

Jerzy Jasieńko*

Łukasz Bednarz* , Tomasz Nowak*

Analiza stanu zachowania drewnianych stropów w Auli Leopoldyńskiej Uniwersytetu Wrocławskiego oraz w budynku głównego dworca kolejowego we Wrocławiu

Analysis of the condition of preservation of wooden ceilings in the Leopoldina Assembly Hall at Wrocław University and in the building of the main railway station in Wrocław

1. Wstęp

Wrocław pomimo zniszczeń wojennych i powojennych zachował wiele budowli w stanie oryginalnym, między innymi: barokowy zespół głównych budynków Uniwersytetu Wrocławskiego z Aulą Leopoldyńską oraz neogotycki budynek kolejowego Dworca Głównego. Oba te obiekty pomimo swego zabytkowego charakteru z biegiem czasu zaczęły tracić swój dawny blask. Przeprowadzane remonty konserwatorskie nie zawsze wykonywane były w sposób kompleksowy lub w ogóle nie były przeprowadzane. Szczególnie ważnym wydaje się zainteresowanie elementami konstrukcyjnymi wykonanymi z drewna. Materiał ten jest szczególnie narażony na destrukcyjne działanie czynników zewnętrznych takich jak wilgoć, owady oraz grzyby i pleśnie.

2. Charakterystyka obiektów

Aula Leopoldyńska

Aula Leopoldyńska, pomyślana jako główne reprezentacyjne pomieszczenie nowo wznoszonego w latach 1728-1732 gmachu, znajduje się na pierwszym piętrze budynku głównego Uniwersytetu Wrocławskiego. Budynek ten należy do najznamienitszych zabytków budownictwa okresu baroku we Wrocławiu. Został wybudowany jako filozoficzne i teolo-

1. Introduction

In Wrocław, in spite of the war and post-war destructions, many buildings have been preserved in their original condition, amongst other things: the baroque complex of the main buildings of The Wrocław University with the Leopoldina Hall (assembly hall) and the neo-gothic building of The Main Railway Station. Both these objects in spite of their antique character began losing their former glitter as the time was passing. The conservator's repairs that were carried out were not always executed in the extensive way or no repairs were done at all. What seems particularly important is focusing on constructional elements made from wood. This material is particularly subject to destructive acting of such external factors as moisture, insects and fungi and moulds.

2. Characteristics of the objects

Leopoldina Hall

The Lepoldina Hall, conceived as the main stately room of the edifice newly raised in years 1728-1732, is on the first floor of the main building of Wrocław University. This building belongs to the most illustrious relics of building of the baroque period in Wrocław. It was built as the philosophical and theological Jesuit's college. Since 1811,

Praca dopuszczona do druku po recenzjach

Article accepted for publishing after reviews

giczne kolegium jezuickie. Od roku 1811 po połączeniu tej szkoły z frankfurcką Viadriną została ona przekształcona w pełną, obejmującą wszystkie fakultety, szkołę wyższą. Aula (rys. 1), nazwana ku czci fundatora uniwersytetu, cesarza rzymskiego Leopolda I – Leopoldyńska, jest największą i najbardziej uroczystą salą w tym budynku. Ma długość około 37 m, szerokość wynoszącą przeciętnie 11,6 m, wysokość 7,4 m i jest oświetlona rozmieszczonymi nieregularnie oknami zwieńczonymi półkolistymi łukami, po dziewięć na zewnętrznych ścianach. W rozszerzeniu obu wschodnich przęseł, położonych najbliżej wejścia, znajduje się wsparta na filarach i hermach ściennych, wyprofilowana łukowato empora (rys. 2). Ponad wystającymi ze ścian wspornikami sklepienia wyłania się sufit w formie stosunkowo płaskiego, pozornego sklepienia kolebkowego z lunetami (rys. 3). Całą powierzchnię sufitu pokrywa bogate malowidło barokowe, korespondujące z podziałem sali na trzy części.

after connecting this school with Frankfurt's Viadrina, it became transformed into full-fledged higher school, including all the faculties. The assembly hall (fig. 1) was called Leopoldina Hall, to honor the founder of the university, the Roman Emperor Leopold I – it is the largest and the most solemn hall in this building. It is about 37 m long, with the average width 11.6 m and of 7.4 m high, and it is lighted up with irregularly disposed windows topped with semicircular arches, nine of them on each external wall. In the extension of both eastern spans, laid nearest to the entrance, there is a matroneum, which is supported on pillars and wall hermes, arch-like profiled (fig. 2). Above the Samson-posts of the vault protruding from the walls there opens the ceiling in the form of comparatively flat, apparent barrel vault with lunettes (fig. 3). The rich baroque painting covers the whole surface of the ceiling, corresponding with the division of the hall onto three parts.



Rys. 1. Aula Leopoldyńska – widok z empory
Fig. 1. The Leopoldina assembly hall – view from the matroneum

Po ponad wieku użytkowania, w 1896 r. powzięto decyzję o odnowieniu wielu elementów dekoracyjnych oraz konstrukcyjnych Auli. Zdecydowano również o wzmocnieniu istniejącego stropu drewnianego, dylowego, tworzącego konstrukcję nad sklepieniem pozornym Auli (rys. 4, 5). Przebudowa miała również na celu udostępnienie pomieszczenia ponad Aulą jako sal wykładowych (obecna Sala Bal-

After over a century of using the Hall, in 1896, a decision was taken to renovate many decorative and constructional elements thereof. It was also decided to strengthen the existing wooden ceiling, of plank construction, forming the construction over the apparent vault of the Hall (fig. 4, 5). The refurbishing was also intended to make the room above the hall accessible, to use it as lecture halls (the present Balz-



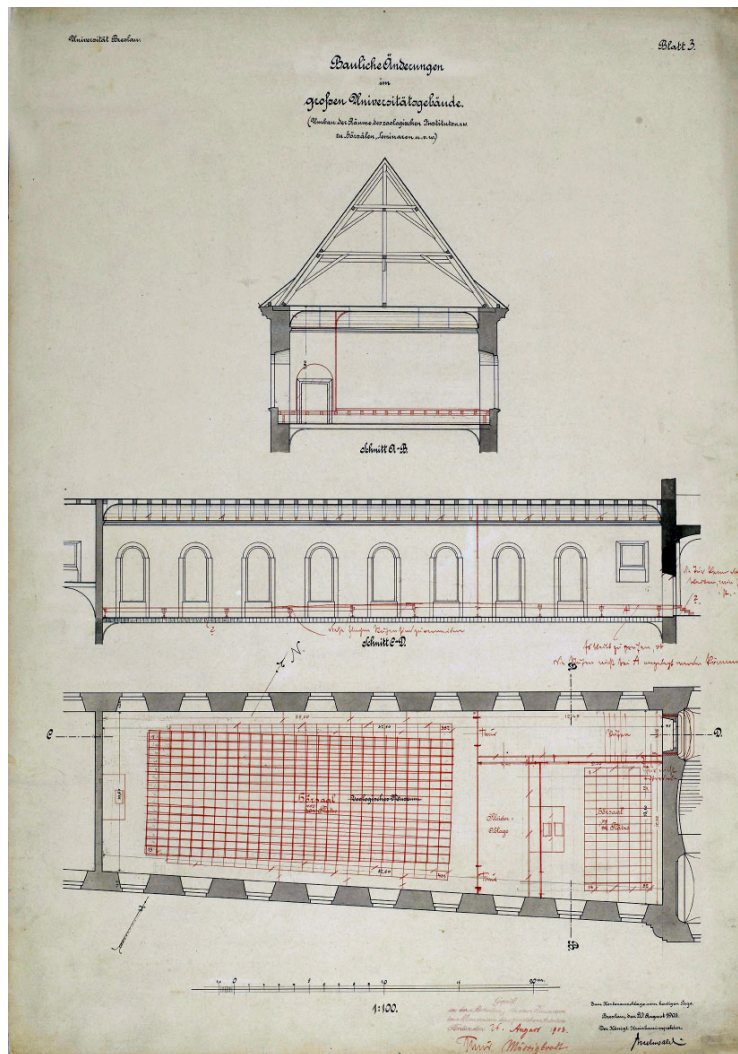
Rys. 2. Empora Auli Leopoldyńskiej
 Fig. 2. Matroneum in the Leopoldina assembly hall

