

# Awaria i katastrofa budowlana w dwóch remontowanych budynkach

RADOSŁAW SEKUNDA<sup>1,\*</sup>, JACEK SZER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa

<sup>2</sup>Politechnika Łódzka, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

**Streszczenie:** W artykule podjęto temat awarii i katastrofy budowlanej powstałych w trakcie prowadzenia robót remontowych oraz związanych z przebudową obiektów budowlanych. Opisano dwa przypadki powstania awarii i katastrofy budowlanej wynikających z wadliwej technologii i organizacji robót budowlanych. Pierwszy przypadek dotyczy sytuacji powstałej podczas robót remontowych poszycia dachowego użytkowanego wielorodzinnego budynku mieszkalnego. Drugi przypadek to katastrofa budowlana powstała podczas robót budowlanych związanych z przebudową budynku typu LIPSK. Studium obu przypadków opisuje sytuację i okoliczności powstania awarii, skrócone wyniki prowadzonych badań oraz zalecane postępowania naprawcze. Celem publikacji jest, poza opisem własnych doświadczeń autorów, wskazanie znaczenia planowania i organizacji robót przy ich późniejszej realizacji oraz wskazanie realnych konsekwencji ignorancji tego, często niedocenianego, aspektu wykonawstwa budowlanego w obszarze robót remontowych.

**Słowa kluczowe:** awaria budowlana, katastrofa budowlana, remontowane budynki, wadliwa organizacja robót

## 1. Wprowadzenie

Awary budowlane występują zarówno na etapie budowy obiektów budowlanych, jak i w trakcie procesu ich użytkowania. Szczególnym przypadkiem powstania awarii budowlanych (czasami też katastrof) jest przypadek, w którym następują one – nie z powodów nieprawidłowego sposobu użytkowania obiektów – lecz z powodu wykonywanych w nich robót budowlanych (remontów, przebudów). W tym przypadku są one zwykle skutkiem braku (lub wady) dokumentacji projektowej, wadliwej technologii i organizacji robót budowlanych lub też wynikają z sytuacji nagłych i losowych, niemożliwych do przewidzenia na etapie projektowym i wykonawczym.

W niniejszym artykule podjęte zostało zagadnienie awarii budowlanych powstałych w remontowanych i przebudowywanych obiektach budowlanych. Zaprezentowane zostaną przypadki, w których awary budowlane powstały w wyniku błędów technologicznych i organizacyjnych w związku z realizacją robót budowlanych (remont, przebudowa).

Ze względu na ograniczenia edycyjne niniejszego artykułu, ograniczono się do opisu dwóch przypadków awarii (katastrof budowlanych):

---

\*Autor do korespondencji: r.sekunda@maz.piib.org.pl

- przypadek 1 – awaria budowlana powstała podczas robót remontowych poszycia dachowego użytkowanego wielorodzinnego budynku mieszkalnego jednej z warszawskich spółdzielni mieszkaniowych,
- przypadek 2 – katastrofa budowlana powstała podczas robót budowlanych związanych z przebudową budynku typu LIPSK na potrzeby Zakładu Ubezpieczeń Społecznych w Warszawie.

W obu przypadkach jeden z Autorów niniejszej publikacji był zaangażowany w prace eksperckie związane z opisywanymi awariami.

## 2. Awaria budowlana powstała w wyniku pożaru dachu

Pożar poszycia dachowego wielorodzinnego budynku mieszkalnego na jednym z warszawskich osiedli mieszkaniowych był przyczyną podjęcia działań Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego, a w ślad za nimi – przyczyną zlecenia i opracowania ekspertyzy technicznej (do postanowienia PINB). Celem ekspertyzy była ocena stanu technicznego konstrukcji budynku w obszarze objętym oddziaływaniem pożaru oraz określenie jego wpływu na stan techniczny całego obiektu wraz z wyszczególnieniem zakresu robót niezbędnych do doprowadzenia budynku do stanu zgodnego z prawem. Należy dodać, że pożar wymieniany jest w literaturze jako przyczyna losowa powstawania katastrof budowlanych.

