

dr hab. inż. Ryszard Chmielewski^{1*)}

ORCID: 0000-0001-5662-9180

mgr inż. Jacek Sankowski²⁾

ORCID: 0000-0002-5712-267X

Analysis of the possibilities of revitalization of historic buildings in the former complex of the spinning mill complex in Lodz

Analiza możliwości rewitalizacji zabytkowych obiektów w dawnym kompleksie zespołu przędzalni w Łodzi

DOI: 10.15199/33.2024.08.07

Abstract. The article analyzes the technical condition of historic boiler and turbine buildings located on the site of the former “Polmerino” worsted spinning mill complex. These buildings are included in the municipal register of monuments of the city of Lodz, and are currently located on the territory of a new residential area. The primary purpose of assessing these facilities was to analyze the technical feasibility and economic viability of revitalization and reconstruction. The technical condition of the load-bearing structure of the boiler and turbine buildings (structurally connected to each other) was determined to be in an emergency state – there was an imminent threat of a structural disaster. These facilities should have been demolished, and until the demolition of the buildings was carried out, a safety zone should have been demarcated and fenced off, preventing outsiders from being in the area. The immediate cause of damage to the elements of the load-bearing structure, threatening the safety of the structure, was the degradation of the masonry due to the impact of rainwater and groundwater. In addition, it was also found that demolition and reconstruction from acquired material was not possible.

Keywords: historic buildings; technical condition; construction safety.

Revitalizing urban areas, especially those with historic buildings, involves many challenges both architecturally and structurally. First and foremost, it is necessary to ensure the safety of the structures and the usability of existing buildings, which are often in poor technical condition, while also preserving their historical value. Furthermore, the scope of work related to the revitalization of such areas should consider the impact of newly constructed or renovated buildings on other structures in the vicinity of the project. Such requirements are specified in the Construction Law [1], which in the general provisions mandates that design and construction must, among other things, ensure respect for the legitimate interests of third parties present in the area affected by the structure. The preservation of historic buildings often presents many challenges related to the condition of the load-

Streszczenie. W artykule przeanalizowano stan techniczny zabytkowych budynków kotłowni i turbin, zlokalizowanych na terenie byłego kompleksu przędzalni czesankowej „Polmerino”. Obiekty te zostały wpisane do gminnej ewidencji zabytków Łodzi. Obecnie położone są na terenie nowego osiedla mieszkaniowego. Zasadniczym celem oceny tych obiektów było przeprowadzenie analizy technicznej oraz ekonomicznej opłacalności rewitalizacji i przebudowy. Stan techniczny konstrukcji nośnej budynków kotłowni i turbin (połączonych konstrukcyjnie ze sobą) określono jako awaryjny, ponieważ stwierdzono bezpośrednie zagrożenie katastrofą budowlaną. Obiekty te powinny zostać rozebrane, a do czasu wykonania rozbiórki należało wyznaczyć i wyogrodzić strefę bezpieczeństwa, uniemożliwiającą przebywanie osób postronnych w tym obszarze. Bezpośrednią przyczyną powstania uszkodzeń elementów konstrukcji nośnej, zagrażających jej bezpieczeństwu, była degradacja murów w wyniku oddziaływania wód opadowych i gruntowych. Dodatkowo stwierdzono, że rozbiórka i odbudowa z pozyskanego materiału nie jest możliwa.

Słowa kluczowe: obiekty zabytkowe; stan techniczny; bezpieczeństwo konstrukcji.

Rewitalizacja obszarów miejskich, szczególnie tych, na których znajdują się obiekty zabytkowe, wiąże się z wieloma wyzwaniami zarówno architektonicznymi, jak również konstrukcyjnymi. W pierwszej kolejności należy zapewnić bezpieczeństwo konstrukcji i użytkowania istniejących obiektów często będących w złym stanie technicznym, ale również zachowanie ich wartości historycznej. Ponadto zakres robót związanych z rewitalizacją takich obszarów powinien uwzględniać wpływ oddziaływania nowo budowanych lub przebudowywanych obiektów na inne obiekty znajdujące się w inwestycji. Wymagania takie precyzuje ustawa Prawo budowlane [1], która w przepisach ogólnych nakazuje projektować i budować, zapewniając m.in. poszanowanie uzasadnionych interesów osób trzecich, występujących w obszarze oddziaływania obiektu. Zachowanie obiektów zabytkowych często wiąże się z wieloma wyzwaniami związanymi ze stanem konstrukcji nośnej tych obiektów, których czas eksploatacji zbliża się lub przekroczył zakładany okres trwałości [2].

¹⁾ Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Łądowej i Geodezji

²⁾ Ministerstwo Obrony Narodowej, Departament Infrastruktury

*) Correspondence address: ryszard.chmielewski@wat.edu.pl

-bearing structure of these buildings, whose service life is approaching or has exceeded its expected life [2].

Personnel preparing an assessment or technical evaluation of historical buildings should perform an inventory of the structure and testing of embedded materials based on a properly developed research program, which should take into account all site and structural considerations. In the first place, at the stage of preparation for their execution, it is recommended [3 ÷ 5]:

- analyzing the information contained in the technical documentation, including the protocols of periodic statutory inspections of the technical condition;
- conducting a detailed inspection of the object in the field;
- determining the assumptions of the technical assessment with the scope of the necessary tests and measurements;
- determining the method of carrying out the diagnostic assessment.