zera oraz Sala Polonii Wrocławskiej). W roku 1905, po wielu zmianach koncepcji wzmocnienia, w hucie żelaza Waltherhütte w Mikołowie (Górny Śląsk), wykonano zestaw 8 blachownic wraz z pojedynczym stężeniem kratowym pionowym. Podłogę w formie amfiteatralnej (z małym spadkiem) wykonano z desek mocowanych na gwoździe do belek drewnianych opartych na blachownicach. Wzdłuż ścian zewnętrznych, w pachach drewnianego sklepienia pozornego, podwieszono strop dylowy na kształtownikach mocowanych do blachownic. Taki układ statyczny pozostał do dnia dzisiejszego.

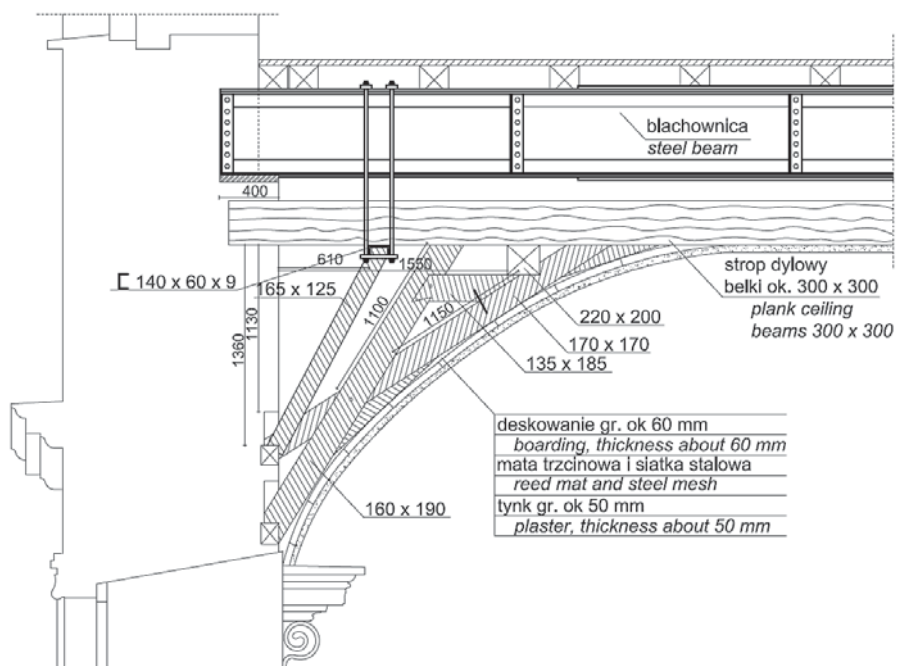
er's Hall and the Hall of Polish community abroad coming from Wrocław). In 1905, after many changes of the conception of strengthening, a set of 8 plate girders was made in the steelworks Waltherhütte in Mikołów (Upper Silesia), together with a single vertical truss bracing. The floor is laid amphitheatricaly (with small decline), it was made from boards fixed on nails to the wooden beams resting on plate girders. Along the external walls, in the haunches of apparent wooden vault, a plank ceiling was suspended on sections fixed to the plate girders. Such static arrangement has remained till today.



Rys. 3. Sufit – sklepienie pozorne Auli Leopoldyńskiej
 Fig. 3. The ceiling – apparent vault of The Leopoldina Hall



Rys. 4. Koncepcja przebudowy stropu nad Aulą Leopoldyńską z roku 1903
 Fig. 4. Conception of rebuilding of the ceiling over The Leopoldina Hall from 1903



Rys. 5. Przekrój przez strop nad Aulą
 Fig. 5. Cross-section of the ceiling over the Assembly Hall

Prace konstrukcyjno – konserwatorskie mające na celu zachowanie tego unikalnego na skalę światową obiektu wymagają przeprowadzenia analizy stanu zachowania elementów drewnianych stropu, stanu zachowania blachownic stalowych oraz stanu zachowania elementów konstrukcji drewnianego sklepienia pozornego.

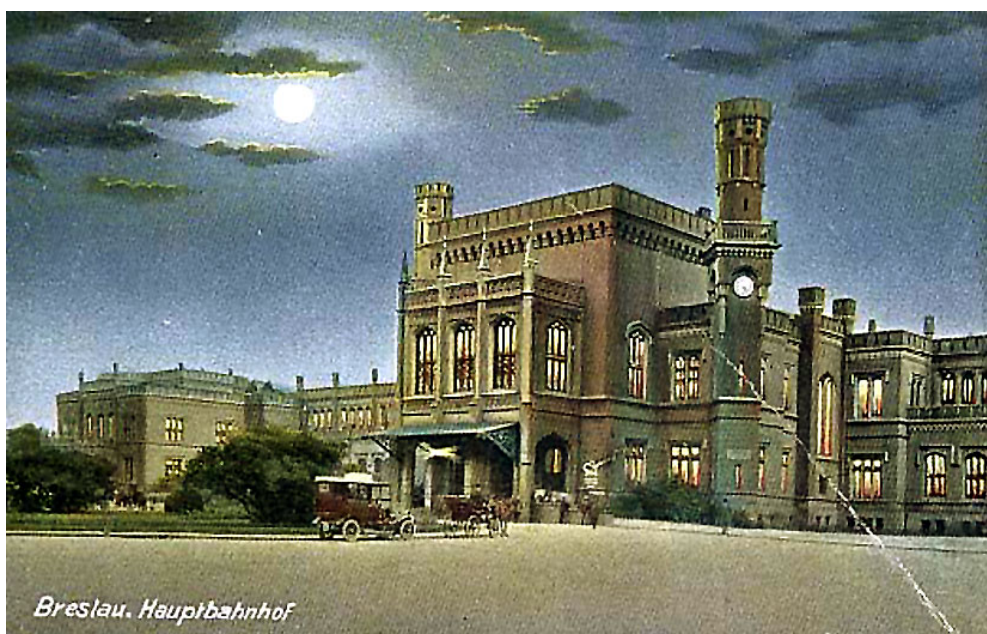
Dworzec Główny

Dworzec Główny we Wrocławiu jest jedną z najstarszych tego typu budowli w Polsce. Wybudowany został w stylu angielskiego neogotyku, w latach 1855-1857, jako dworzec węzła Kolei Górnośląskiej Wrocławsko-Poznańsko-Głogowskiej (rys. 6). Projektantem, tej niegdyś największej, w swojej klasie budowli w Europie był niemiecki architekt – Wilhelm Grapow.