Ekspertyza swoim zakresem obejmowała:

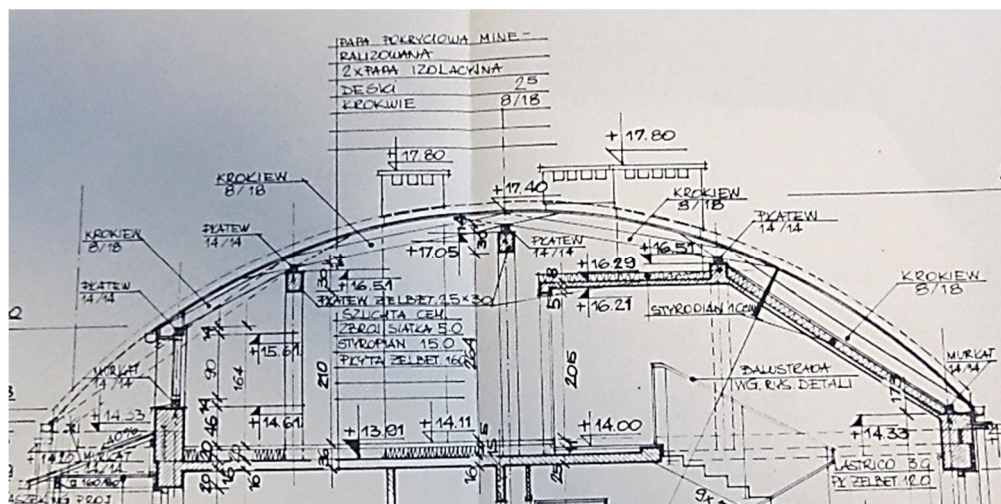
- analizę dokumentacji archiwalnej udostępnionej przez Zamawiającego,
- wizje lokalną, a w jej trakcie badania makroskopowe,
- ocenę stanu technicznego konstrukcji w zakresie przedmiotu opracowania,
- dokumentację zdjęciową z przeprowadzonych wizji lokalnych,
- wnioski globalne
- zalecenia dotyczące dalszego postępowania.

Przedmiotowy obiekt to ośmioklatkowy budynek mieszkalny wielorodzinny o jednej kondygnacji podziemnej, pięciu nadziemnych wraz z poddaszem użytkowym. Obiekt składa się z dwóch części prostopadle względem siebie połączonych, tworząc tym samym w rzucie zabudowę w kształcie litery „L”.

Konstrukcja dachu w części objętej pożarem wykonana została jako drewniano – żelbetowa. Drewniana więźba dachowa, w której skład wchodzi płatwie o wymiarze przekroju 14´ 14 cm, krokwie 8´ 18 cm oraz murlaty 14´ 14 cm, przekazuje obciążenia na ramową konstrukcję żelbetową składającą się z płatwi (podciągów) o wymiarach przekroju wynoszących 25´ 30 cm oraz podpierających ją słupów żelbetowych. Ustrój nośny dachu oparty jest na stropie żelbetowym najwyższej kondygnacji budynku oraz jego ścianach zewnętrznych. Szywność przestrzenną obiektu zapewnia układ wzajemnie prostopadłych żelbetowych ścian klatek schodowych. Dach pokryty papą. Poniżej przedstawiono fragment przekroju pionowego przedstawiającego rozwiązania konstrukcyjne dachu w obszarze objętym przedmiotem analizy.

Projektowany zakres robót remontowych dachu zawierał szczegółowe wytyczne, z których najistotniejsze, z punktu widzenia prowadzonych analiz, były:

- ... ułożenie pokrycia z płyty OSB o zwiększonej wodoodporności, wykonanie gruntowania, ułożenie warstwy podkładowej z papy SBS mocowanej mechanicznie do podłoża oraz nawierzchniowej, termozgrzewalnej SBS na części płaskiej dachu, attykach i kominach wraz z obróbkami papowymi,
- wykonanie pokrycia z gontu papowego na części łupinowej,
- montaż obróbek blacharskich z blachy tytanowo cynkowej gr. 0,6 mm.
- wykonanie montażu akcesoriów dachowych,
- wykonanie dodatkowego pokrycia z papy termozgrzewalnej na kalenicy.



