



Dr inż. Leszek SZOJDA, leszek.szojda@polsl.pl
Dr inż. Grzegorz WANDZIK, grzegorz.wandzik@polsl.pl
Katedra Inżynierii Budowlanej
Politechnika Śląska

STAN AWARYJNY KAMIENICY MIESZKALNEJ SPOWODOWANY PRZECIĄŻENIEM

DAMAGE STATE OF APARTMENT HOUSE CAUSED BY OVERLOADING

Streszczenie: Treścią referatu jest analiza zachowania się budynku mieszkalnego, który został poddany wielokrotnym rozbudowom podczas swojego 130 letniego okresu istnienia. Na skutek zwiększenia liczby kondygnacji z dwu do czterech oraz przebudowy kondygnacji parteru nastąpiło znaczne zwiększenie obciążeń podłoża. Zwiększone obciążenia i zmiany warunków gruntowo-wodnych doprowadziły do znacznych osiadań, co spowodowało wystąpienie dużych uszkodzeń budynku. Zaproponowano sposoby remontu budynku, ale na skutek znacznych kosztów nie podjęto decyzji co do dalszego losu obiektu.

Abstract: The issue of the paper is the analysis of a building structure, which has been many time rebuilt during its 130 years of life. The most important renovation relied on increasing of storey number from two to four and change of structural system for ground floor. It caused enlargement of the compression in level of foundation. Load increase and change of soil condition generated plastic strains of ground and cracks in walls and ceilings. In conclusion the way of new rebuilding and protection was suggested but the costs of that investments was so high that the owner did not yet decide of the future of structure.

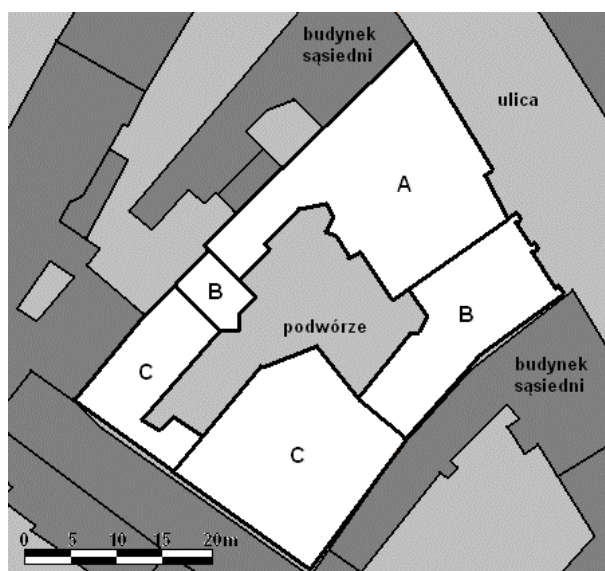
1. Wprowadzenie

Rozwój cywilizacyjny świata powoduje znaczny wzrost liczby ludności. Szczególnie widoczne jest to w miastach gdzie dla celów mieszkalnych, handlowych, reprezentacyjnych czy administracyjnych wykorzystywany jest każdy kawałek przestrzeni. Sposób zdobywania tej przestrzeni jest różny, od bardzo radykalnego polegającego na rozbiórce starych budowli i wznoszeniu w tym miejscu nowych o znacznie lepszych parametrach użytkowych, do skrajnie zachowawczych, kiedy jak najmniejszym kosztem próbuje się zwiększyć przestrzeń użytkową obiektu. Jest rzeczą oczywistą, że każdy inwestor próbuje obniżyć koszty inwestycji, jednakże istnieje pewna granica, poniżej której rozbudowa może grozić bezpieczeństwu użytkowników.

Przedmiotem referatu jest obiekt, który powstał w końcu XIX wieku jako budynek wielorodzinny. W wyniku rozbudowy miasta, przebudowy oraz sposobu użytkowania budynek uległ uszkodzeniu w takim stopniu, że zaistniała konieczność ewakuacji jego mieszkańców.