The construction conservator's works aimed at preservation of this unique all over the world object require the analysis of the condition of preservation of the wooden elements of the ceiling, the condition of preservation of steel plate girders and the condition of preservation of the construction elements of the apparent vault made of wood.

Main Railway Station

The Main Railway Station in Wrocław is one of the oldest buildings of this type in Poland. It was built in the English Neo-gothic style, in years 1855-1857, as the railway station of the junction point of the Railway systems: Górny Śląsk (Upper Silesian) and Wrocław-Poznan-Głogow (fig. 6). The designer of this, once the largest building in this class in Europe, was a German architect – Wilhelm Grapow.



Rys. 6. Widok Dworca Głównego do strony obecnej ul. Piłsudskiego (przełom XIX i XX wieku)
Fig. 6. View of the Main Railway Station from the side of the present Piłsudski Street (at the turn of XIX and XX century)



Rys. 7. Strop kasetonowy nad salą reprezentacyjną na I piętrze
Fig. 7. The coffered ceiling over the stately hall on the 1st floor



Rys. 8. Strop z powalą o profilowanych belkach drewnianych i profilowanych drewnianych podciągach
Fig. 8. The ceiling with wooden beams of profiled cross-sections and wooden binding joists of profiled cross-sections

Budynek Dworca składa się z pięciu części różniących się wymiarami i układem konstrukcyjnym oraz wystrojem artystycznym stropów i stopniem zniszczenia elementów drewnianych. W budynku występują różnego rodzaju stropy drewniane. Od szczególnie pięknej konstrukcji historycznej o bardzo bogatym wystroju i dużej wartości zabytkowej stropu kasetonowego nad salą reprezentacyjną (rys. 7), poprzez drewniane stropy z powalą ozdobną (rys. 8), aż po stropy drewniane listwowe z podsufitką bez elementów ozdobnych nie stanowiące szczególnie cennej substancji zabytkowej.

Zbudowany przed ponad 150 laty gmach, jest jednym z ważnych zabytkowych obiektów w pejzażu kulturowym Wrocławia. Przeprowadzana obecnie rewitalizacja dworca ma za zadanie zachowanie jego unikalnego, XIX wiecznego klimatu w historycznej bryle.

3. Badania i analiza stanu zachowania stropów drewnianych

W obu rozpatrywanych przypadkach stwierdzono, że stropy drewniane stanowią szczególnie wartościową historyczną część konstrukcji o znacznej wartości artystycznej. Poza kilkoma fragmentami stropów w budynku Dworca Głównego należało by elementy drewniane stropów poddać remontowi i konserwacji i bezwzględnie zachować. Problem pojawia się w przypadku wprowadzenia nowych, dodatkowych obciążeń użytkowych i technologicznych związanych ze zmianą funkcji istniejących pomieszczeń. Niezbędnym staje się wykonanie analizy stanu zachowania stropów i zaproponowanie programu naprawczego (wzmocnienia) i konserwacyjnego.

W ramach analizy zachowania stropów prowadzącej do stworzenia właściwego programu wykonano badania konstrukcji. Badania te miały na celu określenie niektórych właściwości fizycznych i mechanicznych drewna rozpatrywanych stropów oraz określenie normowych parametrów wytrzymałości drewna, które mogły zostać przyjęte w końcowych analizach statycznych.

W ramach badań materiałowych przeprowadzono badania cech drewna, obejmujące m. in. oznaczenie: wilgotności, gęstości, wytrzymałości na zginanie statyczne, wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien, wytrzymałości na ściskanie w poprzek włókien. Badania wykonane zostały na próbkach wykonanych z pobranych fragmentów stropów.

W obu przypadkach na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonych badań materiałowych oraz ich analizy przyjęto, że drewno stropów odpowiada klasie drewna C27.

The building of The Station consists of five parts, differing in their dimensions and constructional arrangement and in their artistic interior decorations of the ceilings and also in the extent of destruction of wooden elements. Various kinds of wooden ceilings occur in this building. Starting from particularly beautiful historical construction of very rich interior decorations and the coffered ceiling of large antique value over the stately hall (fig. 7), through wooden decorative ceilings (fig. 8), up to wooden slat ceilings with soffit ceiling without any decorative elements, not making up particularly valuable antique substance.

The edifice was built over 150 years ago, it is one of important antique objects in the cultural landscape of Wrocław. The revitalization of the station being carried out at present is aimed at preservation of its unique, XIX century climate in the historical mass of the building.

3. Investigations and analysis of the condition of preservation of wooden ceilings

In both considered cases it was found that wooden ceilings made up particularly valuable historical part of the construction of considerable artistic value. Except for a few fragments of the ceilings in the building of the Main Railway Station all the wooden elements of the ceilings absolutely deserve to be redecorated and should undergo conservation to be preserved. The problem appears in the case of introducing new, additional exploitation and technological loads, connected with the functional change of the existing rooms. It becomes necessary to carry out an analysis of condition of preservation of the ceilings and to propose a program of their repair (strengthening) and conservation.

Within the analysis of preservation of the ceilings, leading to creation of proper program there were executed investigations of the construction. Those investigations were to determine some physical and mechanical properties of the wood of the considered ceilings and establishing of the normative parameters of strength of the wood, which could be accepted in the final static analyses.

The material investigations of the wood included the features of the wood, amongst other things: moisture, density, static bending strength, compression along the filaments strength, compression across the filaments strength. Investigations were executed on samples made from the taken fragments of ceilings.

In both cases, on the basis of the results obtained in the tests and their analysis, it was determined that the wood from the ceilings corresponded to wood of C27 class.