Rys. 1. Fragment przekroju budynku - dach kolebkowy nad lokalami klatek VII i VIII.

W dniu 07.05.2018 r. podczas prowadzenia robót remontowych związanych z wymianą pokrycia dachowego budynku nastąpiła inicjacja pożaru, wskutek czego zniszczeniu uległa konstrukcja dachu znajdująca się nad lokalami poddaszy użytkowych w obrębie klatki schodowej nr VII oraz VIII.

W wyniku przeprowadzonych oględzin i badań własnych w okresie bezpośrednio po pożarze stwierdzono:

- drewniana konstrukcja dachu oraz jego pokrycie znajdujące się nad częścią budynku (klatki schodowe nr VII, VIII) uległa znacznym uszkodzeniom (rys. 2).



Rys. 2. Uszkodzony dach kolebkowy nad lokalami klatek VII i VIII (fot. własna).

- widoczne ślady oddziaływania pożaru na wełnie szklanej pełniącej uprzednio rolę warstwy termoizolacji dachu. Wełna wypełniała przestrzeń pomiędzy krokwiami dachowymi. Na skutek pożaru oraz akcji gaśniczej część materiału termoizolacyjnego wpadła do wnętrza lokali mieszkalnych.
- w przestrzeni poddasza użytkowego zlokalizowano występowanie żelbetowych elementów konstrukcji dachu (płaty i słupy), stanowiących konstrukcję wsporczą dla więźby drewnianej. W wyniku wykonanych odkrywek nie stwierdzono oznak mogących świadczyć o bezpośrednim i długotrwałym oddziaływaniu pożaru na elementy żelbetowe.



Rys. 3. Uszkodzona wełna mineralna poszycia dachowego (fot. własna).



Rys. 4. Widok jednej z odkrywek elementów żelbetowych konstrukcji budynku (fot. własna).

- na powierzchni trzonów kominowych widoczne ślady osmolenia i sadzy oraz liczne uszkodzenia warstw tynkarskich.
- pomieszczenia lokali mieszkalnych zlokalizowane w poziomie poddasza użytkowego silnie zanieczyszczone przez elementy konstrukcji i pokrycia dachowego, które na skutek pożaru znalazły się wewnątrz budynku,
- oraz co najważniejsze, roboty budowlane wykonywane były niezgodnie z projektem. Odstępstwem istotnym, mającym wpływ na powstanie pożaru, była samowolna zamiana mocowania mechanicznego papy podkładowej (rozwiązanie projektowe) na zgrzewanie papy podkładowej do płyt OSB (rys. 5).



Rys. 5. Widok papy zgrzewalnej na zagruntowanej płycie OSB (fot. własna).

Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych oraz wykonanych odkrywek stwierdzono, iż wskutek pożaru w obrębie dachu nad przestrzenią lokali mieszkalnych przynależnych do klatki schodowej nr VII oraz VIII, w znacznym stopniu zniszczeniu uległa drewniana konstrukcja więźby dachowej. Zdecydowano zatem, że więźba dachowa wraz z całym poszyciem dachu wymaga wymiany.

W odniesieniu do wpływu pożaru na globalną konstrukcję budynku, w związku z faktem, iż nie stwierdzono występowania uszkodzeń wskazujących na zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji lub użytkowania – zalecono jedynie roboty zabezpieczające i konserwacyjne. Należy przy tym pamiętać, że wskutek wystąpienia pożaru oraz akcji gaśniczej, uszkodzeniom uległa nie tylko drewniana więźba dachowa ale również okładziny przegród pionowych i poziomych, instalacje oraz wyposażenie lokali mieszkalnych. Powyższe dotyczyło nie tylko

pomieszczeń zlokalizowanych w przestrzeni poddasza ale również znajdujących się w poziomie kondygnacji poniżej, gdzie głównym czynnikiem wpływającym na powstałe usterki była woda pochodząca z akcji gaśniczej.