Such preliminary actions allow for an objective technical diagnosis and analysis of the structural work, enabling the proper assessment of the degree of existing risks. On this basis, a proper decision can be made on the adoption of the scope and technology of construction repair or strengthening works.

In traditional construction, including in exploited historical buildings, cracks and fissures often occur in the masonry elements of the load-bearing structure. These structural defects in bearing walls can arise as a result of uneven settlement of the building object, local exceedance of permissible stresses (e.g., increase in imposed load), loss of stability and longitudinal stiffness of walls, also as a result of thermal actions. At the stage of carrying out technical assessment of objects, in addition to the tests and measurements themselves, it is advisable to make an inventory of the existing damage, its extent and size. Damage to walls can originate at various stages in the life of the structure [5, 6], ranging from design errors to improper workmanship to improper operation of the structure. The type and distribution of damage (cracks and fissures) often allow for the correct identification of the cause of the damage, and consequently, the appropriate method for its repair.

Often in the case of buildings with a significant degree of technical or functional wear and tear, it seems advisable to conduct an analysis of the cost-effectiveness and reasonableness of the repair. Due to the high cost of renovation works, it may sometimes turn out that it is more cost-effective to demolish the damaged object and build a new one with the same usable area. In addition, the new object will better fit in with modern functional and utility requirements. The decision on whether to qualify an object for renovation or replacement should be made on the basis of economic analysis [2, 7], of course, this does not apply to historic buildings. In the case of historic buildings, demolition can be carried out when it has been damaged to the extent that it has lost its value or damaged to a significant degree, after it has been previously removed from the register of historic buildings in accordance with statutory regulations [8].

Osoby opracowujące ocenę bądź ekspertyzę techniczną obiektów zabytkowych powinny wykonać inwentaryzację konstrukcji i badania wbudowanych materiałów na podstawie właściwie opracowanego programu badawczego, uwzględniającego wszystkie uwarunkowania lokalizacyjne i konstrukcyjne. Na etapie przygotowywania się do ich wykonania, w pierwszej kolejności zalecane jest [3 ÷ 5]:

- przeanalizowanie informacji zawartych w dokumentacji technicznej, w tym w protokołach z okresowych ustawowych kontroli stanu technicznego;
- przeprowadzenie szczegółowych oględzin obiektu w terenie;
- określenie założeń oceny technicznej wraz z zakresem niezbędnych badań i pomiarów;
- określenie sposobu przeprowadzenia oceny diagnostycznej.

Tak przeprowadzone działania wstępne pozwalają na obiektywne przeprowadzenie diagnostyki technicznej oraz wykonanie analizy pracy konstrukcji nośnej pozwalającej właściwie określić stopień występujących zagrożeń. Na tej podstawie można podjąć właściwą decyzję dotyczącą zakresu i technologii budowlanych robót remontowych bądź wzmacniających.

W tradycyjnym budownictwie, w tym w wyeksploatowanych obiektach zabytkowych, często występują zarysowania i pęknięcia w murowanych elementach konstrukcji nośnych. Te uszkodzenia konstrukcyjne w ścianach nośnych mogą powstawać w wyniku nierównomiernego osiadania obiektu budowlanego, miejscowego przekroczenia dopuszczalnych naprężeń (np. zwiększenie obciążenia użytkowego), a także utraty stateczności i sztywności podłużnej ścian, m.in. w wyniku oddziaływań termicznych. Na etapie wykonywania oceny technicznej obiektów, oprócz badań i pomiarów, celowe jest wykonanie inwentaryzacji występujących uszkodzeń, ich zakresu i wielkości. Uszkodzenia ścian mogą mieć swoje źródło na różnym etapie życia obiektu [5, 6], począwszy od błędów projektowych, przez niewłaściwe wykonawstwo, aż do nieprawidłowej eksploatacji obiektu. Rodzaj i rozkład uszkodzeń (spękań i zarysowań) często pozwala na prawidłowe określenie przyczyny powstania uszkodzeń, a co za tym idzie właściwe określenie sposobu ich naprawy.

W wypadku obiektów o znacznym stopniu zużycia technicznego czy funkcjonalnego celowe wydaje się przeprowadzenie analizy opłacalności i zasadności remontu. Ze względu na wysokie koszty robót remontowych czasami może się okazać, że bardziej opłacalna jest rozbiórka obiektu uszkodzonego i budowa nowego o takiej samej powierzchni użytkowej. Dodatkowo nowy obiekt będzie lepiej wpisywał się we współczesne wymagania funkcjonalno-użytkowe. Decyzja dotycząca zakwalifikowania obiektu do remontu lub rozbiórki powinna być podjęta na podstawie analizy ekonomicznej [2, 7]. Nie dotyczy to oczywiście obiektów zabytkowych, w przypadku których rozbiórka może zostać wykonana, gdy uległy one zniszczeniu w stopniu powodującym utratę wartości lub uszkodzeniu w znacznym stopniu, po wcześniejszym jego skreśleniu z rejestru zabytków zgodnie z przepisami ustawowymi [8].

A properly conducted technical assessment of a structure, combined with technical diagnostics, is an effective tool that enables making justified decisions regarding its continued use [9, 10]. In the case of the historic building within the spinning mill complex, based on the results of diagnostic tests and verification calculations, its demolition was recommended [11].