2. Historia powstania obiektu

Pierwsze dokumenty dotyczące budynku pochodzą z roku 1887 [1] i wzmiankowane jest tam, że budynek powstał w 1874 roku. W owym czasie obiekt składał się z dwu części i zajmował tylko część działki (część A). Kształt rzutu budynku głównego był zbliżony do prostokąta o wymiarach zewnętrznych w poziomie przyziemia około 19,0x14,2m z krótką oficyną przylegającą do sąsiedniej działki od strony północnej. Wymiary rzutu oficyny wynosiły około 5,75x9,0m. Budynek został całkowicie podpiwniczony i miał dwie kondygnacje nadziemne z poddaszem nieużytkowym. Wysokość części głównej od poziomu terenu do kalenicy dachu wynosiła około 11,2m. Usytuowanie budynku na działce przedstawia Rys. 1. Druga część budynku, to oficyna znajdująca się wzdłuż granicy od strony północno-zachodniej działki. Oba budynki nie były wówczas ze sobą połączone. Wymiary oficyny północnej z tego czasu nie są znane.



Rys. 1. Usytuowanie obiektu na działce, A - główna część budynku powstała w 1874r., B - rozbudowa z roku 1898r., C-późniejsze dobudowy.

W 1895 roku budynek został rozbudowany o dodatkową kondygnację części głównej, a w 1898 roku dobudowano plombę z oficyną od strony południowo-wschodniej, zamykając pierzeję od ulicy (część B). Częściowo przebudowywując budynek główny wykonano wjazd do podwórza. Najważniejszych zmian konstrukcji dokonano w roku 1910 (część A). Północna część rzutu została zamieniona na sklep. Wyburzono ściany nośne zastępując je stalowymi podciągami i wykonano dwa słupy ceglane o wymiarach 0,64x0,77m oraz 0,90x0,77m. W kondygnacji piwnicznej wzmocniono ściany i fundamenty w miejscach oparcia słupów. Dodatkowo środkowa część piwnicy pod sklepem została wzmocniona poprzez wbudowanie pośrednich słupków podpierających w połowie rozpiętości stalowe belki dwuteowe stropu odcinkowego.

Następną zmianą jest rozbudowa oficyny, aż do granicy południowo-zachodniej działki (część C). Uzyskane pomieszczenia przeznaczone zostały na magazyn. Czas wzniesienia tej części budynku nie jest znany.

W 1927 roku została dokonana zmiana polegająca na podniesieniu ściany frontowej, zmiany spadku dachu i wygospodarowanie dodatkowych pomieszczeń w kondygnacji poddasza od strony frontowej w części A. Kolejna przebudowa miała miejsce w latach 1940 do

1943, a obejmowała część budynku B gdzie w poziomie parteru powstał kinoteatr. Ostatnie zmiany miały miejsce po II Wojnie Światowej i polegały one na podniesieniu całej konstrukcji dachu. Tym samym uzyskano pełnej wysokości pomieszczenia na poziomie trzeciego piętra, a także wykorzystano część przestrzeni poddasza na lokale mieszkalne (poziom IV piętra).

3. Opis konstrukcji budynku

Konstrukcja budynku składa się z murowanych ścian, odcinkowych stalowo-ceglanych stropów nad piwnicą oraz drewnianych stropów międzykondygnacyjnych. Zabudowa zajmuje prawie całą powierzchnię działki.

Najstarsza i największa część A obiektu znajduje się bezpośrednio przy ulicy, a wymiary rzutu budynku wynoszą około 30,8x17,2m. Całość jest podpiwniczona, a ponad piwnicą znajdują się cztery kondygnacje mieszkalne oraz poddasze w części wykorzystywane również na lokale mieszkalne. Całkowita wysokość budynku wynosi obecnie około 20m powyżej poziomu terenu. Wysokości poszczególnych kondygnacji są zróżnicowane od 4,80m (dla kondygnacji parteru) do około 3,25m dla III piętra budynku (4-tej kondygnacji). Grubość ścian nośnych zmienia się wraz z wysokością. W poziomie kondygnacji piwnicznej ściany mają grubość 70cm (2,5cegły), w poziomie parteru 56cm (2 cegły), a wyżej 38cm (1,5 cegły). W trakcie przeprowadzonych odkrywek fundamentów stwierdzono, że szerokość fundamentów równa jest szerokości ścian piwnic. Poziom posadowienia głównej części budynku jest zróżnicowany. W północnej części rzutu, spód ław fundamentowych znajduje się zaledwie kilka centymetrów poniżej posadzki piwnic (około 1,80m od spodu stalowych belek stropu odcinkowego). Lokalnie poziom posadzki piwnic znajduje się około 2,10m poniżej spodu belek stalowych stropu i występuje poszerzenie ścian fundamentowych od wnętrza.

Stropy nad piwnicą są dwójakiego rodzaju typu: odcinkowe na belkach stalowych oraz Kleina (płaskie) w miejscu przejazdu w rozstawie od 1,1m do 1,35m. Stropy kondygnacji nadziemnych są drewniane, oparte na ścianach równoległych do ulicy.