### 3. Katastrofa budowlana podczas przebudowy budynku LIPSK

Przedmiotowa katastrofa wydarzyła się w roku 2017 podczas wykonywania robót budowlanych związanych z przebudową budynku biurowego typu LIPSK na potrzeby jednego z oddziałów ZUS w Warszawie. W związku z powstaniem katastrofy i awaryjnym stanem konstrukcji obiektu zlecono opracowanie ekspertyzy technicznej, której celem było określenie sposobu zabezpieczenia stateczności uszkodzonych rygli ram konstrukcji oraz tymczasowego zabezpieczenia całej konstrukcji budynku. Ekspertyza swoim zakresem obejmowała:

- analizę dokumentacji archiwalnej udostępnionej przez Zamawiającego,
- wizje lokalne z oceną stanu zagrożenia konstrukcji budynku,
- wnioski,
- zalecenia dotyczące przedmiotu ekspertyzy, w szczególności:
  - w zakresie prac związanych z zabezpieczeniem uszkodzonej konstrukcji budynku w węzłach rygli stropów nad kondygnacjami +3, +4, +5,
  - w zakresie prac związanych z tymczasowym zabezpieczeniem konstrukcji budynku przez pogłębianiem się uszkodzeń i likwidację potencjalnych zagrożeń bezpieczeństwa całej konstrukcji budynku,
  - wypracowaniem szczegółowej technologii wykonania zabezpieczeń konstrukcji uszkodzonych rygli i konstrukcji budynku jako całości.

Przedmiotowy obiekt to sześciokondygnacyjny budynek biurowy o sześciu kondygnacjach nadziemnych i wysokości całkowitej 26,6 m. Powierzchnia zabudowy budynku wynosiła 930 m<sup>2</sup>, a powierzchnia użytkowa 5483 m<sup>2</sup>.

Konstrukcja budynku według rozwiązania powtarzalnego jest szkieletowa słupowo-ryglowa, dwutraktowa, z rozstawem słupów równym 7,2 m (10 modułów) w kierunku podłużnym i 6 m (2 moduły) w kierunku poprzecznym. Wysokości kondygnacji brutto wynoszą: niski parter 3,4 m, parter 4,2 m, piętra od I do V 3,6 m. Niski parter wykonany w konstrukcji żelbetowej (słupy i belki), strop nad poziomem niskiego parteru jest żelbetowy, wylewany na budowie w części wschodniej i gęstożebrowy (DZ-3) w części zachodniej. Parter wykonany w konstrukcji częściowo żelbetowej (słupy do wysokości 0,75 i 2,5 m nad podłogą), stalowej (słupy powyżej słupów żelbetowych oraz belki) i żelbetowej prefabrykowanej (płyty stropowe na belkach stalowych). Piętra od pierwszego do piątego wykonane w konstrukcji stalowej (słupy i belki) i żelbetowej prefabrykowanej (stropy). Budynek posadowiony na palach. Dach budynku płaski (stropodach niewentylowany), ocieplony, kryty papą, z niewielkimi spadkami do wewnątrz, odwodnienie dachu odbywa się wewnętrznymi rurami spustowymi do sieci kanalizacji miejskiej.

Na etapie opracowywania niniejszej ekspertyzy, budynek był w trakcie robót rozbiórkowych. Ogólny widok budynku od strony południowej przedstawia fotografia poniżej (rys. 6).

W dniu 17.07.2017 r. w trakcie realizacji robót budowlanych związanych z usuwaniem płyt stropowych nastąpiło uszkodzenia stalowej konstrukcji budynku. Kierownik budowy ocenił stopień zniszczenia konstrukcji i zakwalifikował zdarzenie jako katastrofę budowlaną podejmując przewidziane prawem czynności.

Celem ekspertyzy było określenie sposobu zabezpieczenia stateczności uszkodzonych rygli ram konstrukcji oraz tymczasowego zabezpieczenia całej konstrukcji budynku dla potrzeb zapewnienia bezpieczeństwa dalszych prac badawczych stanu konstrukcji i podjęcia robót naprawczych.



Rys. 6. Widok budynku w trakcie robót rozbiórkowych (fot. własna).

