

**Andrzej MALCZYK**

Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych, ul. Rolna 43, 40-555 Katowice; e-mail: *andrzej.malczyk@onet.pl*

**Bernard KOTALA**

Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice; e-mail: *bernard.kotala@polsl.pl*

## **PRZYCZYNY POWSTANIA KATASTROFY BUDOWLANEJ W BUDYNKU USŁUGOWO-MIESZKALNYM**

s. 107-112

### STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono opis katastrofy budowlanej powstałej w wielokondygnacyjnym budynku usługowo-mieszkalnym pochodzącym z przełomu XIX i XX wieku. Katastrofa powstała podczas prowadzonych robót budowlanych mających na celu zmianę sposobu użytkowania usługowych pomieszczeń parteru. Opisano zakres prowadzonych robót oraz popełnione błędy projektowe i wykonawcze, które doprowadziły do katastrofy.

### SŁOWA KLUCZOWE

budownictwo, katastrofa budowlana, błędy projektowe i wykonawcze

### WPROWADZENIE

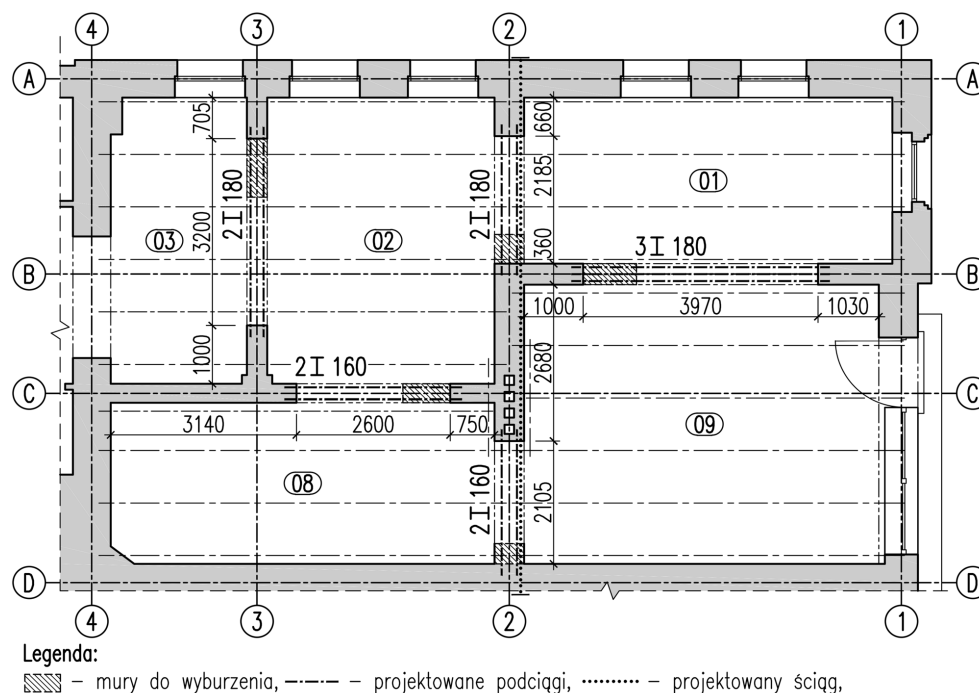
Budynek mieszkalno-usługowy, w którym doszło do katastrofy budowlanej ma około 115 lat, jest to obiekt wielokondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Na kondygnacji parteru znajdowały się pomieszczenia usługowe wraz z zapleczem, a na kondygnacjach I i II piętra pomieszczenia mieszkalne.

Powierzchnia zabudowy budynku wynosi 234 m<sup>2</sup>, a kubatura 2650 m<sup>3</sup>. W budynku wszystkie ściany wykonano z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Nad pomieszczeniami piwnic znajduje się ceramiczny strop odcinkowy wsparty na ścianach. Nad kondygnacjami parteru, I i II piętra wykonano belkowe stropy drewniane z podsufitką, ślepym pułapem i drewnianą podłogą.

Nad nieużytkowym poddaszem znajduje się jednospadowa, drewniana, płatwiowokrokwkowa konstrukcja dachu. W budynku znajduje się jedna, wewnętrzna klatka schodowa. Biegi schodowe wykonano w drewnianej konstrukcji policzkowej, a spoczniki w drewnianej konstrukcji belkowej. W związku z projektowaną zmianą sposobu użytkowania usługowych pomieszczeń parteru, przystąpiono do prac budowlanych ingerujących istotnie w konstrukcję nośną budynku.

