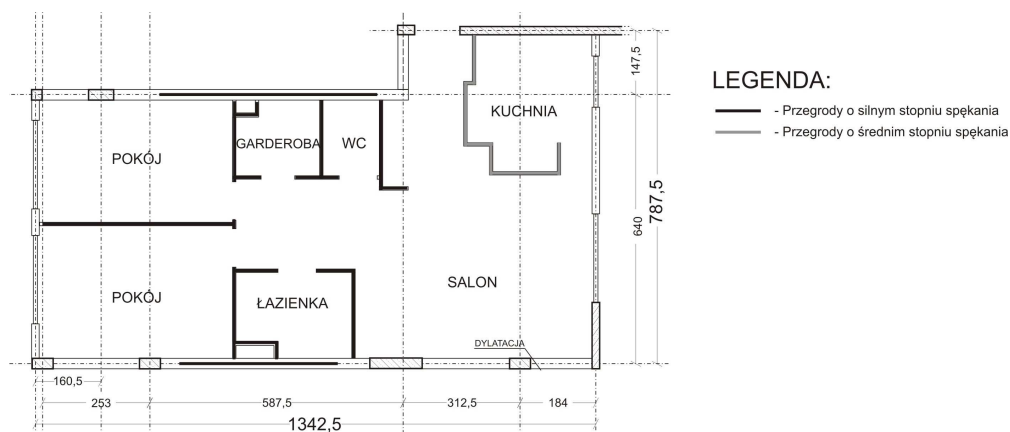
W roku 2008, po otrzymaniu kluczy do nowego mieszkania, właściciel zauważył niepokojące zarysowania ścian. Bardzo liczne rysy o rozwartości 1÷4 mm występowały we wszystkich ściankach z płyt gipsowych gr. 8 cm. Ich przebieg był w większości nieregularny: ukośny, schodkowy (po spoinach płyt) lub poziomy (rys. 1).



Rys. 1. Pęknięcie ściany działowej między pokojem dziennym a łazienką

Przegrody przy aneksie kuchennym były w lepszym stanie – ich zarysowania były nieliczne, o rozwartości nieprzekraczającej 0,5 mm. Doszło także do ukośnych i poziomych spękań obydwu ścian międzylokalowych z pustaków silikatowych gr. 25 cm, występujących prawie

symetrycznie w środkowej części mieszkania, w obrębie łazienki, wc, garderoby i dwóch pokoiw sąsiadujących z tymi pomieszczeniami (rys. 2). Widoczne na tych przegrodach rysy były typowe dla schematu ściany zginanej [2].



Rys. 2. Rzut mieszkania z zaznaczeniem uszkodzeń

Autorzy referatu zostali poproszeni przez właściciela mieszkania o sporządzenie opinii dotyczącej przyczyn spękań ścianek działowych oraz sposobu ich usunięcia. Na podstawie wizji lokalnej przeprowadzonej w roku 2009 stwierdzono wystąpienie błędów. Polegały one na niedokładnym wypełnieniu klejem gipsowym połączeń płyt na wpust i pióro. Skutkiem tego były schodkowe zarysowania ścian na spoinach. Nie powinny one wystąpić, gdyż prawidłowo połączone płyty mają jednorodną wytrzymałość na całej powierzchni [3, 4].

Opisane wyżej błędy nie mogły jednak spowodować tak znacznych pęknięć ukośnych i poziomych. W zestawieniu z uszkodzeniami masywnych ścian z bloków silikatowych między lokalami prowadziło to do wniosku, że główną przyczyną awarii są deformacje konstrukcji budynku. Ze względu na niedostępność dokumentacji projektowej w początkowej fazie analizy uznano, że doszło do dużego osiadania ścian nośnych z bloków silikatowych, które doznały znacznego ugięcia i spękania w środkowej części.