Analiza dendrochronologiczna

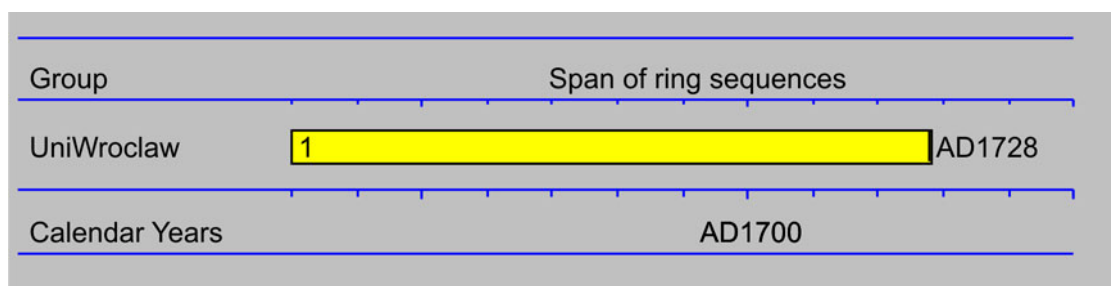
Materiał ze stropu dylowego Auli Leopoldyńskiej poddano analizie dendrochronologicznej drewna. Badaniom poddano próbkę drewna pobraną z obiektu w postaci plastra z pełnym przekrojem poprzecznym. Próbka została przygotowana do badań. Wykonano identyfikację gatunku drewna. Na powierzchni wyznaczono i przygotowano ścieżki pomiarowe, a następnie przy użyciu aparatu pomiarowego typu LINTAB pomierzono szerokości przyrostów rocznych drewna. Dokładność pomiaru wynosiła 0,01 mm. Synchronizację sekwencji przyrostowych i porównanie ich z chronologiami wzorcowymi przeprowadzono przy pomocy programów CATRAS v. 4.20, TSAPWin oraz DENDRO for WINDOWS.

W wyniku przeprowadzonej analizy określono, że próbka drewna należy do gatunku sosna pospolita (*Pinus sylvestris* L.). Położenie sekwencji przyrostowej w czasie zilustrowano na diagramie belkowym (rys. 9).

Dendro-chronological analysis

The material from the plank ceiling of the Leopoldina Hall was subjected to the dendro-chronological analysis of the wood. The sample of wood, taken from the object in the form of a slice with full transverse section, underwent investigations. The sample was prepared to the investigations. The species of wood was identified. On the surface there were outlined measuring paths, which were then prepared, and then the widths of the annual growth of the wood was determined with the use of measuring apparatus of type LINTAB. The accuracy of the carried out measurements was 0.01 mm. Synchronizing of the annual growth sequences and comparison thereof with standard chronologies were done with software CATRAS v. 4.20, TSAPWin and DENDRO for WINDOWS.

In the result of the conducted analysis, it was qualified that the sample of wood belongs to the common pine species (*Pinus sylvestris* L.). The position of the annual growth sequence in the time was illustrated on a beam diagram (fig. 9).



Rys. 9. Datowanie serii przyrostowej próbki drewna z ze stropu dylowego nad Aulą Leopoldyńską
Fig. 9. Date determining of the annual growth sequence for a sample of wood from the plank ceiling over the Leopoldina Hall

Otrzymane rezultaty jednoznacznie wskazują na ścinę drzewa późną jesienią 1728 roku lub zimą 1728/1729 roku, co w pełni pokrywa się z kwerendą historyczną. Wykorzystanie drewna w konstrukcji następowało z reguły w tym samym roku, co ścinka drzewa, po kilku miesiącach przeznaczonych na obróbkę, transport i sezonowanie drewna.

Badania wilgotnościowe i rezystograficzne

Jako badania stanu materiału konstrukcji drewnianego stropu dylowego Auli, drewnianej konstrukcji sklepienia pozornego (skłonów) Auli oraz stropów dworca wykonano badania pomiaru wilgotności oraz badania rezystograficzne. W celu określenia stanu zachowania tkanki drzewnej w elementach konstrukcyjnych. Celem badań było ustalenie stanu drewna, charakteru zawilgocenia, określenie intensywności czynników zawilgaczających obiekt, określenie rodzaju i stopnia zasolenia substancji zabytkowej.

The results obtained unambiguously show that the tree was felled in late autumn 1728 or in winter 1728/1729, which completely agrees with the historical preliminary research. The utilization of the wood in the construction was as a rule done in the same year as felling the tree, after several months taken by processing, transportation and seasoning the wood.

Moisture content measurements and resistographic investigations

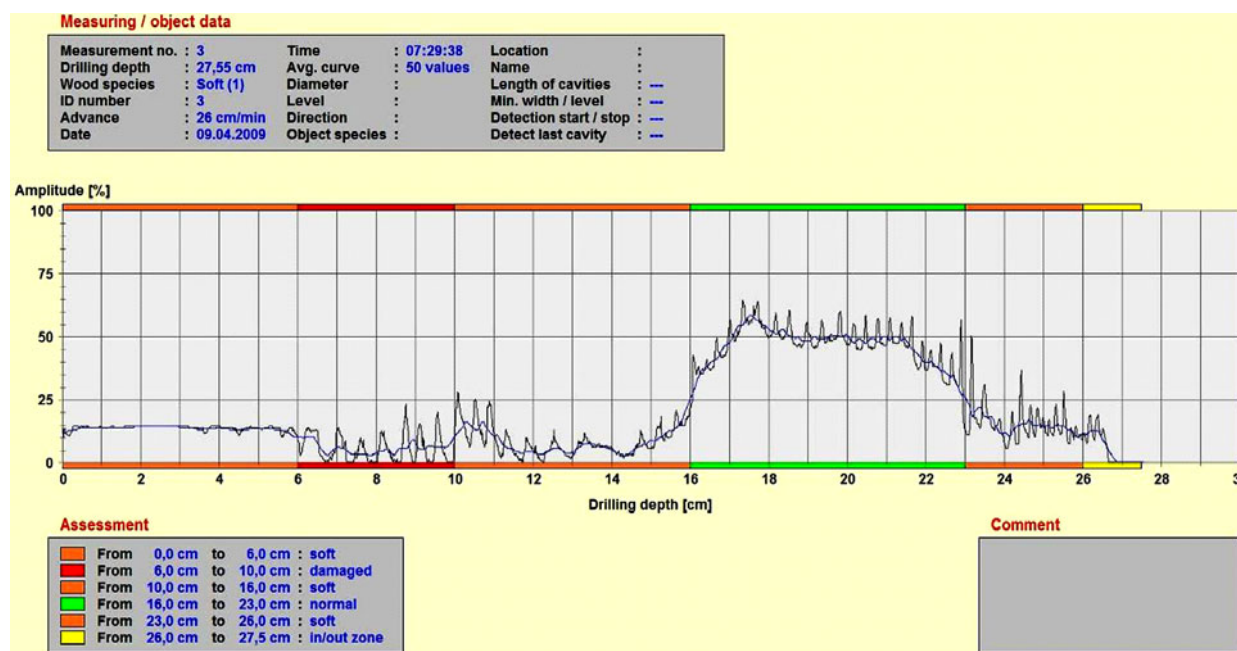
Within the scope of investigations of the condition of the construction material of the wooden plank ceiling of the Hall, of the wooden construction of the apparent vault (slopes) of the Hall and the ceilings of the railway station there were executed measurements of moisture content and resistographic investigations in order to determine the condition of preservation of the wood tissue in constructional elements. The aim of investigations was to qualify the condition of wood, the type of dampness, the intensity of factors making the object damp, and to determine the type and extent of salinity of the antique substance.