Description of the supporting structure

The complex, consisting of adjacent boiler and turbine buildings, is located on the site of the former “Polmerino” Czesankowa Spinning Mill complex, now a Murapol Nowa Przędzalnia housing estate at 21 Wróblewskiego Street in Lodz [11]. The buildings are located on a plot of land with the registration number 134/59, precinct P-29, and are located in the central part of the Nowa Przędzalnia housing estate. They are part of the facilities left over from the Works of the French Joint Stock Company – General Company of the Spinning Industry Anonymous Society of Allart Rousseau Works and Company in Lodz. On the other sides, this complex is surrounded by multi-family residential blocks of a newly built housing estate. The analyzed buildings date back to the late 19th century, and are remnants of the demolition of a textile factory. Based on the analysis of the architectural and structural inventory drawings, it was determined that these structures were built with masonry construction using ceramic bricks and cement-lime mortar. The southern facade is decorated with decorative elements in the form of two turrets. Both above the windows and above the entrances to the buildings, the lintels were made as arched. The buildings are covered with a gable roof based on lattice girders with channel and T-shaped profiles covered with sheet metal. In the further gable part of the roof there is a longitudinally located fanlight. The height of the boiler building is about 6 m, while its built-up area is about 826 m², and the turbine building is about 174 m². Photo 1 shows a general view of the boiler and turbine buildings from 2019 [12]. The facade of the building shows intensive vegetation overgrowing the walls, located directly at the foundations and on the above-ground structure, which has caused accelerated technical wear and tear of these two building elements – the foundation (foundations) and the facade. The roots of vegetation have caused the degradation of the masonry walls of the buildings by growing into the joints of these building envelopes and holding moisture for a long time. In addition, it should be noted that this situation is indicative of the persistently high level of groundwater (Photo 2).

As a result of material degradation due to intense moisture, **the technical condition of the masonry structure of the walls of the underground and above-ground parts of the buildings has been determined to be in a state of**



Photo 1. Construction of boiler and turbine plants in 2019 [12]

Fot. 1. Budynki kotłowni i turbin w 2019 r. [12]

Poprawnie wykonana ocena techniczna obiektu, połączona z wykonaniem diagnostyki technicznej, jest właściwym narzędziem, które umożliwia podjęcie uzasadnionych decyzji dotyczących możliwości jego dalszego użytkowania [9, 10]. W przypadku przedmiotowego obiektu zabytkowego w kompleksie przędzalni, na podstawie wyników badań diagnostycznych i obliczeń sprawdzających zalecono jego rozbiórkę [11].

Opis konstrukcji nośnej

Kompleks składający się z przylegających do siebie budynków kotłowni i turbin znajduje się na terenie byłego zespołu Przędzalni Czesankowej „Polmerino”, obecnie osiedla mieszkaniowego Murapol Nowa Przędzalnia przy ul. Wróblewskiego 21 w Łodzi [11]. Obiekty zlokalizowane są na działce o numerze ewidencyjnym 134/59, obręb P-29 i znajdują się w centralnej części osiedla mieszkaniowego Nowa Przędzalnia. Wchodzą one w skład obiektów pozostałych po Zakładach Francuskiej Spółki Akcyjnej – Generalna Kompania Przemysłu Przędzalniczego Towarzystwo Anonimowe Zakładów Allart Rousseau i Spółka w Łodzi. Z pozostałych stron kompleks ten otoczony jest wielorodzinnymi blokami mieszkalnymi nowo powstałego osiedla. Przedmiotowe obiekty pochodzą z końca XIX wieku i są pozostałościami po wyburzeniu fabryki włókienniczej. Na podstawie analizy rysunkowej inwentaryzacji architektoniczno-konstrukcyjnej stwierdzono, że obiekty te zostały wykonane w konstrukcji murewnej z cegły ceramicznej na zaprawie cementowo-wapiennej. Elewacja południowa ozdobiona jest elementami dekoracyjnymi w formie dwóch wieżyczek. Zarówno nad oknami, jak i nad wejściami do obiektów nadproża zostały wykonane jako łukowe. Budynki mają dach dwuspadowy oparty na dźwigarach kratowych o profilach ceowym i teowym pokrytych blachą. W dalszej części szczytowej dachu znajduje się podłużnie usytuowane naswietle. Wysokość budynku kotłowni wynosi ok. 6 m, a powierzchnia jego zabudowy ok. 826 m², natomiast budynku turbin – ok. 174 m². Na fotografii 1 przedstawiono widok ogólny budynków kotłowni i turbin w 2019 r. [12]. Na elewacji widoczna jest intensywna roślinność porastająca mury, zlokalizowana bezpośrednio przy fundamentach oraz

na konstrukcji nadziemnej, która spowodowała przyspieszone zużycie techniczne posadowienia (fundamentów) i elewacji. Korzenie roślin spowodowały degradację murewanych ścian budynków przez wrastanie w spoiny tych przegród oraz długotrwałe utrzymywanie wilgoci. Taka sytuacja świadczy również o utrzymującym się wysokim poziomie wód gruntowych (fotografia 2).

Wskutek degradacji materiału, wynikającej z intensywnego zawilgocenia, **stan techniczny murewanych ścian części podziemnej i nadziemnej budynków określono jako awaryjny, stwarzający zagrożenie katastrofą budowlaną.** Dodatkowo w ścianach wystę-

emergency, posing a threat of a building disaster. In addition, there are large cavities in the walls, which are remnants of the dismantling of installations and equipment of the buildings. The window openings are mostly bricked up with aerated concrete, while the remainder of these partitions show traces of many previous brickworks and insertions of structural elements.