- Podczas badań własnych konstrukcji stwierdzono między innymi:
- w polu ograniczonym osiami 2-3, A-B na kondygnacjach od +1 do +4 zdemontowano żelbetowe płyty stropowe. W każdym polu (na każdej kondygnacji) zdemontowano dwie z trzech płyt stropowych (każda o wymiarach  $600'240'10$  cm) opartych na IPE 160 i wzajemnie połączonych markami spawanymi (rys. 7). Po 4 sztuki marek na długości płyty.



Rys. 7. Widok robót rozbiórkowych (osie 2 i 3 oraz frontowa oś A) (fot. własna).

- podobne demontaże płyt stropowych na kondygnacjach od +1 do +4 z jednoczesnym wycięciem ram z kształtowników IPE 160 dokonano w takim samym polu przy drugiej klatce schodowej, tj. polu ograniczonym osiami 9-10, A-B. Tu jednak nie naruszono płyt dachowych zachowując sztywność konstrukcji.
- po zerwaniu węzła (rygiel/słup) na kierunku podłużnym w osi A oraz osi 3, w poziomie +5, płyta stropowa oparła się narożem o głowicę słupa wskutek czego nastąpiło pęknięcie narożnika płyty stropowej (prefabrykatu stropowego) stwarzając ryzyko powstania katastrofy budowlanej (rys. 8). „Ścięcie” połączenia występuje przy słupie osi A oraz 3 na kierunku podłużnym.



Rys. 8. Widok pękniętego narożnika prefabrykatu stropodachu (oś 3 oraz frontowa oś A) (fot. własna).

- zerwanie węzła nastąpiło w połączeniu spawanym (połączenie śrubowe nie wykazywało deformacji) poprzez ścięcie spawów pionowych blachownicy węzła z deformacją i oderwaniem poziomej przewiązki stabilizującej mocowanie blachownicy węzła do środka słupa. Belka utrzymywała pozorną stateczność poprzez „zakleszczenie się” pomiędzy słupami osi 2 i 3 (rys. 9) na kierunku osi A, co potwierdziły wykonane pomiary geodezyjne.
  - podobne zjawisko, choć w mniejszej skali wystąpiło na dwóch kondygnacjach poniżej, tj. kondygnacji +4 oraz +3.
  - od poziomu +2 w dół w przedmiotowym polu – węzły w wizualnym stanie dobrym.
- Dla potrzeb zabezpieczenia stateczności uszkodzonych rygli ram konstrukcji i umożliwienia dalszej diagnostyki konstrukcji budynku, zalecono następujący zakres robót:
- rozstawienie dźwigu kołowego poza strefą niebezpieczną,



- demontaż żelbetowych płyt (dyli) otworowych o szerokości: 33 i grubości 9 cm występujących w pasie elewacyjnym, w obrębie słupa w osi 2/A. Chodziło o to, żeby odkryć głowicę słupa sytuowanego na przecięciu osi 2-2 i A-A przed dalszymi robotami zabezpieczającymi,
- wykonanie „oczepu” zgodnie z dokumentacją rysunkową i jego montaż na słupach 2, 3 w osi A. Celem wykonania oczepu (IPE330) było w pierwszym etapie „spięcie” głowic słupów zapobiegając dalszym odkształceniom. Podczas montażu belki należało zachować szczególną ostrożność, dbając o statyczne przyłożenie siły. Na tym etapie prac wszelkie dynamiczne oddziaływania groziły bowiem utratą stateczności konstrukcji. Pracownicy obsługujący montaż oczepu i niżej omawianych wieszaków musieli przemieszczać się zawsze poza powierzchnią uszkodzonej płyty stropowej, a niżej położone stropy (także w polach sąsiednich) musiały być zabezpieczone przed dostępem jakichkolwiek osób. Po montażu oczepu można było przystąpić do kolejnego etapu,



Rys. 9. Widok zerwanego węzła w poziomie stropu V kondygnacji (oś 3 oraz frontowa oś A) (fot. własna).