Badania wilgotności elementów drewnianych stropu dylowego Auli przeprowadzono stosując metodę opartą na pomiarach rezystancyjnych z użyciem wilgotnościomierza LB-796 firmy Lab-El przy pomocy sondy młotkowej LB-795. Urządzenie skalibrowano na drewno sosnowe.

Badania rezystograficzne ukierunkowano na określenie stanu zachowania tkanki drzewnej w elementach konstrukcyjnych. Wykonano je z użyciem rezystografu IML RESI F-400S. Metoda ta oparta jest na pomiarze oporu skrawania zapisanego w formie wykresu, podczas nawiercania elementu. Wiercenia wykonywano cienkim, elastycznym wiertłem o średnicy 3mm. W przypadku stropu Auli w celu uniknięcia przewiercenia się w strefę zdobionych polichromią tynków, rozłożonych bezpośrednio na podniebieniu stropu dylowego, odwierty wykonywano do szacowanej każdorazowo bezpiecznej głębokości, wynikającej z porównania wysokości dyla. Wyniki badań przedstawiono w postaci wykresów zależności amplitudy oporu od głębokości odwiertu, dla każdego punktu pomiarowego (rys. 10).

The investigations of moisture content of wooden elements of the plank ceiling of the Hall were conducted by the method based on resistance measurements with the use of hygrometer LB-796 made by the firm Lab-El, and with the use of hammer probe LB-795. The device was calibrated on pine wood.

The resistographic investigations were focused on qualification of the condition of preservation of wood tissue in the constructional elements. They were made with the use of resistograph IML RESI F-400S. This method is based on measurement of cutting resistance while drilling in element, written down in the format of a graph. Drillings were executed with thin, elastic boring bit of 3 mm in diameter. In the case of the ceiling of the Hall, in order to avoid drilling through in the zone adorned with plaster polychromy, spread directly on the intrados of plank ceiling, the bored holes were made up to the safe depth, which each time had been earlier estimated by comparing the height of the plank. The results of investigations were introduced in the form of graphs of dependence of the amplitude of resistance on the depth of bored hole, for each measuring point (fig. 10).



Rys. 10. Przykładowe wyniki pomiarów rezystograficznych dla belki stropu nad salą reprezentacyjną Dworca Głównego
 Fig. 10. An example of results of resistographic measurements for the ceiling beam over the stately hall of the Main Railway Station

Badania termowizyjne

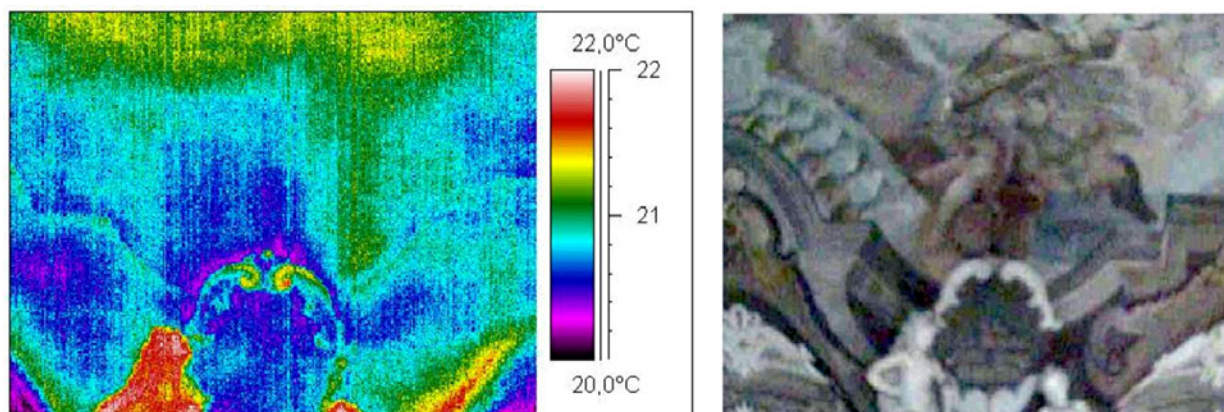
Badania termowizyjne podniebienia stropu dylowego w Auli Leopoldyńskiej zastosowano w celu nieniszczącego wyznaczenia obszarów niespójności pomiędzy bezpośrednim podkładem polichromii a dolną płaszczyzną stropu dylowego. Badania przeprowadzono poprzez pomiar rozkładu temperatury na powierzchni stropu od strony pomieszczenia Auli

Thermovision investigation

Thermovision investigations of the intrados of the plank ceiling in the Leopoldina Hall were applied in order to determine in non-destructive way the areas of non-adherence between the direct plaster base of the polychromy and the bottom plane of the plank ceiling. The investigations were conducted by measurement of the distribution of temperature on

za pomocą kamery termowizyjnej ThermaCAM P65 firmy FLIR SYSTEMS. Zastosowany system pomiarowy umożliwił pomiar, wizualizację oraz rejestrację rozkładu temperatury na powierzchni badanego obiektu (rys. 11) poprzez pomiar natężenia promieniowania podczerwonego (ciepłego) emitowanego przez obiekt.

the ceiling surface from the side of the Hall's room, using a thermovision camera ThermaCAM P65 of the firm FLIR SYSTEMS. The applied measuring system made possible measurement, visualization and registration of the distribution of temperature on the surface of the studied object (fig. 11) by measurements of the intensity of infra-red (thermal) radiation emitted by the object.



Rys. 11. Termogram części stropu nad sceną Auli z wyraźnie widocznym zróżnicowaniem wartości temperatury powierzchni
 Fig. 11. Thermograph of a part of ceiling over the Hall's stage with clearly visible differentiation in the value of the surface temperature

Badania termowizyjne powierzchni polichromowanego podłoża pokazały, że metoda termografii podczerwonej może być skutecznym narzędziem pomiarowym w defektoskopii miejsc odspojenia podłoża od stropu. Niezbędnym warunkiem skuteczności pomiaru jest występowanie różnicy temperatury powietrza po obu stronach stropu co najmniej 5,0°C. Termogramy wyraźnie wskazały liczne obszary odspojen. Można je uznać za miarodajne zwłaszcza w obszarze „wypłaszczenia” podkładu tzn. w obszarze odpowiadającym ułożeniu podkładu poprzez matę trzcinową bezpośrednio na dolnych powierzchniach dyli.

Badania statyczne i dynamiczne

Przeprowadzone badania statyczne i dynamiczne miały na celu eksperymentalne określenie poziomu przemieszczeń badanych blachownic stropu nad Aulą Leopoldyńską. Wyniki badań pozwoliły określić czy występują jakiegokolwiek przemieszczenia blachownic stropu związane z ich obciążaniem tłumem w różnych schematach statycznych, oraz czy ma to wpływ na konstrukcję stropu dylowego oraz malowidło sklepienia pozornego Auli Leopoldina.