The walls of the above-ground part are in a technical condition threatening to collapse, there are clear diagonal cracks in the walls and holes created by the displacement of these partitions. The walls have a significant deviation from the vertical, in the upper part of them in the place of joining the side and facade walls there are holes formed as a result of displacement of the corners of the building, the condition of the masonry structure of the above-ground part of the building is shown in Photo 3.

The technical condition of the foundation walls in the underground part of the building also indicates an imminent threat of collapse – a building disaster. There are losses of bricks in the walls, locally the bricks and mortar have degraded to such an extent that they crumble under slight pressure in the hand. This is due to intense moisture due to the lack of vertical and horizontal waterproofing. The wall material of the underground part has been significantly damaged and should be considered out-of-class. The immediate threat of collapse is also evidenced by the delamination and partial collapse of the wall in the underground section (Photo 4).

Another structural element of the buildings subject to evaluation was **the truss steel girders supporting the canopy structure.** Their technical condition should be described as pre-failure – a threat of building disaster, especially since the cross sections are strongly weakened by corrosion. Particularly intense is the crevice corrosion at the places where the elements of the bottom chords are connected to the posts and cross-bracing with gusset plates. The steel structure of the roof trusses shows missing bracing elements and deformation (non-linearity of the chords) of these girders. Due to significant corrosion damage and the occurrence of visible permanent deformation of the steel structural elements of the roof girders, they are not eligible for repair – Photo 5. The damaged cross sections will not be able



Photo 2. Rear elevation of the building with overgrown vegetation. March 2024 condition
Fot. 2. Elewacja tylna budynku z porastającą roślinnością. Stan z marca 2024 r.



Photo 3. Damage to the masonry of the above-ground part
Fot. 3. Uszkodzenia muru części nadziemnej



Photo 4. Damage to the walls of the underground part of the buildings: a) degradation of the wall bricks; b) delamination and collapsed part of the wall

Fot. 4. Uszkodzenia ścian części podziemnej budynków: a) degradacja cegieł ścian; b) rozwarstwienie i zawalona część ściany

pują duże ubytki, które są pozostałością po demontażu instalacji i wyposażenia budynków. Otwory okienne zostały w większości zamurwane betonem komórkowym, a na pozostałej części tych przegród widoczne są ślady wielu wcześniejszych przemuruowań i wstawienia elementów konstrukcyjnych.

Ściany części nadziemnej znajdują się w stanie technicznym grożącym zawaleniem; widoczne są wyraźne ukośne spękania oraz otwory powstałe w wyniku przemieszczenia tych przegród. Ściany mają znaczne odchylenie od pionu, a w górnej ich części, w miejscu łączenia ścian bocznych i czołowej, występują otwory powstałe w wyniku przemieszczenia narożników budynku. Stan murowanej konstrukcji nadziemnej budynku przedstawiono na fotografii 3.

Stan techniczny ścian fundamentowych w części podziemnej budynku również świadczy o bezpośrednim zagrożeniu zawaleniem (katastrofą budowlaną). Występują ubytki cegieł, lokalnie cegły i zaprawa uległy degradacji do takiego stopnia, że kruszą się pod niewielkim naciskiem w dłoń. Wynika to z intensywnego zawilgocenia z powodu braku hydroizolacji pionowej i poziomej. Materiał ścian części podziemnej uległ znacznemu uszkodzeniu. O bezpośrednim zagrożeniu zawaleniem świadczy również rozwarstwienie i częściowe zawalenie ściany w części podziemnej (fotografia 4).

Kolejnym elementem konstrukcji budynków podlegającym ocenie były **kratownicowe dźwigary stalowe podtrzymujące konstrukcję zadaszenia.** Ich stan techniczny należy określić jako przedawaryjny (zagrożenie katastrofą budowlaną), ponieważ przekroje poprzeczne są silnie osłabione korozją. Szczególnie intensywna jest korozja szczelinowa w miejscach łączenia elementów pasów dolnych ze słupkami i krzyżulcami za pomocą blach węzłowych. W stalowej konstrukcji więźarów dachowych widoczne są braki elementów stężających oraz deformacja (nieliniowość pasów) tych dźwigarów. Ze względu na znaczne uszkodzenia korozyjne i występujące widoczne trwałe deformacje stalowych elementów konstrukcyjnych dźwigarów dachowych nie kwalifikują się one do remontu – fotografia 5. Uszkodzone przekroje poprzeczne nie będą w stanie przenieść nawet ciężaru własnego pokrycia dachowego, tym bardziej że wymagane jest

to carry even the dead weight of the roofing, especially since a heat transfer coefficient is required with which the additional weight of thermal insulation layers is associated. Also, the normal design values of climatic load (snow, wind, ice) have increased significantly, which further increases the required load-bearing capacity of the roof girder structure.



Photo 5. Trussed girders of the boiler room roof: extent of corrosion. March 2024 condition

Fot. 5. Kratownicowe dźwigary dachu kotłowni: zakres korozji. Stan z marca 2024 r.

Diagnostic research

The research methodology included:

- **analysis of available technical documentation**, including information from historical sources,

- **local inspection** of the site to determine the scope of the research and inventory,

- **inventory of damage** in the form of drawings, sketches,

- **sampling to determine** the moisture content of the masonry, and taking samples for brick strength testing,

- **inventory and verification calculations** of steel roof cranes,

- **preparation of a report** based on the inventory, test results and analysis.

