HALA STULECIA WE WROCŁAWIU
KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA

HALA STULECIA WE WROCŁAWIU
KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA

HALA STULECIA WE WROCŁAWIU
KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA

Redakcja: Jerzy Ilkosz, Hanna Červinková, Grzegorz Grajewski, Jadwiga Urbanik

Studium powstało dzięki wsparciu „The Getty Fundation” w ramach programu „Keeping it Modern”
This report is made possible with support from the Getty Foundation as part of its Keeping It Modern initiative

The Getty Foundation

HALA STULECIA
CENTENNIAL HALL

Muzeum Architektury we Wrocławiu 2016

HALA STULECIA WE WROCŁAWIU. KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA

Studium powstało dzięki wsparciu „The Getty Fundation" w ramach programu „Keeping it Modern"

This report is made possible with support from the Getty Foundation as part of its Keeping It Modern initiative

The Getty Foundation

Redakcja i korekta: Marcin Grabski
Opracowanie graficzne: Wojciech Głogowski
Druk: Drukarnia JAKS

© Copyright by Muzeum Architektury we Wrocławiu. Wrocław 2016

ISBN 978-83-89262-94-3

Muzeum Architekury we Wrocławiu
ul. Bernardyńska 5
50-156 Wrocław
www.ma.wroc.pl

SPIS TREŚCI

Słowo wstępne 9

1. Konserwatorski Plan Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu 11

1.1. Wstęp 13
1.2. Cele Planu 14
1.3. Zakres i metodologia przygotowania Planu 14
1.4. Autorzy Planu 20
1.5. Podziękowania 21

2. Hala Stulecia w ujęciu historycznym 23

2.1. Historia miejsca 25
2.1.1. Szczytniki 25
2.1.2. Park Szczytnicki 25
2.1.3. Dawny tor wyścigów konnych 26
2.1.4. Tereny Wystawowe 29
2.2. Historia budowy i projektowania Hali Stulecia oraz Wystawy Stulecia 32
2.2.1. Pierwsze koncepcje – konkurs na rozplanowanie przyszłych Terenów Wystawowych w połączeniu z Ogrodem Zoologicznym 32
2.2.2. Batalia o realizację Hali Stulecia 33
2.2.3. Twórca Hali Stulecia – Maks Berg 33
2.2.4. Projekt, konstrukcja, materiał 35
2.2.5. Wystawa Stulecia 44
2.2.6. Budowa Hali Stulecia 47
2.2.7. Współpracownicy i firmy wykonawcze 55
2.2.8. Tereny Wystawowe w latach 1914–1918 56
2.3. Historia przekształceń Terenów Wystawowych i Hali Stulecia w okresie międzywojennym 60
2.3.1. Pierwszy niezrealizowany projekt rozbudowy Terenów Wystawowych z lat 1919–1921 60
2.3.2. Drugi niezrealizowany projekt Terenów Wystawowych z lat 1922–1924 65
2.3.3. Budowa Hali Targów („Messehalle") i głównego wejścia („Messehof") w latach 1924–1925 69
2.3.4. Wystawa Werkbundu „Mieszkanie i miejsce pracy" („Wohnung und Werkraum" Ausstellung, WuWA) w 1929 roku 78
2.3.5. Nowa Hala Targów – „Hala Państw" („Staatenhalle") i pomieszczenia biurowe dla zarządu Breslauer Messe A.G. (1937–1938) 83
2.4. Hala Ludowa (Hala Stulecia) i Tereny Wystawowe po drugiej wojnie światowej 89

2.4.1. Wystawa Ziem Odzyskanych 89
2.5. Znaczenie Hali Stulecia 93
2.5.1. Hala Stulecia we Wrocławiu. Ciągłość krajobrazu kulturowego w czasach przekształceń europejskich granic i tożsamości 93
2.5.2. Opis budowli 96
2.5.3. Hala Stulecia na tle tradycji architektonicznej 96

3. Status dziedzictwa i konserwacji 131
3.1. Prawne uwarunkowania i ograniczenia (polskie i międzynarodowe) 133
3.1.1. Prawo polskie 133
3.1.2. Prawo międzynarodowe 134
3.2. Status dziedzictwa 134
3.2.1. Rejestr zabytków 134
3.2.2. Pomnik Historii ustanowiony w 2005 roku 135
3.2.3. Wpis na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO w 2006 roku 135
3.3. Historia i stan konserwacji 138
3.3.1. Remonty i zmiany dokonane w Hali Stulecia w latach 1945–2007 138
3.3.2. Remont i konserwacja Hali Stulecia w latach 2009–2011 152
3.3.3. Stan zachowania 166

4. Kwestie kluczowe 167
4.1. Własność obiektu i zarządzanie nim 169
4.2. Grupy docelowe – obszar zainteresowań zewnętrznych interesariuszy (podmiotów) 175
4.3. Dostęp publiczny (*visitor and public access*) 176
4.4. Konserwatorska analiza SWOT w wymiarze zarządzania Halą Stulecia 176
4.4.1. Mocne strony 176
4.4.2. Słabe strony 177
4.4.3. Szanse 177
4.4.4. Zagrożenia 178

5. Zalecenia konserwatorskie i plan działań 179
5.1. Ogólne zalecenia konserwatorskie dla Hali Stulecia 181
5.2. Szczegółowe zalecenia konserwatorskie dla Hali Stulecia 181
5.2.1. Budynek Hali Stulecia 182
5.2.1.1. Główna sala widowiskowa Hali Stulecia 183
5.2.1.2. Obejście, sale poligonalne Hali Stulecia 184
5.2.1.3. Hole wejściowe Hali Stulecia 185
5.2.1.4 Elewacja zewnętrzna Hali Stulecia 186
5.2.2 Bezpośrednie otoczenie Hali Stulecia 187
5.2.3 Staw i kolumnada pergoli 188
5.2.4 Główna Restauracja Tarasowa, obecnie centrum kongresowe 189
5.2.5 Forum przed elewacją zachodnią Hali Stulecia 189
5.2.6 Pawilon Czterech Kopuł, obecnie oddział Muzeum Narodowego 189
5.2.7 Pawilon Przemysłu, obecnie Instytutu Automatyki Systemów Energetycznych 189
5.2.8 Hala Państw, obecnie Centrum Technologii Audiowizualnych 190
5.2.9 Kolumnada wejścia głównego na Tereny Wystawowe 190
5.2.10 Budynek pawilonu sanatorium dziecięcego z 1929, odbudowany w 1948 190
5.2.11 Drewniany kościół pw. św. Jana Nepomucena 190
5.2.12 Dom mieszkalny wzorcowego gospodarstwa rolnego z 1929 roku 190
5.2.13 Pozostałe Tereny Wystawowe przy Hali Stulecia i związane z nimi części Parku Szczytnickiego 190
5.3. Wdrożenie i Plan Działania 214

6. Dokumentacja 215
6.1.1. Badania konstrukcji, badania materiałowe, monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania obiektu 217
6.1.2. Rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu 419
6.1.3. Badania otoczenia Hali Stulecia – analiza stanu zieleni 473

7. Archiwalia 527

8. Źródła drukowane i literatura do 1945 roku 603

9. Bibliografia 633

Szanowni Państwo!

Opracowany przez zespół specjalistów w roku 2015 dla Hali Stulecia Konserwatorski Plan Zarządzania (Conservation Management Plan – CMP) jest narzędziem umożliwiającym prawidłowe zarządzanie tak cennym obiektem historycznym. To dzięki temu opracowaniu Zarząd Wrocławskiego Przedsiębiorstwa Hala Ludowa Sp. z o.o. otrzymał analizę infrastruktury obejmującą praktycznie wszystkie elementy składowe przedsiębiorstwa. To niezwykle istotne dla spółki wykonującej rocznie kilkaset imprez i przyjmującej na własnym terenie około trzy czwarte miliona gości. Te liczby uzmysławiają, że wielki projekt Maxa Berga wciąż cieszy się niesłabnącą popularnością. Od 1913 roku Hala Stulecia wciąż funkcjonuje w sposób określony na podstawie założeń architekta. CMP został sfinansowany w ramach programu Fundacji Paul`a Getty „Keeping it modern". Plan opisuje nie tylko obecny stan obiektu i analizuje jego zgodność z pierwotnymi założeniami architekta ale przede wszystkim określa działania ochronne najważniejszych elementów budynku. Co bardzo ważne wyraźnie wyznacza obszary i stopień dozwolonej ingerencji w budowlę i jej otoczenie. Uzmysławia możliwe posunięcia i niezbędne ograniczenia.