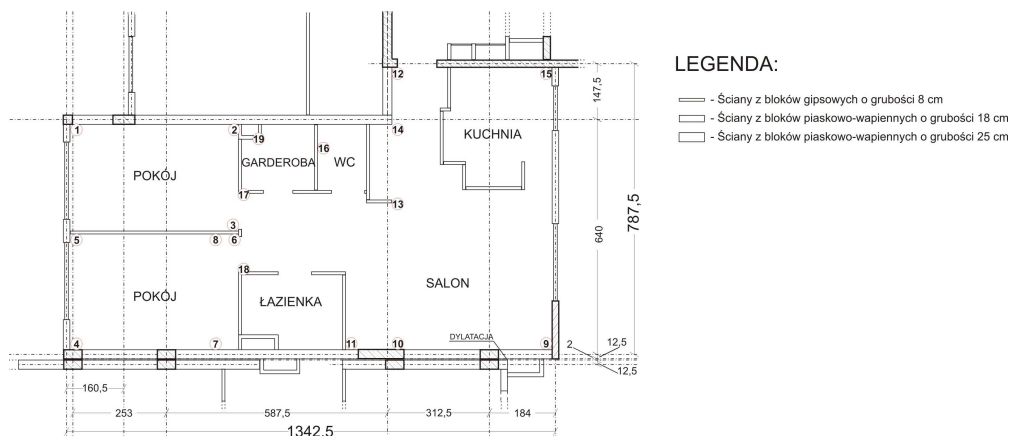
Z powodu dużego rozmiaru uszkodzeń stwierdzono, że ścianki działowe nie kwalifikują się do naprawy. Zalecono ich rozbiórkę i odtworzenie; poza aneksem kuchennym, gdzie wystarczające były miejscowe naprawy pęknięć. Roboty naprawcze zostały wykonane w roku 2009. Konieczność przystąpienia do prac wykończeniowych nie pozwalała dłużej czekać.

W roku 2010 przeprowadzono kolejne oględziny lokalu, który do tego czasu został kompletnie wykończony. Stwierdzono brak pęknięć samych ścianek działowych. Doszło do pojawienia się rys w miejscach połączeń niektórych ścianek ze stropem. Uszkodzenia te można stosunkowo łatwo naprawić poprzez założenie ozdobnych listew lub wykonanie równego nacięcia w narożu i wypełnienie go elastyczną masą akrylową.

#### 4. Pomiary i analiza odkształceń stropu

Właściciel był zainteresowany dokładnym ustaleniem przyczyn powstałych uszkodzeń, które naraziły go na stresy i dodatkowe koszty oraz spowodowały zwłokę we wprowadzeniu się do lokalu. W związku z tym podczas powtórnych oględzin w roku 2010 wykonano pomiary odkształceń dolnej powierzchni sufitu nad lokalem. Pomiary poziomu posadzki lokalu okazały się niemiernodajne, gdyż deformacje konstrukcji stropu zostały wyrównane warstwami

wykończeniowymi, podczas gdy strop pokryto tylko cienką warstwą tynku gipsowego. Na rysunku nr 3 zaznaczono miejsca pomiarów. Są one zlokalizowane głównie w narożach ścian, gdyż chodziło o uchwycenie wielkości ich odkształceń postaciowych. Nie udało się zmierzyć odkształceń ściany międzylokalowej w łazience, w której strop zasłonięty jest sufitem podwieszonym. Pomiarzy przeprowadzono przy użyciu niwelatora optycznego (rys. 4).



Rys. 3. Punkty pomiaru ugięć dolnej płaszczyzny stropu nad mieszkaniem



Rys. 4. Pomiar poziomu sufitu nad mieszkaniem za pomocą niwelatora optycznego

W tabelicy nr 1 zestawiono zmierzone różnice poziomu poszczególnych punktów pomiarowych w stosunku do najwyższego punktu nr 9 w narożu ścian międzylokalowej i osłonowej. W pobliżu podpór (liczby wytłuszczone) wartości te były stosunkowo niewielkie. Jedynie w punkcie nr 4 odchyłka wyniosła 32 mm, zaś w pozostałych punktach od 5 do 17 mm. W przypadku miejsc oddalonych od podpór uzyskano wartości od 21 do 72 mm. Tak znaczne deformacje stropu przekładają się na pomierzoną wysokość pomieszczeń w stanie wykończeniowym. Wynosi ona od 2,600 m w punkcie nr 1 do 2,541 m w punkcie nr 6, przy czym odległość między punktami 1 i 6 wynosi około 5,4 m. Ugięcie bezwzględne stropu na odcinku 1÷6 wyniosło  $72 - 5 = 67$  mm, czyli 12,4 mm na 1 m.