One of the tests conducted was to determine the mass moisture content of masonry materials using the dryer-weight method – for this purpose, samples of bricks were taken. The study was carried out under laboratory conditions in accordance with the applicable standard requirements [13]. Tables 1 and 2 show the results of measurements of the moisture content of the walls of the side elevations, and the evaluation of the humidity level of the masonry in relation to the bulk moisture content was determined in accordance with the WTA classification [14].

The results unequivocally testify to intense moisture – none of the samples taken had acceptable moisture values. The walls of the side elevations are very severely damp – their moisture

uzyskanie współczynnika przenikania ciepła, z czym wiąże się dodatkowy ciężar warstw izolacji termicznej. Również istotnemu zwiększeniu uległy normowe obliczeniowe wartości obciążenia klimatycznego (śnieg, wiatr, oblodzenie), co dodatkowo zwiększa wymaganą nośność konstrukcji dźwigarów dachowych.

Badania diagnostyczne

Metoda badań obejmowała:

- **analizę dostępnej dokumentacji technicznej**, w tym informacji ze źródeł historycznych;

- **wizję lokalną obiektu** w celu określenia zakresu badań i inwentaryzacji;

- **inwentaryzację uszkodzeń** w formie rysunkowej, szkice;

- **pobranie próbek** w celu określenia zawilgocenia muru oraz pobranie próbek cegieł do badania wytrzymałości;

- **inwentaryzację i obliczenia sprawdzające** stalowych dźwigów dachowych;

- **sporządzenie raportu** na podstawie wykonanej inwentaryzacji, wyników badań oraz analiz.

Jednym z przeprowadzonych badań było **określenie wilgotności masowej materiałów murtowych** z wykorzystaniem metody suszarkowo-wagowej. W tym celu pobrane zostały próbki cegieł. Badanie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych zgodnie z obowiązującymi wymaganiami normy [13]. W tabelach 1 i 2 przedstawiano wyniki pomiarów wilgotności ścian bocznych. Ponadto określono zawilgocenie murów w odniesieniu do wilgotności masowej zgodnie z klasyfikacją WTA [14].

Uzyskane wyniki jednoznacznie świadczą o intensywnym zawilgoceniu – żadna z pobranych próbek nie miała dopuszczalnej wilgotności. Mury ścian bocznych są bardzo silnie zawilgocone. Ich wilgotność należy określić jako „mocno wilgot-

Table 1. Results of mass moisture testing of the masonry of the boiler and turbine building – side elevation from Polytechnic Avenue

Tabela 1. Wyniki badań wilgotności masowej muru budynku kotłowni i turbin – elewacja boczna od strony Al. Politechniki

No sample/ Nr próbki	m_t [g]	m_{mt} [g]	m_{st} [g]	m_m [g]	m_s [g]	m_w [g]	w [%]	WTA
10	29,00	134,62	121,95	105,62	92,95	12,67	13,63%	wet/ mokry
11	28,91	83,77	77,18	54,86	48,27	6,59	13,65%	wet/ mokry
15	27,89	92,29	84,41	64,40	56,52	7,88	13,94%	wet/ mokry
17	30,04	155,97	140,15	125,93	110,11	15,82	14,37%	wet/ mokry
18	30,48	139,04	125,88	108,56	95,4	13,16	13,79%	wet/ mokry

Oznaczenia: m_t – masa tary; m_{mt} – masa materiału mokrego z tarą; m_{st} – masa materiału suchego z tarą; m_m – masa materiału mokrego; m_s – masa materiału suchego; m_w – masa wody; w – wilgotność; WTA – klasyfikacja materiału w zależności od jego wilgotności masowej

Table 2. Results of mass moisture testing of the masonry of the boiler and turbine building – side elevation from John Paul II Avenue

Tabela 2. Wyniki badań wilgotności masowej muru budynku kotłowni i turbin – elewacja boczna od strony Al. Jana Pawła II

No sample/ Nr próbki	m_t [g]	m_{mt} [g]	m_{st} [g]	m_m [g]	m_s [g]	m_w [g]	w [%]	WTA
13	30,06	79,19	74,33	49,13	44,27	4,86	10,98%	severely damp/ mocno wilgotny
22	30,11	94,24	87,65	64,13	57,54	6,59	11,45%	severely damp/ mocno wilgotny
20	29,84	89,45	83,6	59,61	53,76	5,85	10,88%	severely damp/ mocno wilgotny
23	29,75	80,97	75,41	51,22	45,66	5,56	12,18%	wet/mokry
24	29,85	86,15	80,42	56,3	50,57	5,73	11,33%	severely damp/ mocno wilgotny

Oznaczenia wg tabeli 1

content should be described as „severely damp” to „wet”. This has caused accelerated technical wear and tear, including localized deterioration of the material of the walls and masonry, especially in the lower part of the walls. Due to the degradation of the material as a result of severe dampness, the bricks should be described as „off-grade.” During the on-site inspection, some of the bricks had deteriorated under the dead weight of the structure, while some of the bricks in the wall yielded to crumbling under slight pressure in the hand. Samples were made from the fragments of the foundation wall bricks taken for moisture measurements, and five samples yielded characteristic strengths ranging from 3.6 MPa to 7.2 MPa. It should be noted at this point that crumpled bricks were not taken. Tests of bricks taken from the masonry of the above-ground part also yielded very varied and low results. Table 3 summarizes the results of density and compressive strength tests of the eight samples taken.