Podstawą egzystencji każdego przedsiębiorstwa jest jego strategia rozwoju. W przypadku zaś przedsiębiorstwa realizującego swe zadania w obiektach zabytkowych taką podstawą jest świadomość niezbędnych do uwzględnienia ograniczeń. Jestem przekonany, że opracowany dla naszej Hali CMP stanowi precyzyjny drogowskaz możliwych kierunków działań. Trudno byłoby znaleźć ważniejsze wskazówki.

Hala Stulecia od lipca 2006 roku znajduje się na Liście Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego UNESCO. Opublikowany w 2016 roku CMP jest najlepszym upamiętnieniem 10 rocznicy wpisu na tę Listę. Wraz z wprowadzonym niedawno w życie „Planem zarządzania obszarem wpisu na Listę Dziedzictwa UNESCO" CMP stanowić będzie standardy dla wszelkich decyzji menedżerskich na następne stulecia.

Andrzej Baworowski
Prezes Zarządu
Wrocławskie Przedsiębiorstwo Hala Ludowa Sp. z o.o.

1.

Konserwatorski Plan Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu

Słowo wstępne

We wrześniu 2011 roku blisko sześć tysięcy widzów wysłuchało pod kopułą Hali Stulecia światowej prapremiery koncertu Krzysztofa Pendereckiego w eksperymentalnej interpretacji Aphexa Twina i Jonny'iego Greenwooda. Wydarzenie to było częścią Europejskiego Kongresu Kultury, którym Polska we wrocławskiej Hali Stulecia rozpoczęła swoją historycznie pierwszą prezydencję w Unii Europejskiej. Niezwykła muzyka wypełniała olśniewające wnętrze kopuły Hali Stulecia, która pokazała się światu po raz pierwszy po generalnej rewitalizacji. Pięć lat wcześniej rozpoczęto renowację budynku i jego bezpośredniego otoczenia, w które zainwestowano ponad 60 milionów euro – w zdecydowanej większości europejskich i samorządowych środków publicznych. Uratowano w ten sposób jeden z najważniejszych zabytków światowej architektury modernizmu i jednocześnie przywrócono mu należną pozycję wśród światowych miejsc spotkań i kultury.

Eksperymentalne przedstawienie w 2011 roku nawiązywało do inauguracji Hali z 1913 roku, na którą specjalnie przygotowano premierę sztuki *Festspiel in deutschen Reimen* Gerharta Hauptmanna w inscenizacji Maksa Reinhardta dla 6 000 osób. Ciągłość i spójność funkcji Hali Stulecia na przestrzeni ponad stu lat jej trwania jest wyjątkowa, tym bardziej, że znajduje się ona w historycznym epicentrum dwudziestowiecznych konfliktów w Europie. Pomimo zmieniających się granic i porządków politycznych, Hala Stulecia, genialne dzieło miejskiego architekta niemieckiego Breslau, jest dziś w centrum uwagi władz i mieszkańców polskiego Wrocławia, będąc kluczowym elementem w realizacji wizji miasta jako otwartego miejsca spotkań dla wszystkich. Pragniemy w tym miejscu zaznaczyć nieocenioną rolę światowych instytucji w tym procesie. Wpis Hali Stulecia na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO w 2006 roku był bezpośrednim impulsem, wyznaczającym granicę i zasady procesu rewitalizacji obiektu. I teraz, dzięki wparciu fundacji Getty, umożliwiono wypracowanie zasad ochrony zabytku na przyszłość. Mamy nadzieję, że dokument, który Państwu przedkładamy, będzie narzędziem, które pomoże w zapewnieniu ciągłości materii i funkcji Hali Stulecia przy wejściu do kolejnego stulecia jej istnienia.

1. Konserwatorski Plan Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu

1.1. Wstęp

Konserwatorski Plan Zarządzania dla Hali Stulecia (dalej: Plan lub CMP [Conservation Management Plan]) jest dokumentem po raz pierwszy opracowanym w Polsce, którego powstanie zostało sfinansowane przez The Getty Foundation w ramach programu „Keeping It Modern" dotyczącego ochrony wyjątkowych modernistycznych budowli na świecie. Plan ten powinien służyć dziś i w przyszłości jako główne źródło wiedzy podczas podejmowania decyzji dotyczących ewentualnych zmian planowanych w budynku i na terenach z nim sąsiadujących. Dokument opisuje historię Hali Stulecia, prezentuje jej niezaprzeczalne wartości architektoniczne i zawiera szczegółowe wytyczne konserwatorskie, dzięki którym przyszłe zarządzanie budynkiem i jego przyszła konserwacja będą mogły być przeprowadzane planowo, metodycznie i starannie. Konserwatorski Plan Zarządzania – wraz z innymi dokumentami wynikającymi z polskich uwarunkowań prawnych – powinien stanowić w przyszłości podstawę wprowadzenia ujednoliconego planu działań dla całego obszaru objętego wpisem na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO.

Zarówno sama Hala Stulecia, jak i wszystkie istniejące budynki dawnych Terenów Wystawowych stoją przed podobnymi problemami dotyczącymi konieczności dostosowania do współczesnych funkcji w celu ich sprawnego funkcjonowania na miarę XXI wieku. Jedyne dopuszczalne zmiany to jednak takie, które uszanują wartość historyczną budowli i substancję zabytkową, aby zachować te cechy, które sprawiły, że Hala Stulecia i okoliczne tereny stały się jednymi z najważniejszych świadectw dwudziestowiecznego dziedzictwa kulturowego zarówno w Polsce i Europie, jak i na świecie.

1.2. Cele Planu

Głównym celem CMP jest sformułowanie zasad ochrony dotyczących unikalnego miejskiego krajobrazu kulturowego, jakim jest budynek Hali Stulecia wraz z otoczeniem, przez:

- Przedstawienie historii i znaczenia budynku oraz wykorzystanie tej wiedzy do określenia możliwych do zaakceptowania zmian.
- Wskazanie różnych sposobów i stopni ochrony dotyczących poszczególnych części budynku, co zapewne ułatwi jego właściwe funkcjonowanie.
- Sformułowanie szczegółowych wytycznych konserwatorskich, które ułatwią prowadzenie remontów w przyszłości.

Wynikiem CMP powinno być więc dogłębne zrozumienie budynku, jego szczególnych cech architektonicznych i historycznych, które bezwzględnie powinny podlegać ochronie.

Należy mocno podkreślić, że:

- **Dokument ten powinien być regularnie weryfikowany, realizacja zaleceń musi zaś być monitorowana.**
- **Wytyczne konserwatorskie zawarte w CMP powinny mieć status dokumentu stanowiącego podstawowe źródło wiedzy podczas wszystkich prac dotyczących zarówno samego budynku Hali Stulecia, jak i całego obszaru dawnych Terenów Wystawowych.**

1.3. Zakres i metodologia przygotowania Planu

Zakres niniejszego opracowania, obejmującego Halę Stulecia we Wrocławiu, jest podyktowany wielofunkcyjnym charakterem budynku i jego otoczenia.

Hala Stulecia oraz przyległe budynki i tereny są miejscami o różnorodnym sposobie wykorzystania:

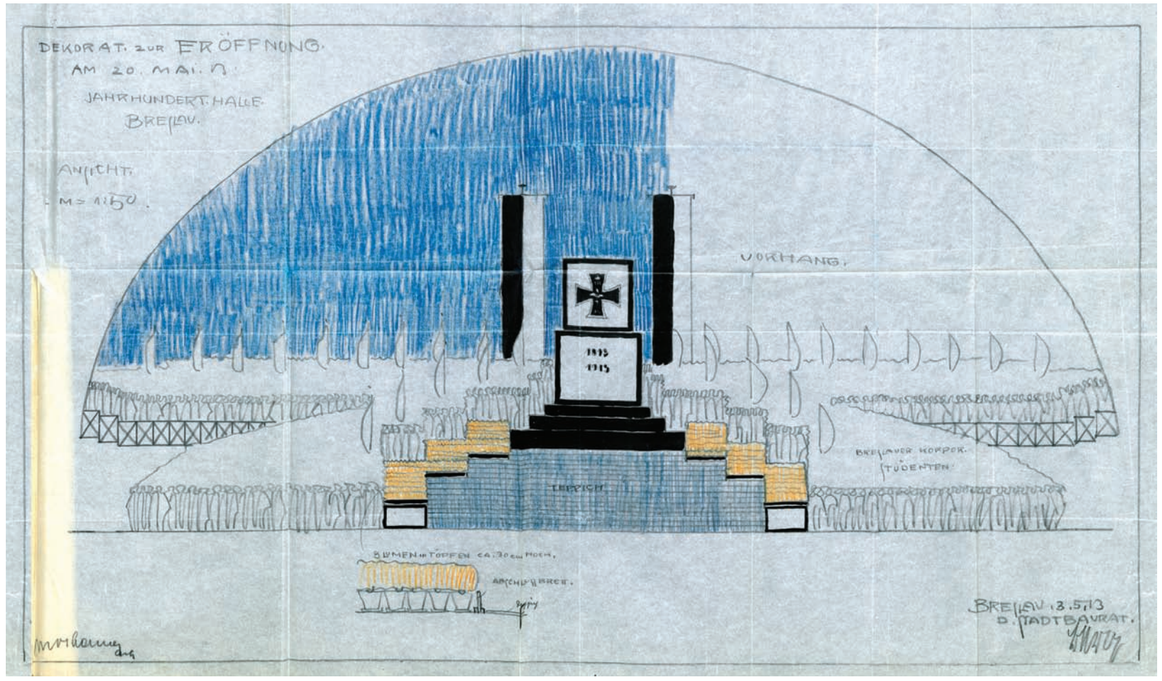
- **przestrzeń kultury** – miejsce organizacji imprez artystycznych (koncertów, spektakli operowych i teatralnych oraz wystaw),
- **przestrzeń wystawiennicza** – miejsce prezentacji produktów, rozwiązań i technologii, z różnych branż (na przykład turystycznej, budowlanej, medycznej, sportowej czy motoryzacyjnej),
- **przestrzeń kongresowa** – najważniejsze w mieście miejsce organizacji konferencji, sympozjów i spotkań,
- **przestrzeń muzealno-edukacyjna** – miejsce ważnych wystaw czasowych i stałej ekspozycji, prezentującej historię budynku na tle architektury XX wieku, w Centrum Poznawczym (powstałym w 2012 roku),
- **przestrzeń rekreacyjna** – zabytkowa Pergola projektu Hansa Poelziga, w której obrębie usytuowano największą w Polsce multimedialną fontannę, miejsce odbywania się spektakli typu „światło i dźwięk".

Podczas przygotowania CMP wzięto pod uwagę wszystkie te funkcje budynku, niemal niezmieniające się od momentu jego powstania. Tak ustalona polityka wykorzystania Hali Stulecia jest sprawdzonym sposobem jej funkcjonowania i powinna być kontynuowana w przyszłości.

Projekt CMP dotyczący Hali Stulecia został podzielony na cztery części:

1. Analiza architektoniczna budowli wraz z badaniami archiwalnymi i ikonograficznymi, kwerendy bibliograficzne.

1 Maks Berg, założenia projektowe Hali Stulecia, widok wnętrza, rzut, opis, 1912, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-169.



2 Max Berg, Projekt scenografii uroczystości otwarcia Wystawy Stulecia w hali 20 maja 1913 r., kolorowany rysunek, Archiwum Państwowe we Wrocławiu, Akta Miasta Wrocławia sygn. 27460.

2. Analiza strukturalna budynku, badania kolorystyki i analiza stanu zieleni w jego otoczeniu.
3. Analiza dotycząca przebudów i remontów budynku oraz prac konserwatorskich, wraz z wnioskami konserwatorskimi.
4. Analiza zarządzania dziedzictwem kulturowym.

W ramach pierwszego zadania wykonano następujące czynności:
Analiza architektoniczna budowli dokonana na podstawie badań archiwalnych, z wykazem dokumentacji archiwalnej i ikonografii dotyczącej okresu od daty rozpoczęcia prac projektowych do drugiej wojny światowej. W ramach tego zadania wykonano następujące kwerendy:

a) Kwerendy archiwalne

- Archiwum Państwowe we Wrocławiu, gdzie znajdują się akta budowy obiektu, w tym rysunki, umowy budowlane, zestawy materiałów budowlanych, stenogramy komisji budowlanej Miasta Wrocławia dotyczące Hali Stulecia, protokoły z przetargów na roboty budowlane, rysunki architektoniczne. Ogólnie w archiwum znajduje się prawie 150 poszytów związanych z budową i funkcjonowaniem Hali Stulecia i Terenów Wystawowych.
- Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia, oddział Muzeum Architektury we Wrocławiu, gdzie znajduje się ponad 300 projektów i rysunków budowlanych z lat 1911–1930 dotyczących wszelkich zmian i robót budowlanych, w tym projekt architektoniczny z 1911 roku, wykonany przez Maksa Berga i zatwierdzony przez Urząd Budowlany Miasta.
- Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina, gdzie znajduje się spuścizna Maksa Berga, w której są szkice i wstępne projekty Hali Stulecia z lat 1910–1913.
- Deutsches Museum w Monachium, gdzie znajduję się druga część spuścizny Maksa Berga, w tym rysunki dotyczące proporcji Hali Stulecia, projekty oraz szkice rozbudowy Hali Stulecia i Terenów Wystawowych z lat 1920–1925, a także wiele dokumentów i listów Maksa Berga dotyczących Hali Stulecia i innych jego dzieł.
- Archiwa w Berlinie, gdzie znajdują się akta personalne Maksa Berga.

b) Kwerendy ikonograficzne
Pozwoliły na zebranie w miarę kompletnej dokumentacji dotyczącej fotografii i wizerunków Hali Stulecia z okresu budowy i czasów późniejszych. Kwerendy przeprowadzono zarówno w wyżej wymienionych instytucjach (kwerenda archiwalna), jak i w zbiorach specjalnych:

- Biblioteki Uniwersyteckiej we Wrocławiu,
- Muzeum Narodowego we Wrocławiu,
- Instytutu Sztuki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie,

oraz w czasopismach i gazetach codziennych z lat 1910–1945 o zasięgu lokalnym (Śląsk) i ogólnoniemieckim, zwłaszcza poświęconych architekturze, jak „Deutsche Bauzeitung", „Bauwelt", „Zentralblatt der Bauverwaltung" (kwerenda bibliograficzna).

c) Kwerendy bibliograficzne
Zebrano dotychczasowe piśmiennictwo na temat Hali Stulecia, problemów konserwatorskich dotyczących budowli kopułowych i konstrukcji betonowych, obejmujące okres od powstania Hali Stulecia do czasów obecnych. Kwerendy te zostały przeprowadzone w bibliotekach we Wrocławiu, a także w Berlinie i Monachium oraz uzupełnione badaniami w Royal Library w Londynie.

d) Kwerendy źródeł drukowanych w czasopismach z czasów budowy Hali Stulecia
Kwerendy te, przeprowadzone w Bibliotece Uniwersyteckiej we Wrocławiu i uzupełnione o badanie brakujących czasopism w Kunstbibliothek w Berlinie, dotyczyły głównie czasopism regionalnych z czasów przygotowania do budowy i okresu budowy Hali Stulecia (1908–1920). Pozwoliły one przygotować szczegółowy opis procesu projektowania i budowy Hali Stulecia.

W ramach drugiego zadania wykonano trzy studia, obejmujące:

A) Badania konstrukcji, badania materiałowe, monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania budynku (oraz ekspertyzę stanu zachowania stolarki okiennej i drzwiowej po ostatniej renowacji).
B) Rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu.
C) Badania otoczenia Hali Stulecia – analizę stanu zieleni.

A) Badania konstrukcji, badania materiałowe, monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania budynku
Podjęte zadania obejmowały zagadnienia dotyczące:

- badań cech fizycznych i mechanicznych materiałów budowlanych wykorzystanych do budowy konstrukcji Hali Stulecia,
- pomiarów laserowych konstrukcji Hali Stulecia i stworzenia modelu 3D jako podstawy budowy modeli cyfrowych,
- opracowanie modeli BIM (modelowanie informacji o budynku) i MES (metoda elementów skończonych) do opisu stanu zachowania konstrukcji Hali Stulecia,
- opracowania koncepcji projektu monitorowania stanu konstrukcji Hali Stulecia i monitorowania jej bezpieczeństwa.

Celem głównym było stworzenie materiału badawczego służącego ocenie stanu technicznego konstrukcji i materiałów Hali Stulecia obecnie, jednocześnie zaś stanowiącego punkt odniesienia dla cyklicznych badań obiektu według przedstawionej koncepcji monitoringu.