### Opis projektowanych i prowadzonych prac na kondygnacji parteru budynku

Przed rozpoczęciem prac pomieszczenia kondygnacji parteru były użytkowane jako pomieszczenia handlowe. Projektowana zmiana sposobu użytkowania pomieszczeń parteru polegała na adaptacji tych pomieszczeń do funkcji gastronomicznej. W związku z tym konieczne było poszerzenie istniejących przejść pomiędzy poszczególnymi pomieszczeniami. Zakres projektowanych zmian konstrukcyjnych pokazano na rys. 1. W celu uzyskania szerszych przejść konieczne było wyburzenie części wewnętrznej, poprzecznej ściany nośnej usytuowanej w osi „2” oraz części ścian usztywniających usytuowanych w osiach „3”, „B” i „C”. W miejscach poszerzonych przejść zaprojektowano nowe podciąg stalowe z walcowanych dwuteowników zwykłych „I”. W osi „2” zaprojektowano dwa podciąg: podciąg usytuowany pomiędzy osiami „A” i „B” składał się z dwóch dwuteowników I 180, a podciąg usytuowany pomiędzy osiami „C” i „D” z dwóch dwuteowników I 160. Pociąg usytuowany w osi „3” składał się z dwóch dwuteowników I 180, podciąg usytuowany w osi „B” składał się z trzech dwuteowników I 180, natomiast podciąg usytuowany w osi „C” złożony był z dwóch dwuteowników I 160. W celu usztywnienia budynku w kierunku poprzecznym, w osi „2” zaprojektowano połączenie nowych belek podciągów ściąganiem  $\Phi$  25 mm, zakotwionym za pomocą blach oporowych na zewnętrznych płaszczyznach ścian w osiach „A” i „D”. Ponadto projekt zmiany sposobu użytkowania pomieszczeń parteru przewidywał wymianę łukowych, ceramicznych nadproży okiennych na płaskie nadproża z dwuteowników stalowych, wymianę tynków wewnętrznych, posadzki, instalacji wewnętrznych, stolarki otworowej oraz budowę nowych ścianek działowych na zapleczu projektowanego lokalu gastronomicznego.



Rys. 1. Rzut parteru budynku z projektowanymi zmianami konstrukcyjnymi  
 Fig. 1. Plan view of ground floor with design structural changes

Przed rozpoczęciem prac konstrukcyjnych zdemontowano istniejące instalacje wewnętrzne, skuto tynki i posadzkę we wszystkich pomieszczeniach parteru objętych projektem. W pierwszej kolejności wymieniono nadproża okienne, a następnie zabudowano podciągi stalowe w osi „B” i w osi „3”. Zabudowa podciągów polegała na wykuciu istniejącej belki starego podciągu z jednej strony ściany, wykonanie nowej bruzdy w ścianie i zabudowanie nowej belki podciągu. Następnie te same prace wykonywano z drugiej strony. Belki nowych podciągów nie były oparte na poduszkach betonowych oraz nie były oparte na blachach oporowych. Obciążenie z belek przekazywane było bezpośrednio na mur na długości oparcia belek, która wynosiła ok. 30 cm. Jak stwierdzono później, w trakcie zabudowy nowych podciągów istniejące stropy drewniane nad parterem nie były dodatkowo podparte. Po zdemontowaniu jednej belki starego podciągu całe obciążenie było więc przekazywane na drugą belkę (stare podciągi złożone były z dwóch belek). Już w tym przypadku powstawało zagrożenie katastrofą budowlaną. Wynika z tego, że prace budowlane były prowadzone przez niedoświadczonych pracowników i bez odpowiedniego nadzoru ze strony kierownika budowy i projektantów. Po zabudowie nowych belek podciągów rozbierano fragmenty murów zaznaczone na rys. 1. Zgodnie z projektem belki podciągów nie były ze sobą połączone, każda z belek pracowała zatem niezależnie.