Ponieważ konstrukcja podkładu pod polichromię Auli Leopoldina jest w trudnym do określenia (w sensie statycznym i dynamicznym) stopniu połączona ze stropem Sali Balzera, nie było pełnej możliwości teoretycznego określenia wpływu przemieszczeń na zachowanie sufitu Auli. Zastosowano

Thermovision investigations of the surface of polychromy base showed that the method of infrared thermography could be an effective measuring tool in the flaw detection of detachment places of plaster base from the ceiling. The indispensable condition for effectiveness of the measurement is occurrence of temperature difference of the air on both sides of the ceiling, which must be at least 5.0°C. Thermographs clearly showed numerous areas of detachment. One can recognize them as reliable especially in the area where the plaster base 'gets flat' i.e. in the area corresponding to laying the plaster base through the reed mat directly on the bottom surfaces of the planks.

Static and dynamic investigations

Static and dynamic investigations were conducted in order to determine experimentally the level of dislocation of studied plate girders of the ceiling over the Leopoldina Hall. The results of investigations allow to determine if there had occurred any dislocation of the plate girders of the ceiling due to their load by the crowd in various static patterns, and if that had any influence on the construction of the plank ceiling and the painting of the apparent vault of the Leopoldina Hall.

Because the construction of plaster base under the polychromy of the Leopoldina Hall was joined with the ceiling of the Balzer's Hall in the way which was hard to determine (in the static and dynamic sense), it was not possible to determine theoretical-

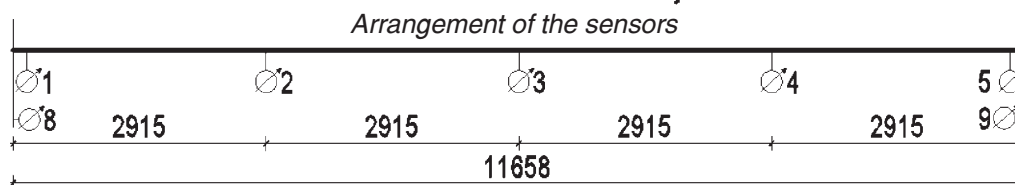
zatem eksperymentalną metodę badań obciążając badane elementy tłumem. Mierzono:

- przemieszczenia w 5 punktach konstrukcji blachownicy nr 4 (rys. 12),
- przemieszczenia w środku rozpiętości blachownic sąsiednich – nr 3 i nr 5,
- przemieszczenia względne stropu dylowego,
- przemieszczenia poziome blachownic w strefie oparcia na ścianach.

ly the influence of dislocations on preservation of the Leopoldina Hall's ceiling. Therefore an experimental method of investigations was applied so that the tested elements were put under load of the crowd. The following parameters were measured:

- dislocation in 5 points of the plate girder construction no. 4 (fig. 12),
- dislocation in the centre of the spread of adjacent plate girders – no. 3 and no. 5,
- relative dislocation of the plank ceiling,
- dislocation of horizontal plate girder in the zone of its support on the walls.

Schemat rozmieszczenia czujników



Rys. 12. Schemat rozmieszczenia czujników indukcyjnych na blachownicach
Fig. 12. Arrangement of the inductive sensors on the plate girders.

Do rejestracji wyników przemieszczeń użyto indukcyjnych czujników przemieszczeń W50 TS o zakresie pomiarowym ± 50 mm, klasy 0,5%, firmy Hottinger Baldwin Messtechnik (fot. 5.4 i 5.5) sprzężonych z komputerem PC (wyposażonym w oprogramowanie CATMAN firmy Hottinger Baldwin Messtechnik do współpracy komputera z urządzeniami pomiarowymi tej firmy) oraz wielokanałowego systemu pomiarowego SPIDER firmy Hottinger Baldwin Messtechnik.

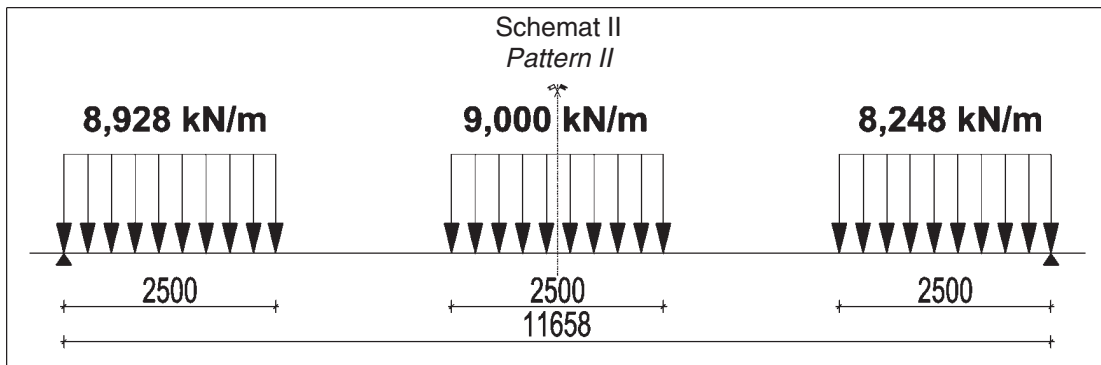
Program badań statycznych zrealizowano na fragmencie stropu o szerokości ok. 11,66 m i długości ok. 4 m położonym symetrycznie nad blachownicą nr 4 (rys. 12). Obciążenie użytkowe realizowane było przez 110 osobową grupę studentów uprzednio zważonych. Studenci ustawiali się w ściśle ustalonych polach, stopniowo wypełniając cały obszar podłogi w rejonie badanego obszaru, realizując zarówno symetryczne, jak i niesymetryczne schematy obciążenia (rys. 13, 14).

For registration of results of dislocations the inductive sensors of dislocation W50 TS of measuring range ± 50 mm, class 0.5 %, of firm Hottinger Baldwin Messtechnik (Photo 5.4 and 5.5) coupled with the PC computer (equipped with software CATMAN of firm Hottinger Baldwin Messtechnik for co-operation of a computer with measuring devices of this firm) and a multi-channel measuring system SPIDER of the firm Hottinger Baldwin Messtechnik were applied.