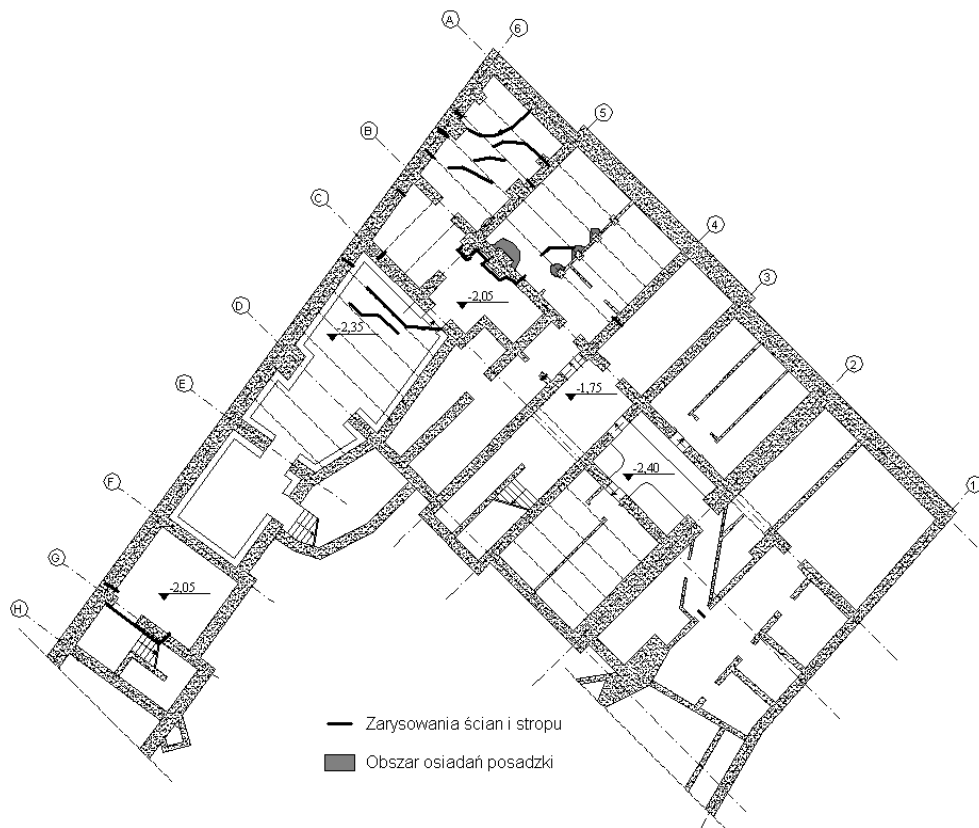
W 1910 roku północna część rzutu w poziomie parteru została przebudowana na sklep. W miejsce układu ścian nośnych wbudowano stalowe belki – podciągi, które oparto na słupach. Konstrukcja podciągów jest różna dla każdego odcinka belek i składa się z dwuteowników o wysokości od 260mm do 470mm w liczbie dwu względnie trzech belek. Wraz ze zmianą obciążeń kondygnacji parteru zostały wzmocnione ściany w poziomie piwnic. W miejscu oparcia słupów parteru poszerzono ściany do grubości około 1,0m. Rozbudowano również fundamenty tworząc ceglane stopy fundamentowe o wymiarach około 1,50x1,50m.

4. Opis uszkodzeń budynku

Główne uszkodzenia obiektu zlokalizowane są w części A. Należą do nich zarysowania ścian nośnych (wzdłuż ulicy i w granicy północno-zachodniej) oraz uszkodzenia stropów odcinkowych nad piwnicą. Kondygnacja piwniczna budynku wraz z naniesionymi uszkodzeniami została przedstawiona na Rys. 2.

Uszkodzenia ściany frontowej występują niemalże na całości ściany. Przebieg rys jest zbliżony do siebie – rysy biegną ukośnie w pasmach podokiennych i nadprożowych (Fot. 1). Powstałe rysy w pasmach okiennych propagują na wylot, przez całą ścianę i można je obserwować również z wnętrza. Szerokość rozwarcia rys dochodzi w niektórych miejscach do 4mm. Dodatkowo we wnętrzu budynku widoczne są miejsca oddzielania się podłużnych ścian zewnętrznych (elewacyjnych) i wewnętrznych od ścian poprzecznych znajdujących się w osi 2.