The steel embedded in the load-bearing structure is a historic welded steel, for which the recommended design strength for calculations is taken to be $f_{yd} = 186$ MPa [15]. This steel is heavily corroded – corrosion has reduced the cross sections by about 1 mm on each side. Comparing the geometric parameters of the undamaged section with the corroded section, it should be noted that the stiffness of the corroded steel floor beam has decreased to 67% while its load-bearing capacity has decreased to 69% with respect to the parameters of the undamaged cross-section of this girder. A similar decrease in load capacity applies to the steel truss girders of the roof structure – it is not suitable for repair or reinforcement for use as a support for new roofing.

Summary

The overall technical condition of the boiler and turbine buildings should be described as emergency - there is an imminent threat of a building disaster. Corrosion damage to the walls, especially in the lower part of the walls, has caused the buildings to fail to meet any load-bearing or serviceability limit states. The walls of the boiler plant building and turbines are in danger of collapse. The presence of very low-strength bricks in the walls has reduced the load-bearing capacity of the masonry to values that cause this immediate danger.

Based on the assessment of the technical condition, laboratory and macroscopic tests carried out, the scope of the necessary construction repair works to restore the boiler and turbine buildings to serviceability should include their complete demolition.

Most of the materials from this demolition are unsuitable for rebuilding – this applies in particular to all the steel structure elements and about 30% of the bricks from the masonry.

ne” do „mokre”. Spowodowało to przyspieszone zużycie techniczne, łącznie z lokalnymi zniszczeniami materiału murów, szczególnie w dolnej ich części. Ze względu na degradację cegieł w wyniku silnego zawilgocenia, należy określić je jako „pozaklasowe”. Podczas wizji lokalnej stwierdzono, że część cegieł uległa zniszczeniu pod ciężarem własnym konstrukcji, a część poddaje się rozkruszaniu pod niewielkim naciskiem w dłoni. Z pobranych do pomiaru wilgotności fragmentów cegieł ściany fundamentowej wykonano próbki. Pięć z nich mia-

ło wytrzymałość charakterystyczną od 3,6 MPa do 7,2 MPa. Badania cegieł pobranych z murów części nadziemnej dały również bardzo zróżnicowane i słabe wyniki. W tabeli 3 zestawiono wyniki badania gęstości i wytrzymałości na ściskanie ośmiu pobranych próbek.

Stal wbudowana w konstrukcję nośną to historyczna stal zgrzewna, w przypadku której zalecana do obliczeń wytrzymałość obliczeniowa przyjmowana

jest $f_{yd} = 186$ MPa [15]. Stal ta jest silnie skorodowana – korozja zmniejszyła przekroje poprzeczne o ok. 1 mm z każdej strony. Porównując parametry geometryczne przekroju nieuszkodzonego z przekrojem skorodowanym stwierdzono, że sztywność skorodowanej stalowej belki stropu zmniejszyła się do 67%, natomiast jej nośność do 69% w porównaniu z parametrami nieuszkodzonego przekroju poprzecznego tego dźwigara. Podobny spadek nośności dotyczy stalowych dźwigarów kratownicowych konstrukcji dachowej. Nie nadaje się ona do remontu czy wzmocnienia pod kątem wykorzystania jako oparcie nowego pokrycia dachowego.

Podsumowanie

Ogólny stan techniczny budynków kotłowni i turbin należy określić jako awaryjny – występuje bezpośrednie zagrożenie katastrofą budowlaną. Zniszczenie korozyjne ścian, szczególnie w dolnej ich części, spowodowało, że obiekty te nie spełniają żadnych wymagań stanów granicznych nośności i użyteczności. Ściany budynku kotłowni i turbin grożą zawaleniem. Występowanie w murach cegieł o bardzo małej wytrzymałości obniżyło nośność muru do wartości powodujących bezpośrednie zagrożenie.

Na podstawie oceny stanu technicznego oraz przeprowadzonych badań laboratoryjnych i makroskopowych stwierdzono, że należy dokonać całkowitej rozbiórki budynków kotłowni i turbin. Większość materiałów z tej rozbiórki nie nadaje się do ponownego wbudowania. Dotyczy to wszystkich elementów konstrukcji stalowej oraz ok. 30% cegieł z murów.

W związku z tym określono, że remont obiektów jest nieuzasadniony ekonomicznie. W ocenianych budynkach ko-

Table 3. Results of tests of bricks of the above-ground part of the objects

Tabela 3. Wyniki badań cegieł części nadziemnej obiektów

No sample/ Nr próbki	Wymiary [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m ³]	Siła niszcząca [kN]	Wytrzymałość [MPa]
1	67 x 123 x 260	3,72	1740	289	9,0
2	65 x 125 x 255	3,70	1790	318	10,0
3	63 x 120 x 252	3,68	1930	664	22,0
4	70 x 125 x 264	4,30	1860	254	7,7
5	65 x 123 x 254	3,53	1740	579	18,5
6	60 x 121 x 263	3,78	1980	401	12,6
7	65 x 120 x 260	4,00	1970	212	6,8
8	65 x 120 x 146	2,38	2090	109	6,2

Therefore, it was determined that it is not economically justified to renovate the structure of the facility. The assessed boiler and turbine buildings have material damage and deterioration to an extent that poses a danger to use. Their reconstruction and adaptation to use would require complete demolition and reconstruction. The buildings currently have many alterations and additions with non-original elements, which makes their historical value negligible. In addition, it should be noted that also their reconstruction is not possible. This is due to the state of technical wear and tear of the built-in construction materials. Bricks from the walls, both from the above-ground part and from the walls and footings, are not suitable for reuse. Many years of dampness and the varying environmental conditions of the structures, combined with the alternating loads from factory machinery, have led to the material destruction of most bricks, depending on their location in the structural elements.