Zakres opracowania
Zakres opracowania powiązano z monitoringiem bezpieczeństwa konstrukcji Hali Stulecia i stanem zachowania budynku, głównie w wymiarze destrukcji materiałów, obejmując nim:

- kontrolę stanu materiałów i konstrukcji Hali Stulecia,
- badania i ocenę stanu technicznego stali zbrojeniowej,
- badania i ocenę stanu technicznego łożysk,
- badania cech fizycznych, chemicznych i mechanicznych betonu,
- ocenę wodoszczelności betonu,
- lokalizowanie zagrożeń korozyjnych,
- ocenę ciągłości przekrojów elementów betonowych,
- stworzenie interaktywnego modelu numerycznego Hali Stulecia na podstawie trzech podstawowych modeli: modelu MES (metoda elementów skończonych) – do obliczeń konstrukcyjnych, modelu BIM (modelowanie informacji o budynku) – jako wzór dla bieżących aktualizacji w zakresie infrastruktury budynku i dla celów związanych z projektem, modelu LMS (system długotrwałego monitorowania) – jako model ciągłego nabywania danych zebranych z czujników zainstalowanych w budynku i wokół niego.

Szczegółowy opis stanu zachowania materiałów i konstrukcji Hali Stulecia oraz program monitorowania zachowania budynku w czasie zapewnia podstawy naukowe i techniczne monitorowania bezpieczeństwa i zmian w budowli w czasie.

B) Badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu

- Wykonanie wstępnej dokumentacji fotograficznej.
- Przeprowadzenie analizy powierzchni w celu pobrania próbek do badań laboratoryjnych.
- Analiza stanu zachowania i przyczyn zniszczeń badanych fragmentów (wpływ czynników niszczących na pierwotną kolorystykę).
- Pobranie próbek do badań laboratoryjnych.
- Przeprowadzenie badań specjalistycznych w dwóch niezależnych laboratoriach w Toruniu.
- Opracowanie zebranego materiału, w tym uzyskanych wyników badań laboratoryjnych.
- Określenie kolorystyki ścian zewnętrznych Hali Stulecia w odniesieniu do obecnych wzorników kolorystycznych.

C) Analiza stanu zieleni w otoczeniu Hali Stulecia
Celem opracowania była ocena stanu zachowania i przygotowanie wytycznych konserwatorskich do rewaloryzacji historycznego układu i kompozycji zieleni wokół Hali Stulecia (bezpośredniego otoczenia budynku i placu przed elewacją zachodnią).
Opracowaniem objęto obszar zawarty między ulicami: Wystawową, Zygmunta Wróblewskiego, parkingiem podziemnym przy ulicy Mikołaja Kopernika i pergolą.
Powierzchnia opracowania: 5 ha terenu (6 ha z budynkiem Hali Stulecia).
Szczegółową inwentaryzację dendrologiczną wykonano w maju 2015 roku.
Ogółem zinwentaryzowano ponad 520 okazów roślin – drzew i krzewów, wśród których oznaczono 29 gatunków botanicznych, w tym kilka pochodzenia obcego (tak zwane gatunki aklimatyzowane).
Wykonane opracowanie jest szczegółowym udokumentowaniem roślinności wokół Hali Stulecia – występujących gatunków, parametrów roślin, form i stanu zachowania.
Inwentaryzacja dendrologiczna umożliwiła wykonanie analiz na podstawie materiałów archiwalnych kompozycji roślinnej oraz określenie zakresu prac polegających na pielęgnacji i konserwacji drzewostanu.

W ramach trzeciego zadania wykonano następujące czynności:

- Kwerendę projektów oraz dokumentacji budowlanej remontów i przebudów od 1945 do 2011 roku (do ostatniej rewaloryzacji budynku Hali Stulecia) w archiwach wrocławskich.
- Analizę wykonanych dotychczas studiów i prac konserwatorskich. W ramach tego etapu prac przeprowadzono kwerendy:
  a) dotyczące studiów budynku, które wykonano do tej pory (Archiwum Miejskiego i Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków, dokumentacja znajdująca się w Hali Stulecia),
  b) dotyczące dokumentacji wszystkich prac konserwatorskich, które wykonano po 2006 roku (Archiwum Miejskiego i Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków, dokumentacja znajdująca się w Hali Stulecia).
- Analizę dotyczącą zagospodarowania terenów wokół Hali Stulecia. W ramach tego etapu prac przeprowadzono kwerendy dotyczące dokumentacji zagospodarowania terenów wokół Hali Stulecia (Urząd Miejski Wrocławia – Wydział Architektury i Biuro Rozwoju Wrocławia). Pozwoliło to wykonać ilustracje:
  a) rozwarstwienia chronologicznego zieleni w obrębie terenu objętego wpisem na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO,
  b) rozwarstwienia chronologicznego pozostałości architektonicznych pochodzących z przedwojennych i powojennych wystaw,
  c) analizę sposobów ochrony budynków znajdujących się na dawnych Terenach Wystawowych,

d) analizę ciągów pieszych, pieszo-jezdnych i jezdnych w obrębie dawnych Terenów Wystawowych.

- Sporządzenie wniosków i zaleceń konserwatorskich dotyczących samej Hali Stulecia i terenów wokół (strefa wpisu na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO) na podstawie wymienionych wyżej kwerend i studiów. W ramach tego etapu prac wykonano ilustracje:
  a) układu funkcjonalnego budynku Hali Stulecia,
  b) rozwarstwienia chronologicznego budynku Hali Stulecia,
  c) różnych stref ochrony konserwatorskiej poszczególnych części budynku Hali Stulecia.

W ramach czwartego zadania wykonano następujące czynności:

- Analizę historii własności budowli i zarządzania budynkiem.
- Analizę potencjalnych grup docelowych CMP ze względu na: usytuowanie budynku, jego funkcje i działalność oraz strukturę własności i zarządzania.
- Analizę dostępu publicznego.
- Konserwatorską analizę SWOT.

1.4. Autorzy Planu

Niniejszy dokument został opracowany przez zespół ekspertów z różnych środowisk naukowych we Wrocławiu. Instytucją zarządzającą pracami było Muzeum Architektury we Wrocławiu.

Autorzy opracowania:
dr Jerzy Ilkosz – kierownik zespołu
dr hab. Hanna Cervinkova
mgr Agnieszka Cynowska
dr Grzegorz Grajewski
mgr Jędrzej Nawara
dr inż. arch. Jadwiga Urbanik

Badania konstrukcji, badania materiałowe, monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania obiektu:
prof. dr hab. inż. Jerzy Jasieńko – kierownik zespołu
dr inż. Łukasz Bednarz – koordynator zespołu
prof. dr hab. inż. Bronisław Gosowski
prof. dr hab. inż. Dariusz Łydżba
dr inż. Andrzej Moczko
dr inż. Marta Moczko
dr inż. Tomasz Nowak
mgr inż. Piotr Organek
mgr inż. Anna Pawlik
dr inż. Magdalena Piechówka-Mielnik
mgr inż. Zbigniew Powałka
mgr inż. Magdalena Rajczakowska
mgr inż. Krzysztof Raszczuk
mgr inż. Michał Redecki
mgr inż. Marcin Rutkowski
mgr inż. Marcin Szyszka

Badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu
mgr Ryszard Wójtowicz

Analiza stanu zieleni w otoczeniu Hali Stulecia
mgr inż. Anna Ornatek

Eksperci konsultujący projekt:
prof. inż. arch. Hubert-Jan Henket
prof. inż. arch. Vladimír Šlapeta

Osoby współpracujące:

mgr Barbara Ilkosz
mgr Mirosław Łanowiecki
mgr inż. arch. Joanna Majczyk
mgr Wiesława Moniak
mgr Alicja Wodzińska
dr inż. Monika Ziemiańska

Tłumaczenia:
mgr Barbara Ilkosz – z języka niemieckiego
mgr Wiesława Moniak – z języka niemieckiego
mgr Magdalena Wojdak-Piątkowska – z języka niemieckiego

1.5. Podziękowania

Zespół pracujący nad przygotowaniem Konserwatorskiego Planu Zarządzania dla Hali Stulecia pragnie gorąco podziękować następującym instytucjom i osobom, bez których nie byłoby możliwe powstanie niniejszego opracowania:

- **The Getty Foundation** – za wybór Hali Stulecia i zespołu autorów wniosku aplikacyjnego, dzięki czemu mogliśmy się znaleźć wśród pierwszych dziesięciu zespołów opracowujących dokument CMP dla najwybitniejszych przykładów modernistycznej architektury światowej,
- **Antoine'owi Wilmeringowi (The Getty Foundation)** – za nieocenioną pomoc i wyczerpujące konsultacje na wszystkich etapach prac,
- **Rafałowi Dutkiewiczowi, Prezydentowi Miasta Wrocławia** – za objęcie patronatem prac nad Planem,

- **Katarzynie Hawrylak-Brzezowskiej, Miejskiemu Konserwatorowi Zabytków** – za wsparcie na wszystkich etapach tworzenia projektu,
- **Vladimírowi Šlapecie i Hubertowi-Janowi Henketowi, profesorom architektury** – za nieocenione merytoryczne wsparcie i uwagi podczas konsultowania projektu,
- **Andrzejowi Baworowskiemu, Prezesowi Wrocławskiego Przedsiębiorstwa Hala Ludowa Sp. z o.o.** – za poparcie i zrozumienie celu CMP i za udostępnienie w nieograniczonym zakresie dokumentacji Hali Stulecia,
- **Danielowi Czerekowi, Kierownikowi Działu Inwestycji Wrocławskiego Przedsiębiorstwa Hala Ludowa Sp. z o.o.** – za pomoc podczas kwerend archiwalnych dokumentacji dotyczącej Hali Stulecia od 1945 roku,
- **Politechnice Wrocławskiej** – za udostępnienie aparatury umożliwiającej przeprowadzenie szczegółowych badań konstrukcji budynku oraz konserwacji betonu i stolarki okiennej, niezbędnej do realizacji części badawczo-pomiarowej Planu,
- **Twentieth Century Society** – za współorganizowanie inspirujących międzynarodowych warsztatów w Londynie, dotyczących przygotowania Planu.

2.

Hala Stulecia w ujęciu historycznym

2. Hala Stulecia w ujęciu historycznym

2.1. Historia miejsca

2.1.1. Szczytniki

Hala Stulecia znajduje się na obszarze Terenów Wystawowych, które są usytuowane w części miasta zwanej Szczytnikami – między parkiem Szczytnickim a Ogrodem Zoologicznym – zajmując dawny obszar łąk i pastwisk podwrocławskiej wsi. Wieś Szczytniki, od której przyjęła później nazwę dzielnica Wrocławia, jest wzmiankowana po raz pierwszy w dokumencie z 1259 roku. Z jego treści wynika, że wieś była już zasiedlona. Własnością osady były również grunty na zachodnim i wschodnim brzegu Starej Odry. Wieś nosiła także nazwę Stare Szczytniki. Po północnej stronie koryta Starej Odry, w okolicach obecnego wybrzeża Stanisława Wyspiańskiego, ulicy Józefa Hoene-Wrońskiego oraz fragmentu ulic Fryderyka Joliot-Curie i Benedyktyńskiej, założono wkrótce nową osadę, która przyjęła nazwę Nowe Szczytniki. W 1318 roku dobra w Szczytnikach kupiła gmina Wrocław. Łąki i lasy wokół wsi pozostawały we władaniu miasta do czasu ich częściowej sprzedaży w 1720 roku.
W obu osadach Szczytnik zlokalizowano dwie przeprawy na Starej Odrze – w części południowej, na drodze prowadzącej do Dąbia, i w części północnej. Początkowo były to przeprawy promowe, ale już w 1655 roku wymienia się most Szczytnicki (Scheitniger Brücke), zwany później mostem Ceglanym (Ziegelbrücke), gdyż prowadził do cegielni. Most ten został wybudowany na miejscu przeprawy w północnej części Szczytnik, w okolicach obecnego mostu Szczytnickiego. Tam również w 1704 roku postawiono rogatki straży miejskiej i od tego czasu most zwano Paßbrücke. Stary most przetrwał do 1790 roku, kiedy książę Friedrich Ludwig von Hohenlohe-Ingelfingen wzniósł nową przeprawę.

2.1.2. Park Szczytnicki

Okolice Szczytnik w XVIII stuleciu, podobnie jak tereny sąsiadujące z wsią Zielony Dąb (Grüneiche), obecnie Dąbie, były miejscem rekreacji i wypoczynku dla mieszkańców miasta. Wspomina o tym wierszowany przewodnik po Wrocławiu z 1732 roku, szczególnie podnoszący krajobrazowe walory okolic Szczytnik. Zalety te wykorzystał książę Friedrich Ludwig von Hohenlohe-Ingelfingen, który w 1783 roku zakupił majątek w osadzie z prze-

znaczeniem na budowę podmiejskiej rezydencji. Parcela nabyta na Szczytnikach, systematycznie powiększana, w 1802 roku liczyła 65 mórg. Była ona położona po wschodniej stronie Starej Odry, tuż przy moście zwanym Paßbrücke. Zapewne już w 1783 roku rozpoczęto budowę letniego pałacu oraz towarzyszących mu budowli i oficyn gospodarczych. Wraz z pałacem powstał również rozległy ogród książęcy, przylegający do – będącego własnością miasta – Briskenwalde. Ogród, połączony z miastem nowo wytyczoną drogą przebiegającą poza zabudowaniami Starych Szczytnik, miał ostatecznie zajmować 16,5 ha.

Otwarty w sierpniu 1789 roku ogród służył przede wszystkim księciu Friedrichowi Ludwigowi von Hohenlohe-Ingelfingenowi w okresie letnim, nie został jednak otoczony ogrodzeniem i przez to był dostępny dla mieszkańców miasta.

Podczas wojen napoleońskich w dobrach księcia kwaterowali żołnierze, co spowodowało, że urządzenia parku uległy częściowemu zniszczeniu. W 1815 roku książęce dobra wystawiono na licytację, sprzedano tereny nad Starą Odrą przy obecnym moście Szczytnickim oraz parcele na południe od folwarku i ogrodu regularnego. Krajobrazowa część parku pozostała nadal własnością miasta, stanowiąc zalążek przyszłego parku miejskiego, który zaczęto formować w latach pięćdziesiątych XIX wieku.

W 1854 roku gmina miejska wykupiła parcele dawnego ogrodu książęcego w Starych Szczytnikach i po połączeniu z własnymi gruntami lasu Szczytnickiego przeznaczyła je na park miejski.

Czwartego sierpnia 1861 roku – w związku z nadaniem przez wrocławski uniwersytet honorowego doktoratu za tworzenie „wybitnych dzieł w zakresie sztuki ogrodowej" znanemu berlińskiemu architektowi ogrodów Peterowi Josephowi Lenné – nadarzyła się sposobność przedstawienia mu propozycji przekształcenia dawnego założenia w park miejski. W tym samym czasie na jednym z posiedzeń zarząd miasta podjął decyzję o odnowieniu terenów spacerowych na Szczytnikach i przekomponowaniu dawnego ogrodu księcia Friedricha Ludwiga von Hohenlohe-Ingelfingena. Najprawdopodobniej uzgodniono wówczas, że Joseph Peter Lenné przygotuje projekt zagospodarowania parku Szczytnickiego. Na urządzenie w tym miejscu miejskiego parku miało zapewne również wpływ usytuowanie w okolicach Szczytnik toru wyścigów konnych i Ogrodu Zoologicznego.

Do prac przy parku przystąpiono jesienią 1865 roku. Nad realizacją projektu czuwał Julius Lösener. Jednocześnie od 1865 roku funkcję ogrodnika parkowego pełnił Gustav Heinze, w 1885 roku awansowany na stanowisko inspektora parkowego, na którym pozostawał do 1891 roku.

W 1865 roku park zajmował obszar o powierzchni około 40 ha, poszerzany w następnych latach, osiągnął w XX wieku powierzchnię ponad 100 ha. O jego rozwoju decydowało przyłączanie miejskich gruntów dzierżawionych wcześniej prywatnym użytkownikom, wykupywanie działek od dotychczasowych właścicieli i przekazywanie darowizn przez doceniających rolę parku wrocławian. W 1868 roku Stare Szczytniki włączono w obręb miasta, co dodatkowo zwiększyło atrakcyjność tych terenów oraz parku.

Zainteresowanie wschodnim przedmieściem Wrocławia wzrosło dodatkowo, gdy w 1863 roku na Dąbiu zaczęto tworzyć Ogród Zoologiczny. Przeznaczony na ten cel teren o powierzchni 37 ha wykupiła spółka akcyjna utworzona specjalnie w związku z budową zoo.