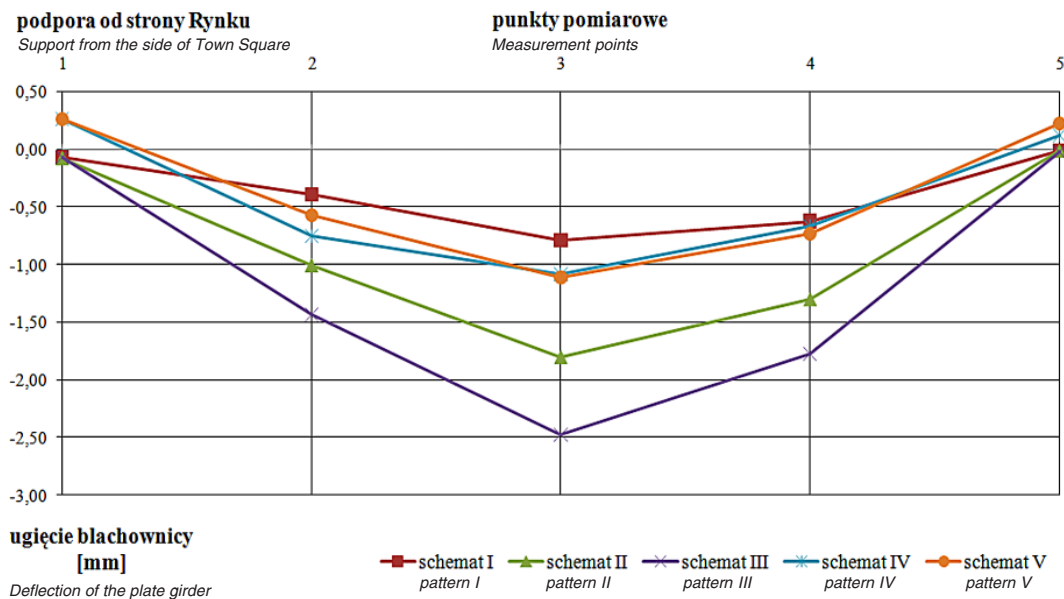
The program of static investigations was realized on a fragment of the ceiling of approx. 11.66 m in width and approx. 4 m in length, laid symmetrically over the plate girder no. 4 (fig. 12). The exploitation load was realized by a group of 110 students who had been earlier weighed. The students aligned in precisely established areas, gradually filling the whole area of the ceiling in the studied region, realizing both symmetrical, and asymmetrical pattern of load (fig. 13, 14).



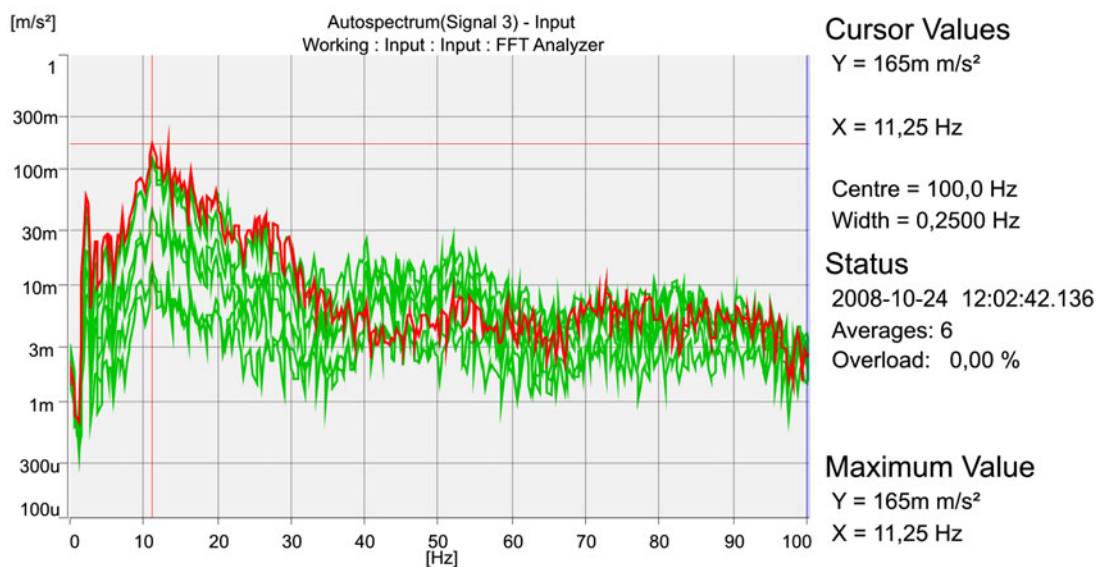
Rys. 13. Przykładowe pole na którym realizowano obciążenia statyczne
Fig. 13. The example area on which static load were realized



Rys. 14. Przykładowy schemat statyczny obciążenia
 Fig. 14. The example static pattern of load



Rys. 15. Ugięcia blachownicy nr 4 przy różnych schematach obciążenia
 Fig. 15. Deflection of the plate girder no. 4 for various patterns of load



Rys. 16. Autospektrum sygnałów rejestrowanych w przykładowym pomiarze
 Fig. 16. Auto spectrum of signals recorded in the example measurement

Na podstawie wyników badań statycznych (rys. 15) i dynamicznych (rys. 16) stwierdzono, że istniejąca konstrukcja stalowa podtrzymująca podłogę Sali Balzera i podtrzymująca częściowo podwieszoną do niej drewnianą konstrukcję dylową Auli Leopoldyńskiej, umożliwia nierównomierne przenoszenie obciążeń i drgań wywołanych obciążeniem podłogi na konstrukcję sufitu. Drgania dyli drewnianych pod blachownicami stalowymi są dużo większe niż dyli usytuowanymi pośrodku między blachownicami. Drgania te mogą powodować zarysowania podkładu pod polichromię sufitu Auli w kierunku równoległym do dyli.

Do celów projektowych konieczne było ustalenie wytrzymałości obliczeniowej stali z której wykonano blachownice. Ze względu na brak możliwości pobrania z konstrukcji odpowiedniej liczby próbek stali do badań niszczących na rozciąganie, zdecydowano się na oszacowanie jej parametrów wytrzymałościowych na podstawie obszernych, nieniszczących badań twardości stali istniejącej konstrukcji za pomocą przenośnego twardościomierza Brinella typu PZ-3 firmy Zwick. Laboratoryjne badania wytrzymałości stali na rozciąganie ograniczono do 1 próbki stali pobranej ze środka blachownicy. Badanie przeprowadzono w Akredytowanym Laboratorium Badawczym Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej w maszynie wytrzymałościowej Zwick Roell UFP 400, skalibrowanej w klasie dokładności 0,5. Rezultaty z badań w niszczącej próbie rozciągania, zestawione w tab. 1 potwierdzają wartości granicy plastyczności R_e , jak i wytrzymałości doraźnej na rozciąganie R_m uzyskanych na podstawie nieniszczących badań twardości stali. Wartości granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie stali różnią się od siebie odpowiednio: niespełna 1% i 3,5%.

On the basis of results of static (fig. 15) and dynamic (fig. 16) investigations it was found that the existing steel construction supporting the floor of The Balzer's Hall and partly supporting the wooden plank construction of the Leopoldina Hall suspended underneath, enables unequal transfer of loads and vibrations caused by the floor load on the ceiling construction. The vibrations of wooden planks under the steel plate girders are a lot larger than of those planks which are situated between the plate girders, in the middle. These vibrations can cause scratching of the plaster base under the polychromy of the ceiling of the Hall in the direction parallel to the planks.