Zarysowania w tym miejscu budynku rozszerzają się ku górze, by na III piętrze osiągnąć rozwartość około 12mm.



Rys. 2. Rzut kondygnacji piwnic budynku – część A.



Fot. 1. Zarysowanie pasma podokiennego w ścianie elewacyjnej (w osi A/2-3).

W ścianie północno-zachodniej budynku (oś 6) w kondygnacjach nadziemnych występują zarysowania o charakterze pionowym. Rysy przebiegają w miejscu połączenia oficyny z budynkiem. Na długości ściany około 8m (pomiędzy osiami C-E) pojawiają się 3 zarysowania o dużej rozwartości. Pęknięcia mają podobną rozwartość na poszczególnych piętrach, wynoszą

około 10mm każde (Fot. 2 i 3) i propagują na wylot. Uszkodzenia budynku w poziomie kondygnacji piwnicznej skupione są w północno-wschodnim narożniku (pod sklepem). Zarysowania ścian przebiegają nieregularnie i mają rozwartość od około 1 do 3mm, przechodząc w stropy nad piwnicą.

W trakcie przeglądu budynku stwierdzono w piwnicach obszary miejscowego osiadania w obrębie wewnętrznego filara w osi B/4-5 (Fot. 4). O odkształceniach podłoża świadczą również zarysowania posadzki piwnic. W kondygnacjach wyższych ponad wewnętrznym filarem stwierdzono pochylone stropy w polach pomiędzy osiami 4/5 oraz A/B. Spadek w tych pomieszczeniach dochodzi do 6%.



Fot. 2. Zarysowanie ściany w zewnętrznej w poziomie II piętra (osie 6/D-E – przejście budynku w oficynę).



Fot. 3. Rysa w ścianie zewnętrznej w poziomie I piętra (oś 6/D-E).



Fot. 4. Osiadanie filara w piwnicy – obok odkrywka (oś B/4-5).

5. Przyczyny powstania uszkodzeń budynku

Ze względu na występujące osiadanie wewnętrznej podpory – filara stwierdzono, że przyczyną powstania uszkodzeń jest wyczerpanie nośności podłoża gruntowego. Z tego powodu wykonano badania podłoża gruntowego w rejonie filara oraz wykonano zestawienie obciążeń w poziomie posadowienia.

Przyczyn powstania uszkodzeń było kilka. Przeprowadzenie remontu w 1910 roku, które obejmowało zastąpienie ścian nośnych stalowymi podciągami i oparcie ich na ceglanych filarach oraz zwiększanie liczby kondygnacji użytkowych budynku doprowadziło do wyczerpania nośności podłoża gruntowego. W wyniku niewłaściwego sposobu odprowadzenia wód opadowych z sąsiednich podwórek zwiększyła się wilgotność podłoża, co jednocześnie spowodowało obniżenie nośności gruntu. Dodatkowo niewielkie deformacje powierzchni wywołane eksploatacją górniczą mogły mieć również negatywny wpływ na nośność podłoża.

W celu stwierdzenia stanu podłoża w rejonie osiadania filara wykonano dwie odkrywki fundamentów oraz dwa odwierty do głębokości 2,8m poniżej posadzki piwnic. Jak wynika z przeprowadzonych badań, podłoże w miejscu do rozpoznanej głębokości zostało zbudowane z utworów czwartorzędowych, reprezentowanych przez grunty mało i średnio spoiste w stanie od twardo plastycznego do miękko plastycznego (gliny pylaste i pyły), oraz średnio zagęszczone piaski średnie i drobne, miejscami zaglinione. W podłożu, do rozpoznanej wierceniami głębokości, nie stwierdzono obecności zwierciadła wody gruntowej, jednak lokalnie, na granicach warstw gruntów spoistych i niespoistych odnotowano znaczące zwiększenia wilgotności naturalnej gruntów spoistych. Badania nośności podłoża gruntowego sprowadzają się do sprawdzenia czy jednostkowe obliczeniowe obciążenie z konstrukcji na podłoże (q_r) nie przekracza tzw. jednostkowego obliczeniowego oporu podłoża gruntowego (q_f) pomniejszonego o współczynnik korekcyjny (m) – czyli $q_r \leq mq_f$.

