



USZKODZENIA JEDENASTOKONDYGNACYJNEGO BUDYNKU MIESZKALNEGO O KONSTRUKCJI WIELKOPŁYTOWEJ SPOWODOWANE WYBUCHEM GAZU

MARIAN PŁACHECKI, *emplacheccy@neostrada.pl*

Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna w Jarosławiu

KRZYSZTOF KOZIŃSKI

Politechnika Krakowska

Streszczenie: W referacie przedstawiono skutki wybuchu gazu w mieszkaniu znajdującym się na trzecim piętrze jedenastokondygnacyjnego budynku, zaprojektowanego i wykonanego w latach 70. ubiegłego wieku, w systemie wielkopłytowego budownictwa mieszkaniowego WK-70. Opisano przeprowadzone prace zabezpieczające obiekt bezpośrednio po zaistniałym zdarzeniu, rodzaje powstałych uszkodzeń oraz zakres wykonanych napraw i wzmocnień konstrukcji budynku.

Słowa kluczowe: budownictwo wielkopłytowe, system WK-70, wybuch gazu, uszkodzenia i naprawy konstrukcji żelbetowych.

1. Wstęp

Pomimo tego, że budynki wykonywane w systemie wielkopłytowym nie były projektowane na obciążenia wyjątkowe, wywołane nadciśnieniem powstałym po lokalnym wybuchu gazu, to dotychczas nie odnotowano przypadku całkowitego zniszczenia konstrukcji wskutek wybuchu [4]. Jedną z największych tego typu katastrof budowlanych w Polsce miała miejsce w 1995 r. w Gdańsku. Wybuch gazu na parterze jedenastokondygnacyjnego budynku spowodował zniszczenie trzech dolnych kondygnacji, a mimo to obiekt nie zawalił się – konstrukcja była jednak mocno uszkodzona, dlatego konieczna była rozbiórka budynku. W 1982 r. w Łodzi, na parterze dwunastokondygnacyjnego budynku mieszkalnego eksplozja gazu zniszczyła naroże obiektu w kondygnacji parteru i pierwszego piętra – konstrukcję budynku udało się odbudować. Z kolei wybuch gazu w Kielcach w 2011 r. na ostatnim piętrze pięciokondygnacyjnego budynku spowodował konieczność wyburzenia części obiektu [3].