Tablica 1. Różnice poziomu punktów pomiarowych w odniesieniu do punktu nr 9

Nr punktu pomiarowego	<b>1</b>	2	3	<b>4</b>	5	6	7	8	<b>9</b>	<b>10</b>
Wynik pomiaru [mm]	<b>-5</b>	-43	-62	<b>-32</b>	-25	-72	-21	-59	<b>0</b>	<b>-14</b>
Nr punktu pomiarowego	<b>11</b>	<b>12</b>	13	14	<b>15</b>	16	17	18	19	
Wynik pomiaru [mm]	<b>-17</b>	<b>-10</b>	-47	-35	<b>-7</b>	-59	-69	-60	-51	

W tablicy nr 2 przedstawiono ugięcia stropu na innych odcinkach wzdłuż uszkodzonych ścian. Uzyskane wartości od 6,7 do 19,1 mm/m są bardzo wysokie, a odpowiadające im kąty odkształcenia postaciowego ścian wynoszą od 6,7 do 19,1 miliradiana. Tak znacznych odkształceń płyty stropowej nie były w stanie przenieść bez spekań nie tylko smukłe ścianki z płyt gipsowych, lecz także masywne ściany z bloczków silikatowych gr. 25 cm. Dla porównania, w normie [5] określono dopuszczalny kąt odkształcenia postaciowego ścian usztywniających poddanym pionowym siłom ścinającym lub deformacjom podłoża gruntowego jako  $\theta_{adm} = 0,5$  miliradiana przy oddziaływaniach doraźnych. W przypadku oddziaływań długotrwałych wartość tę można zwiększyć do  $\theta_{adm} (1 + \eta_E \varphi_{oo}) = 0,5 \cdot (1 + 0,3 \cdot 1,5) = 0,725$  miliradiana. Odpowiada to ugięciu podłoża 0,725 mm/m. Ściany mieszkania nie pełnią oczywiście funkcji usztywniającej dla konstrukcji budynku, jednak to porównanie obrazuje skalę odkształceń.

Tablica 2. Ugięcie stropu na odcinkach między punktami pomiarowymi

Punkty	Różnica poziomu punktów	Długość odcinka	Ugięcie Stropu	Uwagi
	[mm]		[mm/m]	
1÷2	38,0	4,60	8,3	rysy na ścianie z bloków silikat. gr. 25 cm
1÷19	46,0	5,30	8,7	rysy na ścianie z bloków silikat. gr. 25 cm
2÷3	19,0	2,82	6,7	rysy na ścianie z bloków gipsowych gr. 8 cm
5÷6	47,0	4,60	10,2	rysy na ścianie z bloków gipsowych gr. 8 cm
6÷7	51,0	3,20	15,9	rysy na ścianie z bloków gipsowych gr. 8 cm
11÷16	42,0	2,20	19,1	rysy na ścianie z bloków gipsowych gr. 8 cm

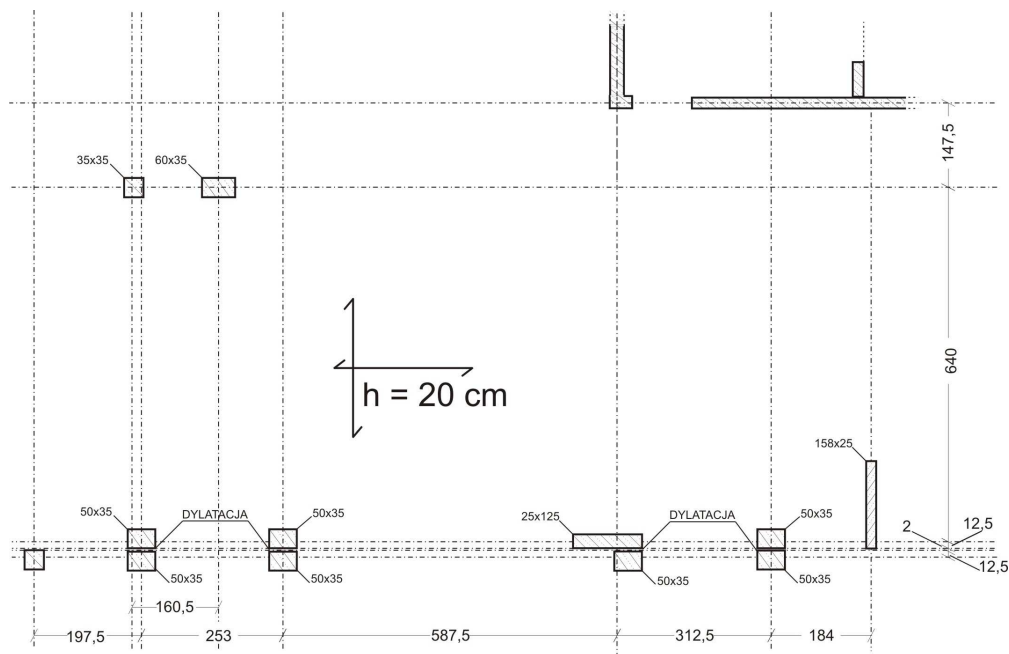
Rozpatrując kwestię deformacji stropu zgodnie z kryterium stanu granicznego użytkowania, należy uwzględnić wymogi normy [6]. Określono w niej dopuszczalne ugięcia stropów żelbetowych pod długotrwałym obciążeniem w sposób następujący:

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

W najbardziej obniżonej strefie stropu (punkty nr 3 i 6) strzałka ugięcia mierzona względem punktów pomiarowych przy podporach wyniosła średnio 50÷60 mm, przy rozpiętości osiowej między podporami od 6,40 do 7,87 m. Maksymalne ugięcie płyty wynosi zatem 1/104, prawie dwukrotnie więcej niż dopuszczalne w normie [6]. W praktyce wymienione wyżej warunki stanu granicznego użytkowania stropów żelbetowych są i tak niewystarczające. Sprawdzenie maksymalnego ugięcia stropu nie zabezpiecza przed pękaniem posadowionych na nim ścian [7].

### 5. Przyczyny odkształceń stropu

W wyniku oględzin kondygnacji parterowej pod lokalem mieszkalnym (z parkingiem wielostanowiskowym), oraz analizy dokumentacji projektowej budynku stwierdzono, że płyta stropowa pod mieszkaniem oparta jest na swoim obwodzie na sześciu słupach i dwóch krótkich ścianach żelbetowych (rys. 5). Zbrojenie dolne i górne płyty zaprojektowano z prętów  $\phi 12$  mm co 20 cm ze stali RB500W, klasa betonu B37. Pod ścianami ostonowymi znajdują się podciągi o wysokości 42 cm (w tym wysokość stropu 20 cm). Ściany międzylokalowe stoją bezpośrednio na płycie stropu, bez żadnych podpór lub podciągów.



Rys. 5. Rzut płyty stropowej pod mieszkaniem z zaznaczeniem podpór

Mury z pustaków silikatowych gr. 25 cm wraz z obustronnym tynkiem gipsowym gr. 15 mm przy wysokości kondygnacji 2,7 m powodują obciążenie stałe stropu na jeden metr bieżący:  $(18,0 \times 0,25 + 9,0 \times 0,015 \times 2) \times 2,7 \times 1,0 = 12,9$  kN. Posadzenie tak ciężkich przegród na płycie żelbetowej gr. 20 cm bez żadnych elementów wzmacniających było przyczyną stwierdzonych deformacji stropu, co w efekcie doprowadziło do uszkodzenia ścian działowych między pomieszczeniami i między sąsiednimi lokalami.

W trakcie wizji lokalnej próbowano zmierzyć odkształcenia dolnej powierzchni stropu nad garażem. Jest ona jednak oklejona grubą warstwą ocieplenia z wełny mineralnej pokrytej wyprawą tynkarską, maskującą w dużym stopniu deformacje płyty stropowej. Brak licznych spękań warstw ociepleniowych pozwala wnioskować, że ułożono je po wykonaniu stanu surowego budynku, w tym ścian wewnętrznych, kiedy strop był już silnie ugięty. Zaobserwowano jedynie dwie równoległe rysy biegnące na całej długości mieszkania wzdłuż dylatacji, powstałe w wyniku ugięcia stropu pod ścianami międzylokalowymi (rys. 6).



Rys. 6. Widok zarysowań powierzchni dolnej stropu nad garażem pod ścianami międzylokalowymi

## 6. Wnioski

Po dokonaniu dwóch wizji lokalnych połączonych z analizą dokumentacji budynku stwierdzono, że rozległe spękania ścian działowych w lokalu mieszkalnym na I piętrze 12-kondygnacyjnego budynku spowodowane były posadowieniem zbyt ciężkich ścian z bloczków silikatowych gr. 25 cm na stropowej płycie żelbetowej gr. 20 cm bez żadnych podpór lub wzmocnień w postaci podciągów.

Powodem, dla którego pod przegrodami międzylokalowymi nie zaprojektowano ścian, jest niewątpliwie funkcja kondygnacji parterowej, na której ulokowano garaż wielostanowiskowy. Nie wiadomo jednak, dlaczego nie zastosowano w tym miejscu podciągów. Wysokość kondygnacji parterowej garażu wynosi 2,99 m, podczas gdy wysokość otworu wjazdowego tylko 2,00 m. Jako ciekawostkę można potraktować wydarzenie, jakie miało miejsce w trakcie wizji lokalnej. Jeden z mieszkańców budynku poprosił o sprawdzenie, dlaczego nie może wjechać do garażu osobowym „vanem” o wysokości poniżej 2,00 m. Okazało się, że powodem jest ugięcie stropu nad otworem wjazdowym, którego strzałka wynosi około 3 cm.