W podobny sposób wykonano podciąg w osi „2” usytuowany pomiędzy osiami „A” i „B”. Do belek tego podciągu przyspawano odcinki ściana  $\Phi$  25 mm po wcześniejszym przebicciu otworów na pręty ściana w ścianie w osi „A”. Następnie przystąpiono do zabudowy nowego podciągu usytuowanego w osi „2” pomiędzy osiami „C” i „D”. Po demontażu jednej belki starego podciągu, wykuto bruzdę na montaż odcinka ściana  $\Phi$  25 mm wzdłuż ściany z przewodami kominowymi, a następnie wykuto gniazdo i otwór w ścianie w osi „D” do oparcia belki nowego podciągu i do zamocowania kolejnego odcinka ściana  $\Phi$  25 mm. W trakcie zabudowy nowych podciągów w osi „2”, stropy nad parterem nie były dodatkowo podparte. Głębokość oparcia nowych belek podciągów w osi „2” wynosiła ok. 30 cm (w tym na ścianie z przewodami kominowymi), nie było poduszek betonowych oraz blach oporowych w miejscach oparcia belek na murach.

Głębokość oparcia nowej belki podciągu w osi „2” pomiędzy „C” i „D” na ścianie w osi „D” wynosiła zaledwie 20 cm. Nowa belka tego podciągu była połączona ściana  $\Phi$  25 mm z wcześniej zabudowaną belką podciągu w osi „2” pomiędzy „A” i „B”. Do belki tego podciągu przyspawano kolejny odcinek ściana  $\Phi$  25 mm, który wystawał poza lico ściany w osi „D”. Końcówka tego ściana w chwili powstania katastrofy budowlanej nie miała zabudowanej blachy oporowej. Przed zabudowaniem drugiej belki podciągu w osi „2” pomiędzy „C” i „D”, zdemontowano drugą, starą belkę poprzedniego podciągu i rozebrano fragment muru zaznaczony na rys. 1 przylegający do ściany w osi „D”. Całe obciążenie stropami nad parterem i ścianą z wyższych kondygnacji w osi „2” w tym momencie było przekazywane na jedną zabudowaną wcześniej belkę podciągu. Wymienione prace zakończono w sobotę ok. godz. 15. Wieczorem tego samego dnia ok. godz. 18 doszło do katastrofy budowlanej.

### **Przyczyny powstania katastrofy budowlanej**

Z opisu przebiegu katastrofy budowlanej przedstawionego przez właścicieli mieszkania znajdującego się na I piętrze wynika, że w pewnym momencie w ich mieszkaniu zaczęła się rysować ściana nośna z przewodami kominowymi usytuowana w osi „2” (rys. 1). Rozległy się trzaski w drewnianej podłodze. Zaniepokojeni właściciele pobiegli do mieszkania na II piętrze by ostrzec mieszkających tam rodziców, że coś niedobrego dzieje się w budynku. W tym samym czasie również zaczęły się pojawiać drobne rysy w ścianie z przewodami kominowymi lecz na II piętrze.

Wszyscy mieszkańcy w popłochu wybiegli na ulicę by obserwować co się dzieje z budynkiem (wewnętrzna klatka schodowa jest usytuowana poza obszarem objętym katastrofą). Po chwili doszło do zawalenia się drewnianych stropów nad parterem w pomieszczeniach nr 01, 02, 09 i 08 (rys. 1) oraz części drewnianych stropów nad I piętrem znajdujących się nad wymienionymi pomieszczeniami parteru. Całkowitemu zniszczeniu uległa ściana nośna parteru i piętra usytuowana w osi „2” oraz fragmenty ściany parteru i piętra usytuowanej w osi „B”. Deformacji (zapadnięciu) uległa drewniana konstrukcja dachu i strop nad II piętrem.

W wyniku katastrofy, dzięki sygnałom ostrzegawczym generowanym przez tradycyjną konstrukcję budynku oraz szybkiej reakcji mieszkańców, nikt nie doznał obrażeń. Widok wnętrza budynku po katastrofie przedstawiono na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Fragment parteru i I piętra po katastrofie, widoczny na piętrze fragment ściany w osi „B”  
 Fig. 2. Part of the ground floor and the 1st floor after the catastrophe; a part of the wall in axis „B” is shown on the 1st floor

Rys. 3. Fragment I piętra po katastrofie, widoczna ściana w osi „D”  
 Fig. 3. Part of 1st floor after the catastrophe, wall in axis „B” is shown