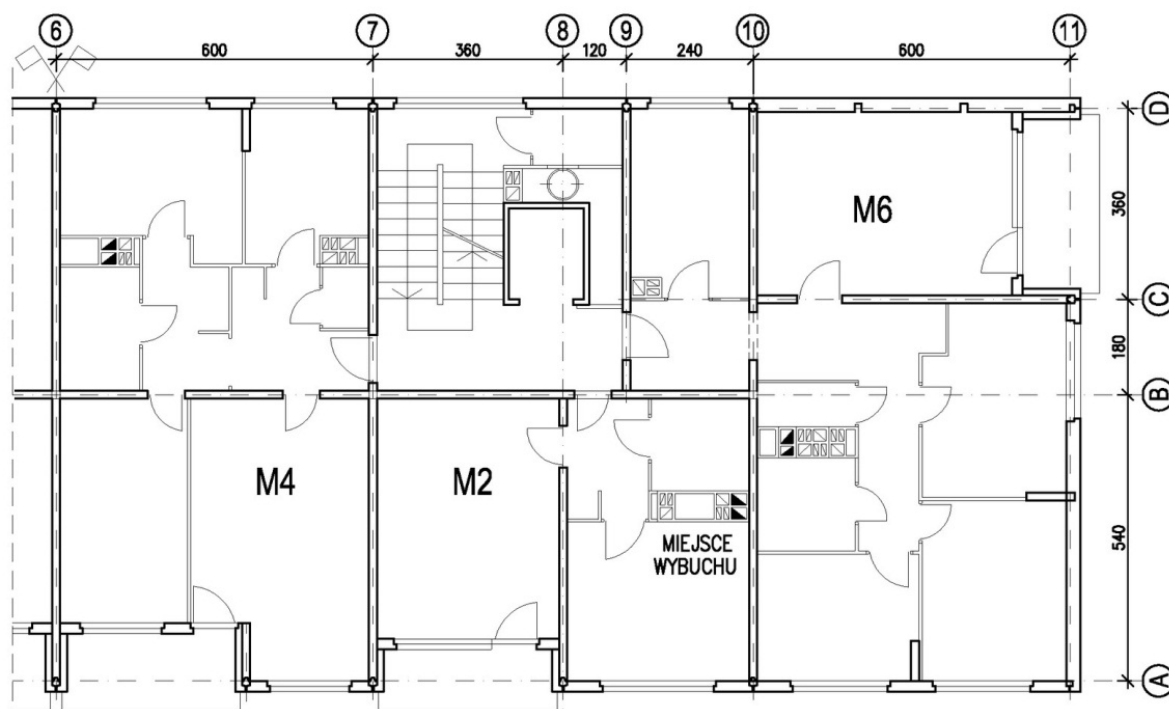
W referacie przedstawiono przypadek uszkodzeń w konstrukcji jedenastokondygnacyjnego budynku mieszkalnego, wykonanego w technologii wielkopłytowej WK-70, spowodowanych wybuchem gazu w mieszkaniu usytuowanym w środkowej strefie kondygnacji III piętra, wraz z opisem zastosowanych rozwiązań projektowych i ich realizacji w celu przywrócenia pełnej sprawności użytkowej konstrukcji budynku. Referat nie obejmuje odrębnie przeprowadzonych badań i napraw w zakresie instalacji wyposażenia technicznego budynku.

2. Opis konstrukcji budynku

Przedmiotowy wielorodzinny budynek mieszkalny został zaprojektowany i wykonany w systemie wielkopłytowego budownictwa mieszkaniowego WK-70. Jest to obiekt dwuklatkowy, posiada jedenaście kondygnacji nadziemnych i jest całkowicie podpiwniczony. Ma zwartą bryłę i prostokątny plan zabudowy – wymiary rzutu poziomego 11,79 m × 38,79 m, wysokość

36,70 m. Ściany nośne piwnic (zewnętrzne i wewnętrzne) zostały wykonane jako monolityczne, wylewane na budowie, wszystkie pozostałe ściany są prefabrykowane. Ustrój nośny pionowy budynku stanowią poprzecznie usytuowane ściany wewnętrzne (W) o grubości 15 cm. Wzdłuż osi środkowej budynek usztywniony jest podłużnymi ścianami wewnętrznymi (W, o grubości 15 cm). Dodatkowe usztywnienie obiektu stanowią, usytuowane podłużnie i poprzecznie, fragmenty ścian zewnętrznych nośnych ZWS. Są to ściany znajdujące się pomiędzy osiami: 1-2/D i 10-11/D (elewacja północna), A-C/1 (elewacja zachodnia) i A-C/11 (elewacja wschodnia) – patrz rys. 1.

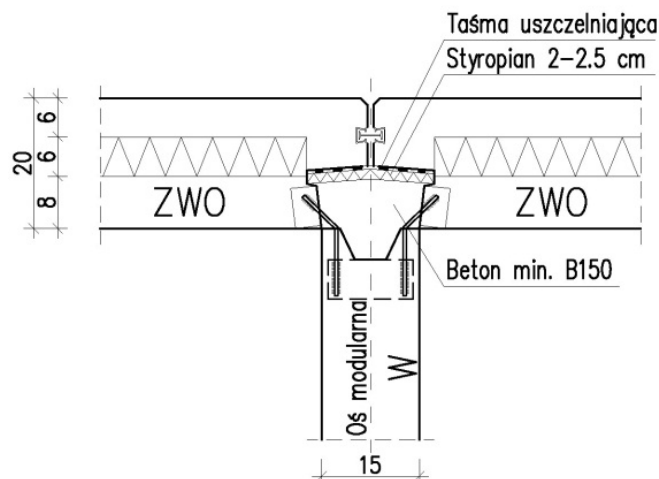
Stropy stanowią żelbetowe płyty prefabrykowane o wysokości przekroju poprzecznego 16 cm i rozpiętości dostosowanej do rozstawu modularnego ścian nośnych W i ZWS tj. 2.4 m, 3.60 m, 4.80 m i 6.0 m.