- wykonanie wieszaków (C160) podpierających rygiel dachowy,
- „podstemplowanie” żelbetowej płyty dachowej klinami drewnianymi wciskanyymi pomiędzy rygiel a płytę stropową. Celem tej operacji było uniemożliwienie uderzenia dynamicznego płyty o belkę w sytuacji nagłego „ścięcia” naroża płyty,
- spawanie „stołków” (L100) zabezpieczających rygle stropów nad kondygnacjami +4 i +3,
- wykonanie ściąгов z prętów śr. 20 mm spawanych do słupów w osiach 2, 3 i 9, 10. Ściąg regulowane śrubami rzymskimi. Celem założenia ściągow była stabilizacja konstrukcji i przeciwdziałanie ewentualnym dalszym przemieszczeniom w osiach podłużnych budynku. Zabroniono przy tym wprowadzenie naprężeń w konstrukcji poprzez próby ściągnięcia słupów do pozycji pionowej,

- stężenie konstrukcji w osiach poprzecznych 2, 3 i 9, 10, za pomocą zastrzałów wykonanych z rur okrągłych RO82.5'5. Celem stężeń było asekuracyjne usztywnienie konstrukcji w kierunku poprzecznym całego budynku.
- demontaż płyt stropowych nad poziomem +5 w przedmiotowym polu.

Powyższe zalecenia wykonano (rys. 10, 11), co umożliwiło dalszą i kompleksową diagnostykę stanu konstrukcji budynku (w tym skanowanie spawów węzłowych) i inne laboratoryjne badania materiałowe. Finalnie konstrukcja budynku została rozebrana w całości.



Rys. 10. Widok oczeput w poziomie stropu V kondygnacji (oś 3 oraz frontowa oś A) (fot. własna).



Rys. 11. Widok ściągów stalowych w osi A (fot. własna).

#### 4. Podsumowanie

Opisane w niniejszej publikacji dwa przypadki wystąpienia awarii (katastrof) budowlanych dotyczą sytuacji, w których zignorowane zostały wytyczne projektowe dotyczące rozwiązań technologicznych i materiałowych (pierwszy przypadek) lub nie poddano analizie (a tym samym nie zawarto w projekcie) organizacji robót mającej zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo ich realizacji (drugi przypadek). Powyższe jasno wskazuje jak istotnym

czynnikiem jest planowanie i przestrzeganie właściwej technologii i organizacji robót. Czynnikiem często przecież niedocenianym, w szczególności w obszarze remontowo-budowlanym. Brak analiz w tym zakresie lub ignorancja wytycznych projektowych w połączeniu z brakiem właściwego nadzoru może prowadzić do daleko idących konsekwencji, a nawet powstania katastrofy budowlanej. W procesie budowlanym ważnym czynnikiem jest przestrzeganie technologii i procedur budowlanych oraz rzetelne wykonywanie prac.

### Literatura

1. Sekunda R., Machnikowski M.: Ekspertyza techniczna dotycząca dachu budynku mieszkalnego wielorodzinnego zlokalizowanego przy ul. Kochanowskiego 31 w Warszawie, uszkodzonego w wyniku pożaru, z uwzględnieniem jego wpływu na stan techniczny całego obiektu, zgodnie z Postanowieniem PINB dla m.st. Warszawy nr III, Warszawa, 21.05.20218.
2. Tyczyński Z., Sekunda R., Machnikowski M., Szymczyk D.: Ekspertyza techniczna dotycząca sposobu zabezpieczenia stateczności uszkodzonych rygli ram konstrukcji oraz tymczasowego zabezpieczenia całej konstrukcji budynku typu Lipsk przy ul. Czerniakowskiej 16 w Warszawie, Warszawa, 02.08.2017.

### Failure and construction disaster in two renovated buildings

**Summary:** The article deals with the subject of construction failures occurring during renovation works and related to the reconstruction of construction structures. Two cases of construction failures resulting from faulty technology and organization of construction works have been described. The first case concerns a situation that occurred during renovation works of the roof panels in a used multi-family residential building. The second case is a construction disaster that occurred during construction works related to the reconstruction of a Leipzig type building. The study of both cases describes the situations and circumstances of the failure, shortened results of the research and recommended recovery proceedings.

**Key words:** construction failure, construction disaster, renovation buildings, organization of works