Steel structural elements (truss roof girders, steel floor support structure) located in the buildings are not suitable for repair or reconstruction due to corrosion damage. It should be pointed out that the structural steel in question is a welded steel that does not meet modern strength parameters primarily as a result of a significant reduction in its impact strength. In addition, it should be noted that as a result of fatigue, which is a natural phenomenon for structural steel elements subjected to alternating loads, there was an additional weakening of the material structure. Therefore, the reuse of any of the steel elements would require detailed and expensive material testing.

The analyzed building structures are not listed in the register of historical monuments – they are under conservation protection, and thus an agreement on possible demolition is required with the provincial conservator of monuments. In the opinion of the authors, it is advisable that, as part of the revitalization of the area for the preservation of historical elements, the brick from the demolition should be used to repair the wall of the front elevation with turrets and the old water tower adjacent to the object (Photo 6).

When analyzing the issue of reconstruction of historical buildings with classical masonry construction, special attention should be paid to the proper determination of the current strength and deformation parameters of masonry walls and the possibility of local masonry overloading [2]. When determining the current performance of masonry of historic buildings, the following issues play a decisive role [5, 6, 16, 17]:

- the occurrence of additional static or dynamic loads to which the masonry was not adapted, including from traffic loads;
- hazards resulting from the occurrence of cracks and fractures, including the determination of the causes of their formation;
- natural technical wear and tear resulting from long-term use of historic buildings, taking into account the level of maintenance work;
- repairs and reconstructions resulting from the adaptation of the object to current technical standards;

towni i turbin występują uszkodzenia i zniszczenia materiału w stopniu stwarzającym zagrożenie użytkowania, dlatego wymagają całkowitej rozbiórki i odtworzenia. Obecnie budynki charakteryzują się wieloma przeróbkami i elementami, które nie są oryginalne, dlatego też ich wartość historyczna jest znikoma. Należy też podkreślić, że cegły z murów zarówno części nadziemnej, jak i ścian oraz ław fundamentowych nie nadają się do ponownego wykorzystania. Wieloletnie zawilgocenie oraz zmienne warunki środowiskowe panujące w obiektach w połączeniu z obciążeniami zmiennymi od maszyn fabrycznych doprowadziły do destrukcji materiałowej większości cegieł, w zależności od ich lokalizacji w elementach konstrukcyjnych.

Stalowe elementy konstrukcyjne (kratownicowe dźwigary dachowe, stalowa konstrukcja podpierająca strop) znajdujące się w budynkach również nie nadają do naprawy czy też ponownego wbudowania ze względu na uszkodzenia korozyjne. Podkreślić należy, że stal konstrukcyjna to stal zgrzewna, która nie spełnia współczesnych parametrów wytrzymałościowych przede wszystkim na skutek znacznego zmniejszenia jej udatności. Ponadto w wyniku zmęczenia materiału, co jest zjawiskiem naturalnym w przypadku stalowych elementów konstrukcyjnych poddanych obciążeniom zmiennym, doszło do dodatkowego osłabienia struktury materiału. Z tego względu ponowne wykorzystanie któregośkolwiek z elementów stalowych wymagałoby szczegółowych i kosztownych badań materiałowych.

Omawiane obiekty budowlane nie są wpisane do rejestru zabytków, ale zostały objęte ochroną konserwatorską i dlatego wymagane jest uzgodnienie ewentualnej rozbiórki z wojewódzkim konserwatorem zabytków. W naszej ocenie celowe jest, aby w ramach zachowania elementów historycznych cegła z rozbiórki posłużyła do remontu ściany elewacji czołowej z wieżyczkami oraz sąsiadującej z obiektem starej wieży ciśnień (fotografia 6).

Analizując zagadnienie przebudowy zabytkowych budynków o klasycznej konstrukcji murowanej, należy szczególną uwagę zwrócić na właściwe określenie aktualnych parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych ścian murowanych oraz możliwość wystąpienia lokalnego przeciążenia muru [2]. Przy określaniu aktualnych parametrów murów obiektów zabytkowych decydującą rolę odgrywają [5, 6, 16, 17]:

- występowanie dodatkowych obciążeń statycznych lub dynamicznych, na które mury nie były przystosowywane, w tym od obciążeń komunikacyjnych;
- zagrożenia wynikające z występujących rys i pęknięć, w tym ustalenie przyczyn ich powstania;
- naturalne zużycie techniczne wynikające z długotrwałej eksploatacji obiektów zabytkowych z uwzględnieniem poziomu robót utrzymaniowych;
- remonty i przebudowy wynikające z adaptacji obiektu do obecnych standardów technicznych;



Photo 6. Front elevation with turrets proposed to be preserved as a historical witness

Fot. 6. Elewacja czołowa z wieżyczkami proponowana do zachowania jako świadek historii

- determination of the type of material from which the masonry was made, and the type of mortar;
- others, such as: atmospheric factors, thermal influences, environmental influences, soil and water conditions of the substrate, etc.