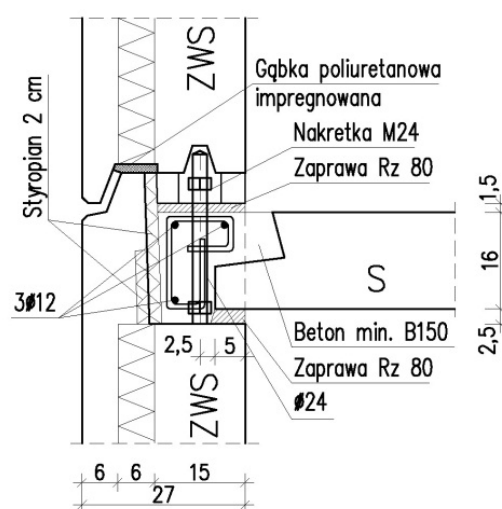
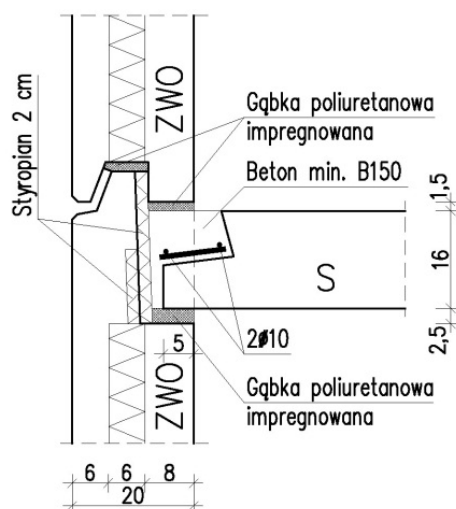
Rys. 1. Fragment rzutu piętra typowego pomiędzy osiami 6-11 (część pomiędzy osiami 1-6 jest odbiciem lustrzanym przedstawionego rzutu)

Zewnętrzne ściany kondygnacji nadziemnych, w płaszczyznach osi podłużnych od strony loggii oraz od strony wejścia do klatek schodowych, pełnią rolę ścian osłonowych ZWO (za wyjątkiem opisanych wcześniej fragmentów na elewacji północnej). Ściany osłonowe ZWO połączone są poziomymi dyblami ze ścianami poprzecznymi W (rys. 2). Wzdłuż dolnej krawędzi ściany osłonowe oparte są na płytach stropowych w sposób pokazany na rys. 3. Ściany osłonowe typu ZWO mają konstrukcję warstwową: wewnętrzna warstwa betonowa o grubości 8 cm, izolacja termiczna ze styropianu 6 cm i zewnętrzna warstwa fakturowa z betonu drobnziarnistego o grubości 6 cm – łączna grubość ściany ZWO wynosi 20 cm.

Ściany nośne zewnętrzne ZWS, podobnie jak ściany osłonowe ZWO, mają konstrukcję trójwarstwową z tą różnicą, że wewnętrzna warstwa nośna w ZWS ma grubość 15 cm, czyli ich całkowita grubość wynosi 27 cm. Sposób oparcia stropu na ścianach ZWS pokazano na rys. 4.