For the designing purposes it was necessary to establish the calculation strength of the steel from which plate girders were made. As it was not possible to take necessary number of steel samples for destructive tensile tests it was decided to estimate its strength parameters on the basis of the extensive, non-destructive hardness tests of the steel in the existing construction with the help of portable Brinell hardness testing machine of the type PZ-3 made by the firm Zwick. The laboratory investigations of tensile strength were limited to 1 coupon of steel taken from the plate girder web. The test was conducted at the Accredited Investigative Laboratory of Building Engineering Institute, Wrocław University of Technology in the testing machine Zwick Roell UFP 400, calibrated in the accuracy class 0.5. Results from investigations in the destructive tensile test, presented in Table 1, confirm the values of the yield point R_e , and tensile strength R_m which were obtained on the basis of non-destructive testing of steel hardness. The values of the yield point and tensile strength for steel differ from each other respectively by: almost 1% and 3.5 %.

Tab. 1. Porównanie wartości granicy wytrzymałości i wytrzymałości na rozciąganie badanej próbki na podstawie dwóch oznaczeń
Comparison of value of yield point and tensile strength of studied sample on basis of two tests

Metoda oznaczenia <i>Method of determining</i>	Granica plastyczności <i>Yield point</i> R_e [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie <i>Tensile strength</i> R_m [MPa]
Na podstawie twardości Brinella <i>On the basis of Brinell hardness</i>	230,3	328,2
Na podstawie próby na rozciąganie <i>On the basis of tensile test</i>	232,0*	340,0

4. Koncepcja wzmocnienia. Podsumowanie

Zasadniczymi elementami nośnymi stropu nad Aulą Leopoldyńską są stalowe nitowane blachownice o zróżnicowanej wysokości i rozpiętości, stężone w połowie rozpiętości kratownicowym stężeniem pionowym, wykonanym z kątowników. W strefie podpór do blachownic podwieszony został drewniany strop dyłowy. Podwieszenie to zostało wykonane za pomocą jarzm, złożonych z płaskowników ułożonych na pasach górnych blachownic, ciągów z prętów o średnicy 20 mm nagwintowanych na końcach i podwieszonych do blachownic ceownikami, na których spoczywają dyle. Związane to było z osłabieniem w wyniku destrukcji biologicznej końców dyli opartych na murach obiektu. W koncepcji wzmocnienia oddzielono konstrukcję podłogi stropu (blachownice stalowe) od konstrukcji sufitu Auli Leopoldina, przez niezależne podwieszenie dyli stropu. Zaproponowano podwieszenie stropu do ścian zewnętrznych poprzez wsporniki stalowe kotwione w ścianach zewnętrznych na kotwy stalowe rozprężne ze wspomaganiami połączenia spoiną klejową na bazie żywic epoksydowych. Wsporniki stalowe należy połączyć ze stropem dyłowym poprzez ciągnie stalowe (wprowadzając niewielką siłę naprężającą) z tłumikiem drgań oraz belkę drewnianą poprzeczną mocowaną do każdego dyla śrubą stalową wkręcaną ze wspomaganiami połączenia spoiną klejową na bazie żywicy epoksydowej.

W przypadku stropów w budynku Dworca Głównego na podstawie przeprowadzonych badań materiałowych i badań rezystograficznych, wykonanych obliczeń sprawdzających oraz przeprowadzonej analizy stanu i przyczyn ich zniszczenia, zdecydowano, że do bezwzględного zachowania i remontu kwalifikują się XIX wieczne stropy drewniane o bogatym wystroju i szczególnie wartościowej historycznej konstrukcji. Pozostałe stropy, bez ozdobnego wystroju, we wszystkich częściach budynku i na wszystkich kondygnacjach, zniszczone w różnym stopniu, nie stanowiące cennej substancji zabytkowej, kwalifikują się do wymiany, z uwagi na znaczną utratę cech technicznych.

Obok autorów w pracach badawczych wzięli udział: B. Gosowski, J. Dudkiewicz, H. Nowak, Z. Wójcicki, J. Grosseł, Z. Matros, P. Grabowski, J. Gańko z Politechniki Wrocławskiej T. Ważny z Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz L. Engel, R. Misków z CCI.

4. Conception of strengthening. Summary.

The principal load-bearing elements of the ceiling over the Leopoldina Hall are steel riveted plate girders of diverse height and span, strengthened in the half of their span with a vertical truss bracing, made from angle sections. In the zone of supports the wooden plank ceiling was suspended under the plate girder. This suspension was made using yokes, which consist of flat bars put on the upper chords of plate girders, strings made from rods of 20 mm in diameter, threaded on ends and suspended under the plate girders with U-sections on which the planks rest. It was connected with weakening of the ends of planks resting on the walls of the object due to their biological destruction. The conception of strengthening includes separating the construction of floor (steel plate girders) from the construction of the ceiling of the Leopoldina Hall, by independent suspending the planks of the ceiling. It was proposed to suspend the ceiling to the external walls through steel cantilevers anchored in the external walls with expandable steel anchors, where the connection is strengthened by glued joint on basis of epoxy resins. The cantilevers are to be tied with the plank ceiling with the help of steel string (applying a small tightening force) with the vibration damper and a wooden beam transversely fixed to each plank with a steel screw, the connection is to be aided by glue joint on the basis of epoxy resin.

In the case of ceilings in the building of the Main Railway Station, on the basis of conducted material tests and resistographic investigations, the calculations made for checking and the conducted analysis of their condition and the causes of their destruction, it was decided that XIX century wooden ceilings with rich decorations and of particularly valuable historical construction absolutely deserve preservation and repair. The remaining ceilings, without decorative elements, in all parts of the building and on all storeys, worn out to various extent, which do not make valuable antique substance, are qualified to be replaced, regarding their considerable loss of technical features.

In the investigative works the following persons participated beside the Authors: B. Gosowski, J. Dudkiewicz, H. Nowak, Z. Wójcicki, J. Grosseł, Z. Matros, P. Grabowski, J. Gańko from Wrocław University of Technology, T. Ważny from Nicolaus Copernik University in Toruń and L. Engel, R. Misków from CCI.

* Politechnika Wroclawska, Wroclaw, Polska
Wroclaw University of Technology, Wroclaw, Poland

Streszczenie

W artykule omówiono badania stropów drewnianych Auli Leopoldina Uniwersytetu Wrocławskiego oraz Głównego Dworca kolejowego we Wrocławiu. Podano zakres przeprowadzonych badań. Opiszano sposób wykonania oraz podano wyniki przeprowadzonych badań. Przedstawiono między innymi badania materiałowe, badania wilgotnościowe, badania rezystograficzne, badania dynamiczne konstrukcji, badania termograficzne. Określono przyczyny powstawania uszkodzeń cennych stropów i polichromii. Zaproponowano koncepcję konserwacji i wzmocnienia istniejących stropów.

Abstract

In the article the investigations of the wooden ceilings of the assembly hall Leopoldina at Wrocław University and the Main Railway Station have been discussed. The scope of conducted investigations has been presented. The way of the realization has been described and the results of conducted investigations have been presented. The following investigations have been presented, amongst other: material, moisture, resistographic, thermographic and dynamic investigation of structures. The causes of occurring damages of wooden ceilings and valuable polychromy have been found. A conception of conservation and strengthening of the existing ceilings has been proposed.