Przyjmując, iż podłoże pod istniejącym obiektem budują grunty zaliczone do kategorii B w stanie plastycznym oraz uwzględniając zróżnicowanie w zakresie: położenia warstwy słabej, głębokości posadowienia oraz wymiarów fundamentów opór jednostkowy podłoża oszacowano na poziomie: $q_{fn}=331\text{kPa}$ dla ławy i $q_{fn}=240\text{kPa}$ dla stopy. Po przemnożeniu przez współczynnik obliczeniowy $m=0,81$ daje to odpowiednio: $q_{fn}=268\text{kPa}$ i 190kPa . Wobec faktu iż obciążenie jednostkowe pod ławą fundamentową wynosi $q_{rs}=339\text{kPa}$ występuje przekro-

czenie warunku nośności o ok. 27% ($m q_{fn} = 268 kPa \leq 339 kPa$). Należy zatem przyjąć, że budynek pracuje w zakresie obciążeń, dla których mogą już występować osiadania z tytułu odkształceń plastycznych. Podobna sytuacja ma również miejsce w odniesieniu do stóp fundamentowych, co widać na Fot. 4.

W wyniku przeprowadzonych badań wynika, że niewielka zmiana wilgotności naturalnej gruntu prowadzi do znacznego zmniejszenia jego nośności i sztywności. W badanym podłożu stwierdzono występowanie przewarstwień z gruntów spoistych o stosunkowo wysokiej wilgotności naturalnej (rzędu $w_n=25\%$), gdy sąsiadujące z nimi grunty niespoiste są nieomal suche ($w_n=4\%$). Stąd też przypuszcza się, że zawilgocenia te są efektem przenikających do podłoża wód opadowych, a także z uszkodzonych instalacji kanalizacji deszczowej.

Inną przyczyną zmiany nośności podłoża gruntowego mogła okazać się eksploatacja górnicza. Nawet przejściowe deformacje terenu powodują wystąpienie czasowego zmniejszenia nośności podłoża na skutek zjawiska rozpełzania gruntu. Według [2] eksploatacja prowadzona była na północ obiektu w odległości około 100m na głębokości około 600m poniżej poziomu terenu. Takie położenie budynku w stosunku do eksploatowanego pokładu powoduje, że w rejonie budynku występuje część wypukła krawędzi niecki z jednoczesnym rozpełzaniem [3]. Informacja na ten temat jest szczątkowa, a przedmiotowy budynek podlegał wpływom na poziomie I kategorii górniczej. Całkowite wpływy odkształceń podłoża spowodowanych eksploatacją górniczą ujawniły się do 2001 roku, a powstałe znaczne uszkodzenia wystąpiły w okresie roku 2003 i 2004. W wyniku obserwacji obiektów w sąsiedztwie nie stwierdzono jednak typowych uszkodzeń związanych z deformacjami górniczymi (ukośne zarysowania ścian, pochylenia itp.) z tego też powodu przyjęto, że wpływ deformacji górniczych podłoża mógł mieć znaczenie, ale nie był w tym momencie decydujący. Potwierdzeniem tej tezy może być również fakt, że uszkodzenia budynku zlokalizowane były w północnym narożniku budynku, w obrębie przebudowanej części sklepu. Pozostała część budynku wykazywała znacznie mniejsze uszkodzenia.

6. Zalecenia naprawcze

Stan techniczny całego obiektu jest bardzo zły. Znaczna liczba uszkodzeń w północnej części budynku w postaci zarysowań o dużej rozwartości powoduje, że została w znacznym stopniu obniżona sztywność budynku. Dodatkowo drewniane stropy międzykondygnacyjne również nie zapewniają sztywności w swoich płaszczyznach. Z tego też powodu stateczność poszczególnych części budowli jest znacznie obniżona. Aby zwiększyć sztywność obiektu należałoby wymienić stropy na sztywne żelbetowe lub stalowo-żelbetowe, które powiązałyby ściany w poszczególnych poziomach, a następnie dokonać niezbędnych przemurowań odnawiając ciągłość uszkodzonych części ścian. Wszystkie te działania prowadzą jednak do wzrostu ciężaru obiektu, co prowadzi do kolejnego zwiększonego obciążenia gruntu.