Rys. 2. Połączenie dyblowe zewnętrznych ścian osłonowych ZWO ze ścianami wewnętrznymi W



Rys. 3. Oparcie zewnętrznych ścian osłonowych ZWO na płycie stropowej

Rys. 4. Oparcie płyty stropowej na zewnętrznych ścianach nośnych ZWS

W trakcie przeprowadzonej termoizolacji budynku, polegającej na obłożeniu ścian od strony zewnętrznej warstwą styropianu grubości 6 cm i wykonaniu tynku metodą lekką – mokrą, w ścianach zewnętrznych trójwarstwowych (osłonowych ZWO i nośnych ZWS), wykonano dodatkowe zakotwienia zewnętrznej warstwy fakturowej grubości 6 cm.

3. Uszkodzenia budynku spowodowane wybuchem gazu

Wybuch gazu miał miejsce na III piętrze, w kuchni mieszkania M2 (rys. 1) i spowodował powstanie następujących uszkodzeń w konstrukcji budynku:

- w kuchni mieszkania M2 zewnętrzna ściana osłonowa ZWO w dolnej części została wypchnięta na zewnątrz budynku o około 30 cm. Przesunięcie tej ściany spowodowało częściowe zniszczenie warstwy fakturowej ściany niższej kondygnacji (rys. 6),
- w pokoju mieszkania M2 zewnętrzna ściana osłonowa loggii ZWO została oderwana od konstrukcji ścian wewnętrznych,
- elementy stalowe balustrady loggii mieszkania M2 zostały wyrwane ze ściany, a czołowa obudowa betonowa przechyliła się o około 30 stopni na zewnątrz budynku (rys. 5),