2.1.3. Dawny tor wyścigów konnych

Halę Stulecia wybudowano na miejscu dawnego toru wyścigów konnych, który został usytuowany w dzielnicy Szczytniki między parkiem Szczytnickim a Ogrodem Zoologicznym.

W 1832 roku na pastwisku dawnej wsi Dąbie Śląskie Towarzystwo Wyścigów Konnych (Schlesischer Verein für Pferdezucht und Pferderennen) założyło tor wyścigów konnych. Obszar ten, należący do gminy Wrocław, do 1909 roku był dzierżawiony Towarzystwu Wyścigów Konnych. W 1833 roku zorganizowano pierwsze wyścigi

3 Plan Starych Szczytnik, 1882, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

4 Tor wyścigów konnych. Rycina prezentująca wyścigi konne 30 maja 1834 r. na Szczytnikach, (wg. Pickelhäring: Das Fest des Wettrennes zu Breslau am 30. und 31. Mai 1834. Breslau 1834).

konne. W następnych latach odbywały się tam kolejne doroczne wyścigi, wówczas jednak tor miał charakter prowizoryczny i za każdym razem przygotowywano trybuny dla widzów w jego wschodniej części, przy drodze prowadzącej do Dąbia.

Na początku lat siedemdziesiątych XIX wieku Śląskie Towarzystwo Wyścigów Konnych podjęło decyzję o budowie toru wyścigowego z niezbędnymi obiektami architektonicznymi. Tor wyścigów konnych miał kształt owalu o powierzchni około 21 ha, którego dłuższa oś biegła z południowego zachodu w kierunku północno-wschodnim. Droga prowadząca z Wrocławia do wsi Dąbie (obecnie ulica Karola Olszewskiego) dzieliła go na dwie części – południową (około jedna trzecia powierzchni) i północną (dwie trzecie powierzchni).

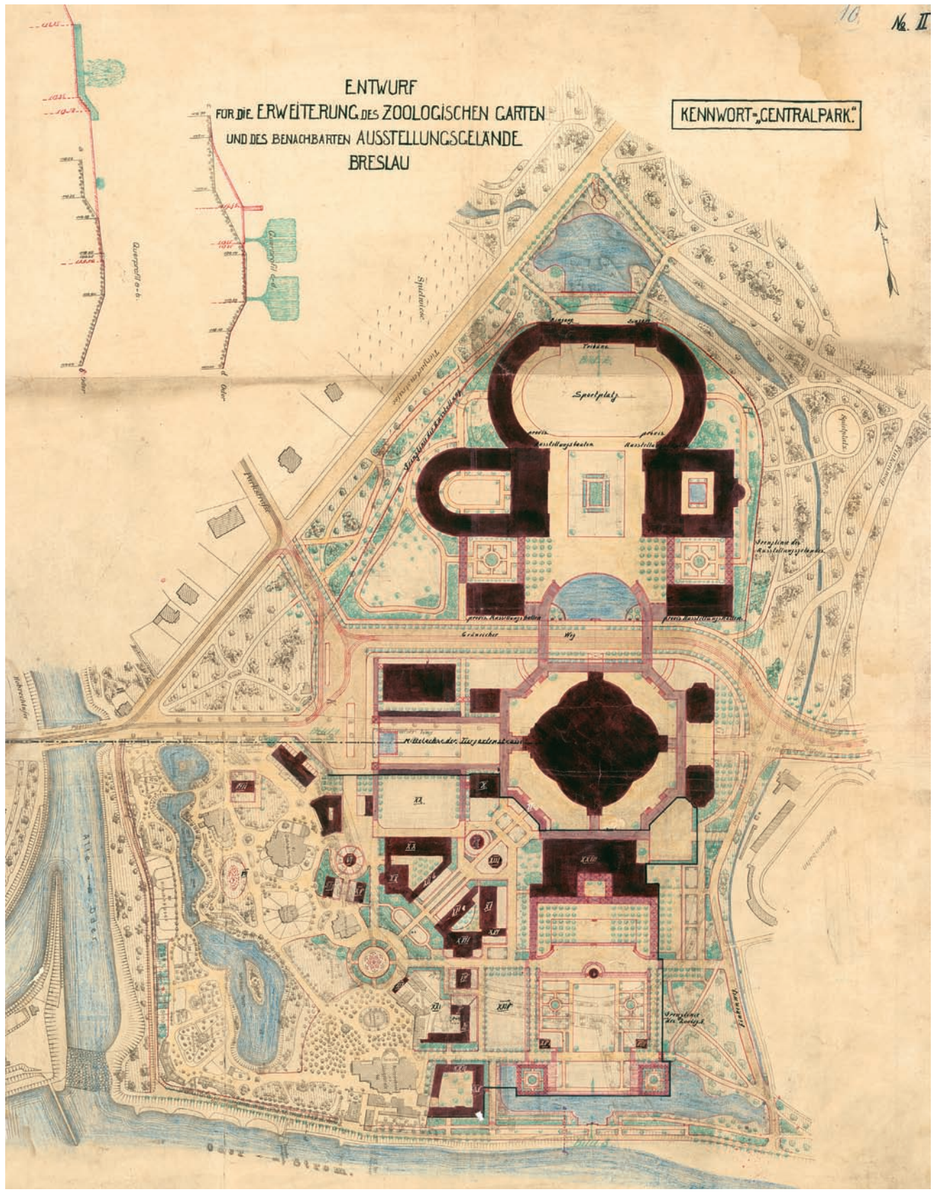
Już od 1892 roku Śląskie Towarzystwo Wyścigów Konnych zaczęło rozważać możliwość zakupu gruntów pod nowy tor wyścigowy – nie tylko wiązało się to z działalnością towarzystwa, ale także wynikało z obaw o przedłużenie umowy dzierżawy terenów miejskich na Szczytnikach. Na początku lat dziewięćdziesiątych XIX wieku pojawiła się bowiem idea utworzenia na Starych Szczytnikach Terenów Wystawowych. Drugiego września 1906 roku odbyły się ostatnie wyścigi na starym torze.