W przypadku wysokiego budynku szkieletowego o tak nieregularnym układzie słupów i dużym ich rozstawie należało zaprojektować podciągi pod ciężkimi ścianami. Zakładając nawet, że nie można było zastosować podciągów, projektant mógł przyjąć wykonanie żelbetowych nadciągów współpracujących z płytą stropową, które stanowiłyby właściwe oparcie dla ciężkich ścian. Patrząc na rzut mieszkania nasuwa się też spostrzeżenie, że narożnik ściany międzylokalowej w pobliżu wc powinien być podparty słupem lub wariantowo wspornikiem żelbetowym wypuszczonym ze ściany żelbetowej ciągu komunikacyjnego.

Sugerowanym rozwiązaniem projektowym byłoby zastosowanie między lokalami ścian nie pełniących jedynie funkcji wypełnienia, lecz „ścian skrępowanych”, współpracujących z konstrukcją budynku [8]. Wymagałoby to wykonania dodatkowych słupów tworzących sztywne tarcze ze ścianami. Możliwe było też zaprojektowanie całych ścian jako żelbetowych, połączonych monolitycznie z krzyżowo zbrojonymi płytami stropowymi. Pozwoliłoby to nie tylko uniknąć problemów wynikających z dużego ugięcia stropów, lecz także zwiększyć sztywność przestrzenną budynku. Obecnie posiada on niewiele ścian usztywniających. Tarcze stropowe oparto na pojedynczych, rzadko rozstawionych słupach, co przy dzia-



łaniu sił poziomych i różnicach osiadania fundamentów sprzyja deformacjom konstrukcji budynku.

W sytuacji, gdy projektantowi zależało na maksymalnym „odchudzeniu” stropów, mógł wziąć pod uwagę zastosowanie lżejszych ścian międzylokalowych, np. warstwowych – z płyt gipsowych oddzielonych wełną mineralną i pustką powietrzną [9]. Rozwiązanie to zapewnia odpowiednią izolacyjność akustyczną ( $R_{AIR} > 50$  dB) i termiczną oraz wysoką odporność ogniową przegród (EI 240). Obciążenie liniowe stropu ścianą złożoną z dwóch warstw płyt gr. 8 cm wraz z wełną mineralną wyniosłoby  $1,55 \times 2,8 = 4,3$  kN/m wobec 12,9 kN/m w przypadku ścian z bloczków silikatowych; byłoby więc trzykrotnie mniejsze.

Opisane w opracowaniu uszkodzenia przegród działowych w jednym z mieszkań w wysokim budynku w Warszawie należy ocenić jako nietypowo duże. Jak jednak wykazuje praktyka budowlana, pękanie ścian to jedna z najczęściej zgłaszanych usterek przez użytkowników lokali. Wpływ na to zjawisko ma między innymi fakt coraz częstszego projektowania ustrojów szkieletowych w miejsce tradycyjnych konstrukcji ze stropami opartymi na ścianach. Z doświadczeń wynika, że konstrukcje płytowo-słupowe są znacznie mniej odporne na zarysowania ścian wypełniających w porównaniu do tradycyjnych [8].

### Literatura

1. Gajownik R.: Nowa norma murowa PN-B-03002:2007 ostatnim etapem przed wprowadzeniem Eurokodu 6. Materiały Budowlane nr 4/2008.
2. Jasiński R.: Teoretyczne kryteria zniszczenia muru ścinanego. Materiały Budowlane nr 10/2009.
3. Kania S., Kobusiński A.: Awarie ścian z bloków gipsowych. XXI Konferencja Naukowo-Techniczna AWARIE BUDOWLANE, Szczecin-Międzyzdroje 2003.
4. Kania T.: Pękanie ścian nienośnych w domach pasywnych w Czechach. XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna AWARIE BUDOWLANE, Szczecin-Międzyzdroje 2009.
5. PN-B-03002:2007 Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie.
6. PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenie statyczne i projektowanie.
7. Piotrowski A.: Pękające ścianki działowe. Materiały Budowlane nr 5/2007.
8. Misiewicz L.: Nowoczesne technologie w budownictwie a problemy zarysowania ścian. Materiały Budowlane nr 2/2009.
9. Kania S.: Ekonomiczne ściany międzymieszkaniowe z bloków MultiGips. Materiały Budowlane nr 4/2010.