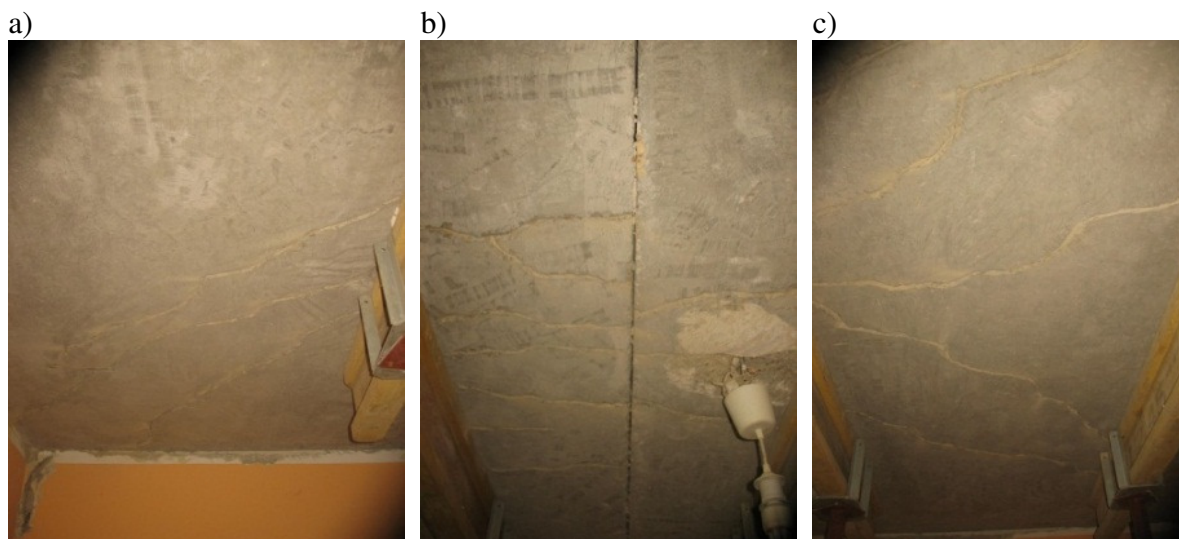


Rys. 5. Widok na zniszczone ściany osłonowe ZWO w mieszkaniu M2



Rys. 6. Zniszczona ściana osłonowa w kuchni mieszkania M2 w trakcie demontażu

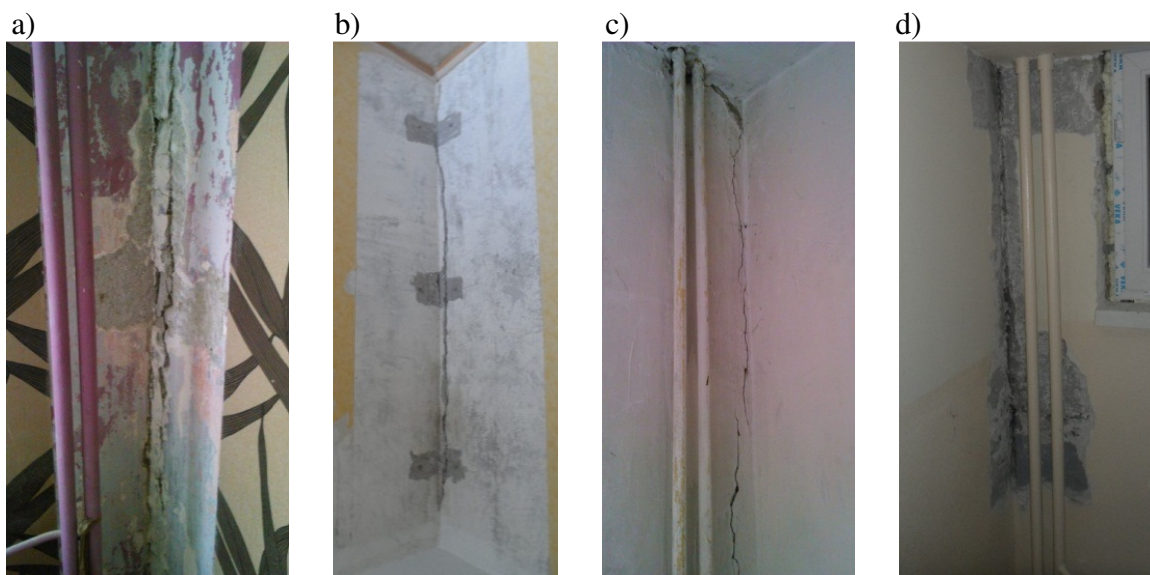
- nośna ściana wewnętrzna (W) w osi 7 (oddzielająca mieszkanie M2 od mieszkania M4) zarysowała się poziomo na całej długości. Zarysowanie występowało w środkowej części ściany od strony mieszkania M4. Ślad zarysowania miał rozwartość około 0,05 mm,
- prefabrykowane płyty stropowe znajdujące się pod i nad mieszkaniem, w którym miał miejsce wybuch gazu, uległy zarysowaniu (rys. 7). Największe rysy, o rozwartości około 0,2 mm, powstały w stropie pod pokojem mieszkania M2 - zarysowania obejmowały niemalże całą powierzchnię stropu. Przebieg rys był prostopadły do nadproża okiennego (rozpiętości stropu, rys. 7 b), a w miarę zbliżania się do ściany wewnętrznej W w osi B kierunek rys zmieniał się – rysy kumulowały się w narożach stropu w osiach 7/B i 8/B (rys. 7 a i 7 c),