Ze względu na taki charakter uszkodzeń, których powodem było wyczerpanie nośności gruntu pierwszym działaniem jest zmniejszenie wyęźżenia gruntu. Można osiągnąć to poprzez zwiększenie powierzchni fundamentów, obniżenie ich posadowienia do poziomu gruntów nośnych (około 2m poniżej obecnego poziomu) lub wzmocnienie podłoża. Ze względu na bardzo niską sztywność fundamentów ceglanych konieczne byłoby wykonanie obustronnych opasek ścian fundamentowych. Jest to szczególnie utrudnione w starej strukturze miejskiej, gdzie występują ściany sąsiednich obiektów o nie wyjaśnionej do końca przynależności. Wzmocnienie podłoża można wykonać w tych warunkach w trojaki sposób, poprzez: jet-grouting, odcinkowe pale wciskane w grunt lub mikropale. Wszystkie z podanych metod wymagają wykonania oczepu ponieważ istniejące fundamenty są w większości przedłużonymi ceglanymi ścianami fundamentowymi.

Właściciel obiektu nie podjął decyzji, co do dalszego sposobu postępowania. Znaczny koszt remontu budynku jest powodem rozważania alternatywy całkowitej rozbiórki obiektu i wzniesienia w tym miejscu budynku spełniającego wymogi nośności oraz dającej możliwość wykorzystania nowo powstałej powierzchni użytkowej. Proces decyzyjny jest jednak długi wobec czego zdecydowano się na wykonanie prowizorycznego wzmocnienia w postaci ścią-gów stalowych w poziomie stropu nad I piętrzem w celu czasowego spięcia ścian budynku.

7. Podsumowanie

Wzniesiony w końcu XIX wieku budynek jako dwukondygnacyjny został wykonany prawidłowo. Długi okres użytkowania i wielokrotne przebudowy spowodowały występowanie coraz większych uszkodzeń. W wyniku remontu wykonanego w 1910 roku zmieniono schemat statyczny kondygnacji parteru w obrębie narożnika północnego. Wykonanie podciągów podpierających ściany, które oparto na wewnętrznym słupie spowodowały znaczny wzrost obciążeń podłoża. Dodatkowo na przestrzeni całego okresu użytkowania zwiększono liczbę kondygnacji użytkowych z pierwotnie dwu (plus poddasze użytkowe) do czterech (plus poddasze użytkowe). Pomimo dostępu do pełnej dokumentacji archiwalnej obiektu nie odnaleziono analiz nośności podłoża. Przebudowa obiektu w obrębie parteru oraz kolejne nadbudowy przyczyniły się do wykorzystania nośności podłoża gruntowego. Zawodnienie podłoża i obniżenie posadzki piwnic, a w dalszej kolejności górnicze deformacje podłoża były powodem obniżenia nośności gruntu i spowodowały znaczne osiadania fundamentów. Nakładanie się tych wpływów doprowadziło do degradacji konstrukcji obiektu. Znaczne uszkodzenia ścian i stropów spowodowały rozsztywnienie budynku, co groziło wystąpieniem awarii budowlanej.

Zakres prac ratujących cały ustrój jest bardzo znaczny. Ze względu na słabe podłoże wrażliwe na zawilgocenie konieczne jest wykonanie działań wzmacniających. Dopiero po wzmocnieniu podłoża wraz z fundamentami możliwa jest naprawa uszkodzonych ścian oraz wbudowanie sztywnych stropów. Ze względu na koszty właściciel waha się nad wyborem wykonania remontu lub rozbiórki i wzniesienia nowego obiektu. W obecnym momencie wykonano jedynie doraźne zabezpieczenie konstrukcji polegające na spięciu budynku stalowymi ścią-gami w celu czasowego zabezpieczenia konstrukcji.

Przedstawiony obiekt jest typowym przykładem rozbudowy budynku bez właściwego rozpoznania podłoża. Zorientowane na maksymalny zysk działania polegające na zwiększeniu powierzchni do wynajmu skończyły się koniecznością przeprowadzenia gruntownego i kosztownego remontu lub całkowitej przebudowy obiektu. Dodatkowo niekorzystne wpływy, takie jak brak dostatecznej troski we właściwym odprowadzeniu wody opadowej, deformacje podłoża pochodzenia górniczego oraz brak odpowiednich remontów bieżących były przyczyną pogłębiającą niekorzystny stan techniczny budynku.

Literatura

1. Kserokopie dokumentacji obiektu pochodzące z archiwum miejskiego w Bytomiu z okresu 1887 do 1943 roku;
2. Protokół ustalenia szkód górniczych dla obiektów położonych na byłym Obszarze Górniczym „Bytom-Chruszczów” z dnia 14.09.2004r. z mapką interesującego terenu;
3. Kwiatka J. i inni: „Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych”, Wydawnictwo GIG, Katowice 1997r.;