5 Karl Masner, wg „Schlesische Zeitung. Sondernummer" 1913.

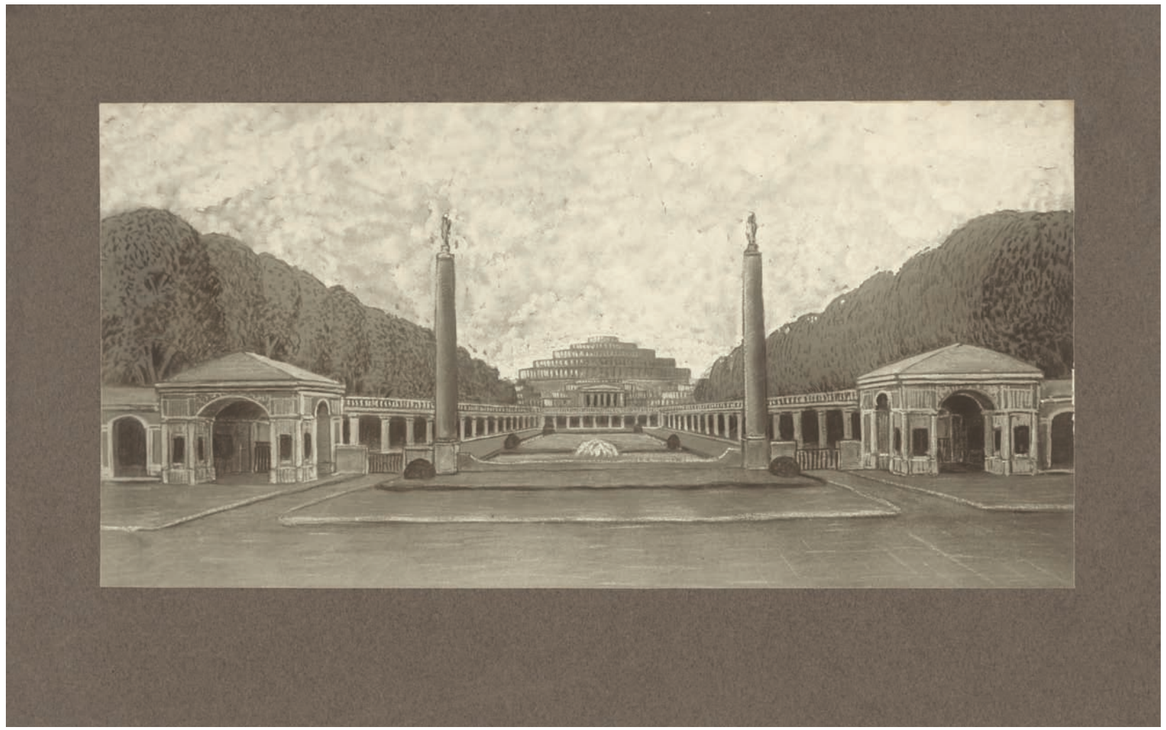
2.1.4. Tereny Wystawowe

W 1907 roku, po likwidacji toru wyścigów konnych, podjęto decyzję o przejęciu tego obszaru i wykorzystaniu go pod przyszłe Tereny Wystawowe. W 1908 roku, w artykule opublikowanym na łamach lokalnego czasopisma „Schlesien", Karl Masner, dyrektor wrocławskiego Śląskiego Muzeum Rzemiosła Artystycznego i Starożytności, zaproponował wybudowanie budynku wystawowego, podkreślając, że wiele miast zawdzięcza swoją sławę organizowanym przez nie wystawom i targom. Wrocław – stolica dużej prowincji – powinien również mieć możliwość eksponowania osiągnięć miejscowych środowisk artystycznych czy gospodarczych. Brak odpowiedniej budowli i stosownych terenów uniemożliwiał cykliczne organizowanie tego typu imprez. Karl Masner postulował budowę hali, w której mogłyby się odbywać wystawy i inne uroczystości – festiwale śpiewacze, turnieje sportowe czy zgromadzenia. Jako przykład takiej budowli wymienił halę autorstwa Friedricha von Thierscha we Frankfurcie nad Menem, idealnym terenem pod jej budowę we Wrocławiu miał być zaś, według niego, dawny tor wyścigów konnych na obrzeżach obecnego parku Szczytnickiego. Doskonałym pretekstem do budowy dużego obiektu wystawowego mogła być, zdaniem Karla Masnera, setna rocznica odezwy *Do mojego narodu*, wydanej w 1813 roku, w czasie wojen napoleońskich, przez króla Fryderyka Wilhelma II i wzywającej do walki z wojskami Napoleona. Karl Masner chciał uczcić tę rocznicę wielką wystawą. Ekspozycję pragnął poświęcić zarówno jubileuszowi wydarzenia, jak i prezentacji kulturalnego i gospodarczego dorobku Wrocławia oraz prowincji śląskiej. Rocznicowa ekspozycja mogła być, w planach Karla Masnera, zorganizowana na wzór Wystawy Kongresu Wiedeńskiego z 1896 roku. Tymczasem władze miasta – z powodu funduszy, a także nie do końca sprecyzowanej koncepcji zagospodarowania terenów po dawnym torze wyścigów konnych – w latach 1909–1912 ograniczyły się jedynie do organizowania w tym miejscu festynu z okazji Dni Wrocławia (Breslauer Festwoche). Dwudziestego czwartego października 1910 roku odbyło się specjalne posiedzenie Rady Miejskiej poświęcone organizacji Wystawy Stulecia, w którym wzięły udział prominentne osoby z całej prowincji. Wtedy to burmistrz Georg Bender zaproponował przekazanie północnej części terenów po dawnym torze wyścigów konnych pod przyszłą wystawę. W latach 1912–1913 tereny zostały poszerzone o założenia parkowe otaczające dawny tor wyścigów konnych – od wschodu i zachodu były ograniczone obecnymi ulicami Adama Mickiewicza i Mikołaja Kopernika, od północnego wschodu wychodziły zaś poza granicę tworzoną przez dzisiejszą aleję Dąbską. Powierzchnia obszaru wyznaczonego na wystawę miała wynosić początkowo 50 ha, ostatecznie osiągnęła 75 ha.

6 Burmistrz Georg Bender, Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu, Oddział Zbiorów Graficznych sygn. 3574.



7 I.P. Grossmann — projekt konkursowy rozbudowy Ogrodu Zoologicznego i ukształtowania terenów wystawowych we Wrocławiu, II nagroda, plan sytuacyjny, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



8 I.P. Grossmann — projekt konkursowy rozbudowy Ogrodu Zoologicznego i ukształtowania terenów wystawowych we Wrocławiu, II nagroda, widok od strony wschodniej, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

2.2. Historia budowy i projektowania Hali Stulecia oraz Wystawy Stulecia

2.2.1. Pierwsze koncepcje – konkurs na rozplanowanie przyszłych Terenów Wystawowych w połączeniu z Ogrodem Zoologicznym

Prawdopodobnie już na początku 1910 roku Max Berg przystąpił do projektowania przyszłej hali wystawowej, odpowiadając tym samym na dyskusję toczącą się w prasie i w gronie władz miasta. Pierwsze rysunki hali noszą daty z lutego i listopada 1910 roku. Pod koniec 1910 roku poczyniono pierwsze praktyczne kroki w kierunku zrealizowania Wystawy Stulecia. Dziesiątego grudnia 1910 roku spółka akcyjna Wrocławskiego Ogrodu Zoologicznego (Aktiengesellschaft Breslauer Zoologischer Garten) rozpisała wśród niemieckich architektów i projektantów ogrodów konkurs na „ideowe" rozplanowanie przyszłych Terenów Wystawowych w połączeniu z Ogrodem Zoologicznym. Konkurs miał dostarczyć inspiracji w przygotowaniach do projektu realizacyjnego. W założeniach podano, że południowa część dawnego toru wyścigów konnych ma być przeznaczona na powiększenie obszaru Ogrodu Zoologicznego, wybudowanie nowych pawilonów dla zwierząt i dużej restauracji, w północnej części znalazłyby się zaś Tereny Wystawowe i projektowana przez Maksa Berga hala wystawiennicza.

Na początku stycznia 1911 roku, na posiedzeniu Wrocławskiego Stowarzyszenia Promocji Miasta (Breslauer Verein zur Hebung des Fremdenverkehrs), organizatora Dni Wrocławia, Max Berg zaprezentował po raz pierwszy publicznie projekt Hali Stulecia, pokazując na diapozytywach rysunki projektowe i rysunki perspektywiczne. Dwudziestego szóstego stycznia odbyło się posiedzenie Rady Miejskiej w całości poświęcone przygotowaniom do wystawy. Gmina przeznaczyła na ten cel fundusz gwarancyjny w wysokości 100 tysięcy marek, w razie deficytu w dochodach z wystawy ręczyła zaś do wysokości kolejnych 100 tysięcy marek. Powołano również Komisję Główną organizacji wystawy. W jej skład wchodziło pięciu członków zarządu miasta (magistratu) i pięciu członków rady miejskiej. Aby pozyskać kolejnych zwolenników budowy Hali Stulecia, 24 lutego 1911 roku, na posiedzeniu wrocławskiego Stowarzyszenia Rzemiosł (Kunstgewerbeverein), Max Berg wygłosił odczyt ilustrowany rysunkami, w którym omówił projekt budynku, zaznaczając, że ostateczną wersję opracuje w ciągu dwóch miesięcy. Architekt dokonał porównań z budowlami we Frankfurcie nad Menem oraz w Dreźnie i Berlinie.

Na początku kwietnia 1911 roku ogłoszono wyniki konkursu na rozbudowę Ogrodu Zoologicznego i ukształtowanie Terenów Wystawowych. Nie podjęto wówczas decyzji o budowie hali, gdyż projekt Maksa Berga miał jeszcze wielu oponentów. Połączenie Terenów Wystawowych z Ogrodem Zoologicznym, do czego dążyła Rada Miejska, stwarzało dla architektów groźbę zagubienia jednolitego wyrazu artystycznego wystawy i jej kształtu urbanistyczno-architektonicznego. W maju 1911 roku spółka akcyjna Wrocławskiego Ogrodu Zoologicznego zwróciła się do rady miejskiej z prośbą o przekazanie terenów pod przyszłą wystawę w celu realizacji planów rozbudowy. Rada odłożyła decyzję na pół roku i nie wróciła już do koncepcji połączenia Ogrodu Zoologicznego z Terenami Wystawowymi.