Rys. 7. Zarysowania płyt stropowych

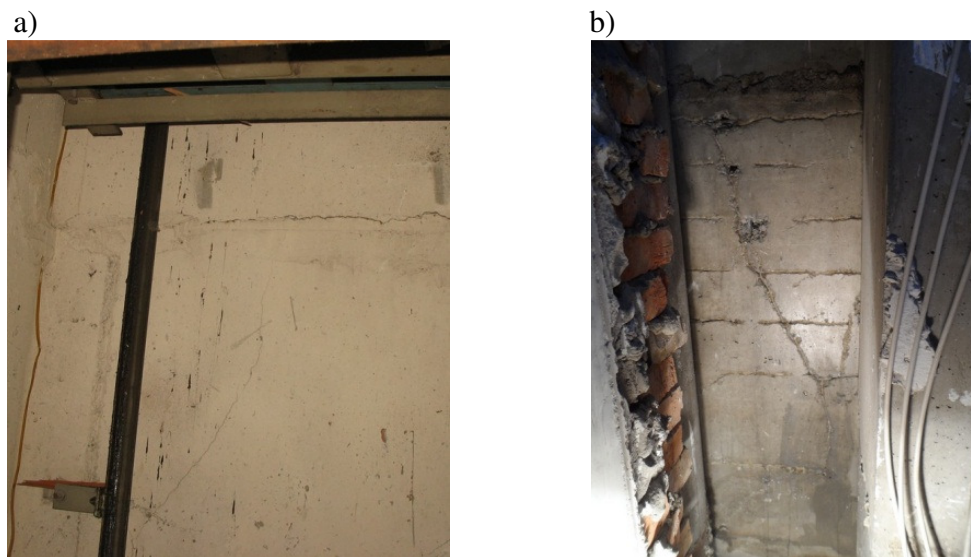
- złącza zewnętrznych ścian osłonowych ZWO i ścian wewnętrznych W uległy zarysowaniu (rys. 8). Rysy wystąpiły w złączach ścian na klatce schodowej w osi 7/D i 9/D od I do VI piętra – z poziomu spocznika międzypiętrowego widoczne były również zarysowania na styku ścian ZWO ze spocznikami. Zarysowaniu uległy również złącza ścian w mieszkaniach bezpośrednio przylegających do mieszkania, w którym miał miejsce wybuch gazu – w złączach

w osi 7/A i 10/A oraz w pokoju mieszkania M2, w miejscu styku ściany podłużnej w osi B ze ścianami poprzecznymi w osiach 7 i 8,



Rys. 8. Zarysowane złącza ścian wewnętrznych W i osłonowych ZWO: a i b) w mieszkaniach, c i d) na klatce schodowej

– jeden z prefabrykowanych elementów szybu windowego (na III piętrze) uległ uszkodzeniu. W ścianach prefabrykatu, znajdujących się naprzeciwko i po prawej stronie wejścia do szybu, widoczne były zarysowania i pęknięcia od strony zewnętrznej i wewnętrznej (rys. 9). Zarysowaniu uległo również nadproże drzwiowe szybu.



Rys. 9. Uszkodzenia szybu windowego: a) od strony wewnętrznej, b) od strony zewnętrznej

Oprócz wyżej opisanych uszkodzeń konstrukcji budynku, nadciśnienie wewnętrzne, powstałe po wybuchu gazu, spowodowało w części mieszkań oraz na klatce schodowej (do VI piętra włącznie) zniszczenie lub uszkodzenie: okien, drzwi zewnętrznych i wewnętrznych, ścianek działowych (rys. 10 b) oraz przewodów kominowych (rys. 10 c). Drzwi szybu windowego na trzecim piętrze zostały wepchnięte do środka trzonu windowego (rys. 10 a), a drzwi

szybu na wszystkich pozostałych piętrach zostały przesunięte na zewnątrz. Zniszczona również została obudowa szybu windowego.



Rys. 10. Uszkodzenia: a) drzwi szybu na III p., b) ścianek działowych, c) przewodów kominowych