Reconstruction with the preservation of certain elements of the buildings would require considerable expense and the selection of appropriate technology, which would have to be carried out in a way that protects the elements to be preserved, as well as the construction of supporting and reinforcing structures. These works would require the approval and consent of the preservationist, however they seem expedient to carry out. In place of the assessed buildings, a commercial and service hall could be created with a shape and form consistent with the former use of the area, and the elements used would allow witnesses of history to remain. Such solutions have worked well, for example, in the case of the Koszyki Hall or the Norblin Factory in Warsaw. Unfortunately, the objects are currently left without adequate protection against the impact of rainwater, and it should be noted that the vegetation overgrowing the structure has not been removed either. This leads to a situation where the object undergoing further degradation may be destroyed, posing a danger to residents of the neighborhood and cars that are parked directly in front of the object.

*Photos 2 ÷ 6: authors
Received: 10.06.2024
Revised: 22.07.2024
Published: 21.08.2024*

- określenie rodzaju materiału, z którego wykonano mur, oraz rodzaju zaprawy;
- inne, np. czynniki atmosferyczne, oddziaływania termiczne, oddziaływania środowiska, warunki gruntowo-wodne podłoża itp.

Przebudowa z zachowaniem pewnych elementów obiektów wymagałaby znacznych nakładów i doboru odpowiedniej technologii. Należałoby ją przeprowadzić w sposób zabezpieczający elementy przeznaczone do zachowania oraz wykonać konstrukcje podpierające i wzmacniające. Roboty te wymagałyby uzgodnienia i zgody konserwatora zabytków, jakkolwiek wydają się celowe do przeprowadzenia. W miejscu ocenianych obiektów można by stworzyć halę handlowo-usługową w kształcie i formie zgodnej z dawnym użytkowaniem terenu, a wykorzystane elementy pozwoliłyby na pozostawienie świadków historii. Takie rozwiązania sprawdziły się np. w przypadku Hali Koszyki czy Fabryki Norblina w Warszawie. Niestety obecnie obiekty są pozostawione bez odpowiedniego zabezpieczenia przed oddziaływaniem wód opadowych. Nie usunięto również roślinności porastającej konstrukcję. W tej sytuacji obiekt, ulegając dalszej degradacji, może ulec zniszczeniu, stwarzając przy tym zagrożenie dla mieszkańców osiedla i samochodów, które są parkowane bezpośrednio przed obiektem.

*Fotografie 2 ÷ 6: autorzy
Wpłynął do redakcji: 10.06.2024 r.
Otrzymano poprawiony po recenzjach: 22.07.2024 r.
Opublikowano: 21.08.2024 r.*

References

- [1] Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414.
- [2] Chmielewski R, Kruska L, Lalka J. Aspekty przebudowy zabytkowych budynków murowanych o bezwieńcowej konstrukcji stropów międzykondygnacyjnych. Biuletyn WAT. 2016; <https://doi.org/10.5604/12345865.1228959>.
- [3] Popielski P, Bednarz B, Majewski T, Niedostatkiwicz M. Settlement of a historic building due to seepage-induced soil deformation. Archives of Civil Engineering. 2023; <https://doi.org/10.24425/ace.2023.145253>.
- [4] Drobiec Ł, Kozłowska S. Wstępne nieniszczące badania posadzki i ścian w Pałacu Wielkich Mistrzów na zamku średnim w Malborku. Przegląd Budowlany. 2024; <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.3607>.
- [5] Niedostatkiwicz M. Building modernization located in the conservation protection zone in the aspect of technical conditions, Safety Engineering of Anthropogenic Objects. 2022; <https://doi.org/10.37105/iboa.133>.
- [6] Drobiec Ł. Przyczyny uszkodzeń murów. XXII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk, 7-10 marca 2007, tom 1, s. 105-147.
- [7] Leandera J, Honfib D, Ivanovc OL, Björnssonc Í. A decision support framework for fatigue assessment of steel bridges. Engineering Failure Analysis. 2018; <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.04.033>
- [8] Ustawa z 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. Dz.U. 2022 poz. 840.
- [9] Chmielewski R, Sankowski J, Sobczyk K. Wpływ niewłaściwego rozpoznania podłoża gruntowego na realizację inwestycji na terenie zamkniętym. Materiały Budowlane. 2023, <https://doi.org/10.15199/33.2023.02.10>.
- [10] Obolewicz J, Baryłka A, Szota M, Rychlik A. Technical safety considerations for construction sites. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2022; <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.2340>.
- [11] Chmielewski R, Kruska L. Ekspertyzy i opinie techniczne z zakresu budownictwa. WAT, 2005 – 2024.
- [12] www.fabrykiprl.pl/fabryki/polmerino/.
- [13] PN-EN ISO 12570 Ciepno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze.
- [14] WTA Merkblatt 4–11–16/D. Messung des Wassergehalts bzw. der Feuchte von mineralischen Baustoffen. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege. V., München, 2016.
- [15] Chmielewski R, Muzolf P. Analysis of degradation process of a railway steel bridge in the final period of its operation. Structure and Infrastructure Engineering. 2021; <https://doi.org/10.1080/15732479.2021.1956550>.
- [16] Janowski Z. Cechy sprężyste i wytrzymałości murów w obiektach zabytkowych poddanych obciążeniom statycznym, V Konferencja Naukowo – Techniczna. Inżynierskie problemy odnowy Staromiejskich Zespołów Zabytkowych, Kraków 2000.
- [17] Orłowicz R, Małyszko L. Konstrukcje murowe: zarysowania i naprawy. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn, 2000.