Jak opisano wcześniej, w osi „2” pomiędzy osiami „C” i „D” zabudowano tylko jedną belkę pociągu (I 160) połączoną ściągami z belką podciągu w osi „2” usytuowaną pomiędzy osiami „A” i „B”. Ściąg ten miał blachę oporową w skrajnej płaszczyźnie ściany w osi „A”, niestety z drugiej strony brak było blachy oporowej w skrajnej płaszczyźnie ściany w osi „D”. W obliczeniach podciągu w osi „2” usytuowanego pomiędzy osiami „C” i „D” projektant przyjął założenie, że belki stropu nad pomieszczeniem nr 08 (rys. 1) są usytuowane równoległe do osi „2”. W rzeczywistości belki stropu były usytuowane jak na rys. 1 (czyli odwrotnie w stosunku do przyjętego założenia). Świadczy to o braku rozpoznania istniejącego układu belek stropowych przez projektanta konstrukcji. W konsekwencji tego, obliczenia wymienionego podciągu były błędne. Całość obliczeń

projektant wykonał według dawnych norm PN. Przeciążona, zabudowana jedna belka podciągu zaczęła się uginać i wysuwać z podpory w ścianie „D” wraz z niezakotwionym ściąganiem. Po całkowitym wysunięciu się z podpory, belka ta pociągnęła za sobą połączoną z nią ściąganiem belkę podciągu w osi „2” usytuowaną pomiędzy osiami „A” i „B” wyrywając jednocześnie ściąg ze ściany kominowej. Doszło do zawalenia się stropów nad parterem w pomieszczeniach 09 i 08, oraz zawalenia się ściany w osi „2” z przewodami kominowymi, a następnie zawalenia się stropów nad pomieszczeniami 01 i 02, a w konsekwencji stropów nad I piętrem oraz deformacji połączenia dachowej i stropu nad II piętrem. Należy raz jeszcze wspomnieć, że podczas zabudowy nowych podciągów, istniejące stropy nad parterem nie były dodatkowo podparte. Obliczenia sprawdzające nośność zabudowanego podciągu (I 160) wykonane wg [N1] wykazały, że jedna zabudowana belka podciągu w osi „2” pomiędzy „C” i „D” w chwili zdarzenia była przeciążona o 144% ( $M_{max}/\varphi_L M_R = 2,44$ ) przy obciążeniu stałym i użytkowym pomieszczenia na I piętrze wg [N2] i [N3] oraz o 93% przy ostrożnym przyjęciu zredukowanej wielkości obciążenia użytkowego na poziomie 0,50 kN/m<sup>2</sup>.

### Wnioski

Bezpośrednią przyczyną powstania katastrofy budowlanej był brak dodatkowego podparcia istniejących stropów nad parterem podczas prowadzenia robót związanych z wymianą podciągów w osi „2”. Brak blachy oporowej na ściągach licu ściany w osi „D” przyspieszył moment zawalenia się stropów nad pomieszczeniami parteru. Ściąg w osi „2” był wynikiem przyjęcia przez projektanta błędnego układu belek stropowych.

W opisywanym przypadku mamy do czynienia z kumulacją błędów wykonawczych i projektowych oraz z rażącym brakiem nadzoru ze strony kierownika budowy i projektanta. W projekcie podciągów nad poszerzonymi otworami w ścianach parteru, nie uwzględniono rzeczywistego układu drewnianych belek stropowych, nie zaprojektowano oparcia nowych podciągów na poduszkach betonowych lub blachach oporowych, nie zaprojektowano połączenia belek podciągów. Wykonawca robót przed zabudowaniem drugiej belki podciągu w osi „2” usytuowanej pomiędzy osiami „C” i „D”, rozebrał fragment muru przylegający do ściany w osi „D” zmniejszając tym samym długość oparcia zabudowanej belki podciągu do 20 cm.

Przedstawione przyczyny oraz opis przebiegu katastrofy budowlanej powinny być przestrożą dla projektantów i kierowników budów zwłaszcza w przypadkach, gdy roboty budowlane są wykonywane bez nadzoru przez niedoświadczonych pracowników.

### Bibliografia

- [N1] PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [N2] PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [N3] PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenie technologiczne i montażowe.

## **CAUSES OF BUILDING CATASTROPHE OF RESIDENTIAL-SERVICE BUILDING**

### **SUMMARY**

In this article was presented the catastrophe of residential-service building which was built in the late 19th and early 20th centuries. The collapse of the building began during refurbishment building works which aimed to change the usage of the ground floor of building. In this paper were presented the scope of building works as well as design and execution faults which caused the catastrophe.

### **KEYWORDS**

construction, building catastrophe, designer and contractor failures