4. Konieczny zakres prac zabezpieczających i naprawczych

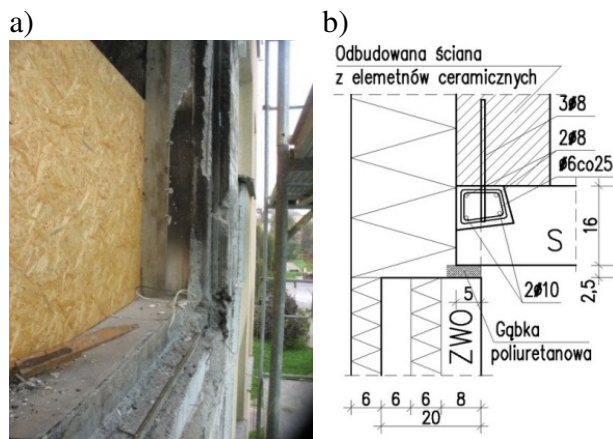
W związku z zaistniałym zdarzeniem w całym budynku zostały odcięte wszystkie media oraz ewakuowano mieszkańców – z mieszkań przynależnych do jednej klatki schodowej. Na zewnątrz budynku wygradzone zostały strefy niebezpieczne. W trybie zabezpieczenia uszkodzonych elementów konstrukcji budynku przed oderwaniem się (pod nadzorem autorów niniejszego opracowania oraz zgodnie z zaleceniami Powiatowego Inspektoratu Nadzoru Budowlanego), zdemontowano uszkodzone w mieszkaniu M2:

- płytę czołową i zewnętrzną ścianę osłonową loggii (rys. 5),
- zewnętrzną ścianę osłonową w kuchni (rys. 6).

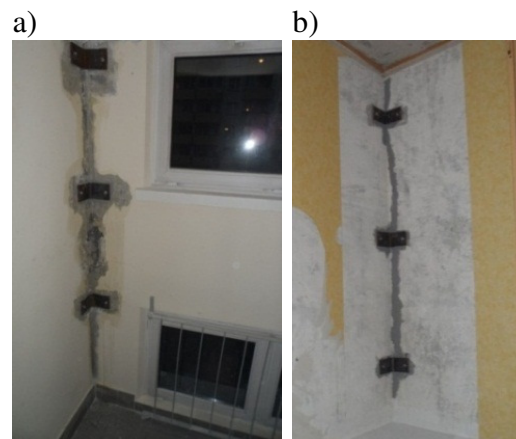
Zabezpieczono również otwarte przestrzenie w mieszkaniach i na klatce schodowej płytą OSB i folią budowlaną.

Autorzy niniejszego referatu przeprowadzili szczegółowe badania stanu technicznego konstrukcji całego obiektu [2] i na tej podstawie przeprowadzone zostały w budynku następujące prace naprawcze w zakresie konstrukcji :

- odbudowano z elementów ceramicznych, zdemontowane w kuchni i pokoju mieszkania M2 ściany osłonowe, pozostawiając pomiędzy ścianą a stropem pustą przestrzeń o wysokości około 3 cm. Elementy te, w każdej spoinie, zostały poziomo skotwione z nośnymi ścianami wewnętrznymi, a pusta przestrzeń pomiędzy stropem i ścianą została wypełniona pianką poliuretanową. W kuchni mieszkania M2 konieczne było dobetonowanie fragmentu stropu, na którym oparto ścianę ceramiczną (rys. 11 b),
- odtworzono zniszczoną balustradę loggii,
- wzmocniono zarysowane złącza ścian (opisane w pkt 3) kątownikami stalowymi (rys. 12),
- wzmocniono uszkodzone stropy, w miejscu występujących zarysowań, płaskownikami stalowymi – płaskowniki przyklejono i przykręcono do stropu kotwami, a następnie obudowano płytami gipsowo-kartonowymi na ruszcie stalowym (rys. 13),
- uszkodzone ściany prefabrykowanej konstrukcji szybu windowego poddano iniekcji ciśnieniowej, a następnie wzmocniono warstwą torkretu zbrojonego (rys. 14).



Rys. 11. Kuchnia mieszkania M2: a) krawędź stropu po demontażu ściany osłonowej ZWO, b) dobetonowany fragment stropu i odbudowana ściana osłonowa



Rys. 12. Wzmocnienie zarysowanych złączy ścian wewnętrznych W i osłonowych ZWO: a) w klatce schodowej, b) w mieszkaniu



Rys. 13. Wzmocnienie zarysowanych płyt stropowych: a) wzmocnienie stropu, b) zabezpieczenie wzmocnienia płytami gipsowo-kartonowymi



Rys. 14. Wzmocnienie konstrukcji szybu windowego – jednego segmentu na III piętrze

5. Podsumowanie

Główne uszkodzenia konstrukcji analizowanego budynku, spowodowane nadciśnieniem wewnętrznym, powstałym po wybuchu gazu, powstały lokalnie w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca wybuchu i nie spowodowały zagrożenia dla bezpieczeństwa konstrukcji całego

obiektu. Do ograniczenia skutków wybuchu przyczynił się korzystny w tym przypadku układ konstrukcyjny budynku oraz lokalizacja miejsca zdarzenia. Wszystkie ściany zewnętrzne od strony południowej pełniły funkcję osłonową. Wybuch gazu spowodował wypchnięcie ścian ZWO w kuchni i w pokoju mieszkania M2 i powstanie otworów dekompresyjnych, zmniejszających ciśnienie wewnętrzne. Mieszkanie M2 usytuowane było naprzeciwko szybu windowego – siła uderzeniowa zniszczyła drzwi zewnętrzne w mieszkaniu, drzwi szybu windowego oraz lekką obudowę szybu. Znaczna część nadciśnienia wewnętrznego przedostała się do wnętrza szybu oraz na klatkę schodową, co przyczyniło się do ograniczenia zniszczeń w konstrukcji budynku.

Przedstawiony przypadek o charakterze katastrofy budowlanej potwierdza istniejącą odporność i trwałość budynków o konstrukcji wielkopłytywowej, ze ścianami nośnymi poprzecznymi i podłużnymi, połączonymi między sobą i ze stropami podatnymi złączami pionowymi i poziomymi, na obciążenia eksploatacyjne (z obciążeniami wyjątkowymi włącznie), które mogą wystąpić w trakcie użytkowania budynku [1, 2].

Wykonanie prac zabezpieczających (konstrukcyjnych i instalacyjnych) oraz odbudowa zniszczonych elementów, ingerujących w ustrój konstrukcji budynku, przy obowiązującym prawie budowlanym, wymagają uzgodnienia z organem architektoniczno-budowlanym. Szybka realizacja przywrócenia pełnej sprawności technicznej budynku, zakwalifikowana jako likwidacja skutków katastrofy budowlanej, była możliwa dzięki przejęciu czynności uzgodnieniowych przez organ powiatowego nadzoru budowlanego.

Literatura

1. Ligęza W., Płachecki M. Stan zagrożenia i jego likwidacja w konstrukcji budynku wielkopłytywowego, *Inżynieria i Budownictwo* 5/2001.
2. Płachecki M., Koziński K.. Ekspertyza stanu technicznego konstrukcji budynku mieszkalnego wielorodzinnego uszkodzonego w wyniku wybuchu gazu, Kraków 2014.
3. Ślusarczyk J., Wójcicki A. Skutki wybuchu gazu w budynku o konstrukcji żelbetowej wielkopłytywowej, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane, 2011.
4. Wierzbicki S., Sieczkowski J. Konstrukcje budynków wielkopłytowych z punktu widzenia zabezpieczenia przed awarią oraz możliwości ich modernizacji, XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane, 2013.

DAMAGES OF ELEVEN-STOREY LARGE-PANEL HOUSING BUILDING CAUSED BY GAS EXPLOSION

Abstract: In the paper there are presented the effects of gas explosion for the flat localized on the third floor of eleven-storey building designed and constructed in the 70-ties of the last century within the WK-70 system for large-panel housing building. There are described conducted works protecting the object directly after the accidental event as well as types of damages occurred and the scope of realized repair and strengthening works for building structure.

Keywords: large panel structures, system WK-70, gas explosion, damages and repairs of RC structures.