Niezależnie od projektów konkursowych Max Berg na początku 1911 roku stworzył własną wizję rozplanowania przyszłych Terenów Wystawowych, którą przedłożył władzom miasta do realizacji. Projekt ten, dla którego wytyczne stanowiły wyniki konkursu na rozbudowę Ogrodu Zoologicznego i ukształtowania Terenów Wystawowych, nie został zrealizowany ze względu na zmianę programu Wystawy Stulecia. Projekt Maksa Berga jest ważny dlatego, że wyznaczone przez niego główne osie i podstawowy układ kompozycyjny zostały powtórzone w późniejszym, zrealizowanym projekcie Wystawy Stulecia wykonanym przez Hansa Poelziga. Zarówno w projektach konkursowych, jak i w koncepcji Maksa Berga można zauważyć silne oddziaływanie tendencji klasycyzujących, nawet akademickich.

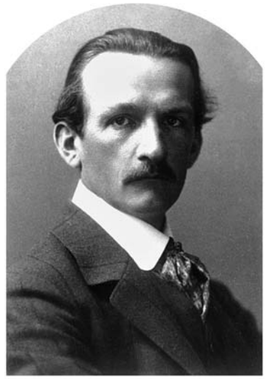
2.2.2. Batalia o realizację Hali Stulecia

Na początku 1911 roku toczyła się batalia o możliwość realizacji projektu hali, przedstawionego radzie miejskiej w formie szkicu 2 stycznia tego roku. Rada zobowiązała artystę do sporządzenia kosztorysu prac w terminie półrocznym. W kwietniu wykonano drewniany model hali, który wraz z projektami Maksa Berga i propozycjami konkursowymi na rozbudowę Ogrodu Zoologicznego pokazano w maju 1911 roku na I Wschodnioniemieckiej Wystawie w Poznaniu. Pierwsza publiczna prezentacja przyszłego dzieła odbiła się głośnym echem w prasie. Osiemnastego czerwca 1911 roku projekt wraz z opisem kosztów budowy, określonych na 1,9 miliona marek, wpłynął do Rady Miejskiej. W trakcie kilkudniowej debaty zgłoszono wiele zastrzeżeń co do możliwości jego realizacji. Oponenci zwracali uwagę, że budowa hali i jej eksploatacja może być zbyt dużym obciążeniem finansowym dla miasta. Brano pod uwagę również możliwość zawalenia się kopuły o tak dużej rozpiętości. Mniej wrażliwi na formę plastyczną porównywali halę z tortem, pudłem na kapelusze lub gazownią, żądając ponownego rozpisania konkursu, gdyż – jak wnoszono – każdy projekt byłby lepszy od monstrualnego w swoim zamyśle pomysłu Maksa Berga. Podjęcie decyzji jednak odroczono. Dopiero 28 czerwca 1911 roku, po ośmiogodzinnej debacie, Rada Miejska wyraziła zgodę na budowę hali, przeznaczając na ten cel 1,8 miliona marek, choć już na początku maja podjęto prace przygotowawcze. Mimo to nadal nie podjęto definitywnej decyzji zarówno co do kształtu artystycznego, jak i co do programu przyszłej wystawy.

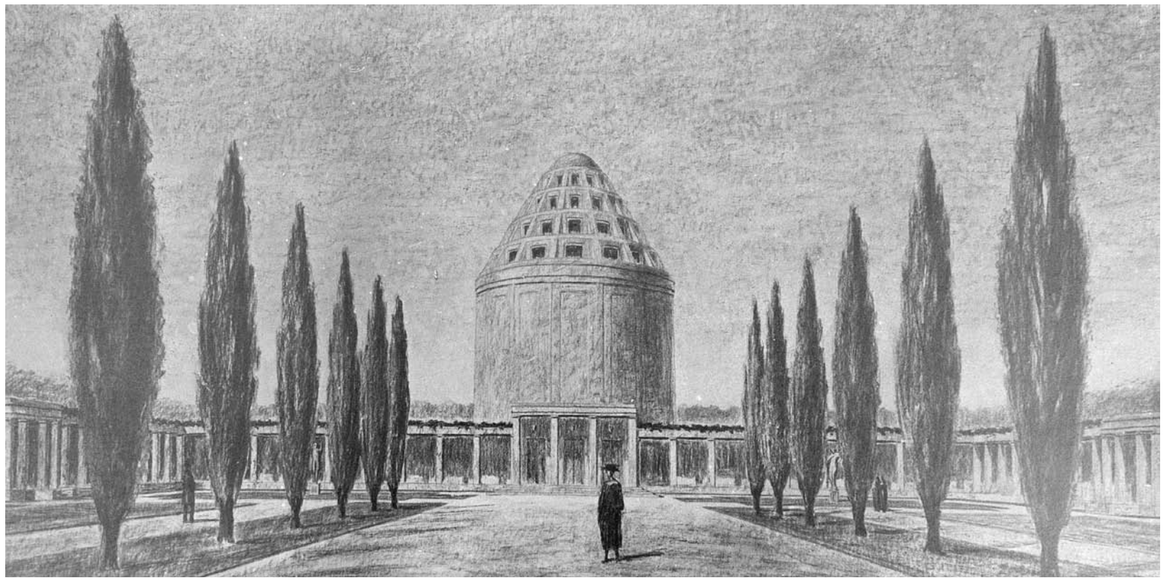
2.2.3. Twórca Hali Stulecia – Maks Berg

Max Berg urodził się w Szczecinie 17 kwietnia 1870 roku. Jego rodzicami byli Nicolaus Eduard Heinrich Berg, nauczyciel gimnazjum w Szczecinie, i Emilie Luise Theresis, z domu Radeloff. Do szkoły powszechnej i do gimnazjum uczęszczał w rodzinnym mieście – Szczecinie. W latach 1889–1893 studiował na politechnice w Berlinie-Charlotenburgu. Jego mistrzem był niemiecki gotycysta Carl Schäfer. Krótko, jeden semestr, uczęszczał na zajęcia na politechnice w Monachium. Po ukończeniu studiów przeszedł przez wszystkie szczeble kariery architekta w służbie państwowej – od kierownika budowy do rządowego architekta (Regierungsbaumeister). W 1900 roku objął stanowisko w urzędzie budowlanym miasta w Szczecinie. Jeszcze w tym samym roku przeniósł się do Frankfurtu nad Menem, obejmując etat inspektora budowlanego miasta (Stadtbauinspektor). We Frankfurcie przebywał do 1909 roku i tam przyswoił sobie nowe idee z zakresu architektury, które rozwijał później w twórczości we Wrocławiu. W okresie frankfurckim projektował szkoły, łaźnię, ratusz, budynki urzędów, hangar dla sterowców. Młody architekt zetknął się tam z nowymi prądami w urbanistyce oraz z reformą zarządzania gruntami miejskimi, jaką przeprowadził ówczesny burmistrz Frankfurtu nad Menem Franz Adickes. Interesował się szczególnie nowymi teoriami urbanistycznymi, w tym ideą „miast ogrodów". We Frankfurcie związał się również z kręgiem proreformatorsko i nowocześnie ukierunkowanych artystów, którzy działali w ramach ugrupowań Dürerbund i Deutscher Werkbund. Max Berg był członkiem tych organizacji, a także Deutsche Akademie für Städtebau i Deutsche Gartenstadt Gesellschaft. Podczas pobytu we Frankfurcie ożenił się z pianistką Edelgarde Gerlach.

Siedemnastego grudnia 1908 roku został wybrany na głównego architekta miasta Wrocławia (Stadtbaurat). Urząd ten objął w kwietniu 1909 roku i wkrótce związał się z miejscowym środowiskiem artystów skupionych wokół dyrektora Akademii Sztuki Hansa Poelziga, dramaturga i poety Gerharta Hauptmanna oraz jego brata Carla Hauptmanna. W 1909 roku wstąpił również do założonego przez Hansa Poelziga ugrupowania Künstlerbund Schlesien. W czasie działalności we Wrocławiu, która trwała do 1925 roku, Max Berg stworzył i zaprojektował swoje największe i najciekawsze dzieła, które antycypowały wiele rozwiązań nowoczesnej architektury. Konsekwentnie stosował nowy wówczas materiał, jakim był żelazobeton, a także konstrukcję szkieletową i ele-



9 Portret Maxa Berga, ok. 1909; Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu, Oddział Zbiorów Graficznych.



10 Max Berg współpraca Oscar Kokoschka, Albert Kempter, projekt krematorium, widok, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-183.

menty prefabrykowane. Do minimum ograniczał użycie ornamentu, upraszczał bryłę budynku, podporządkowując kształt i układ wnętrz funkcji budowli, jednocześnie zaś przeciwstawiając się, modnym jeszcze wówczas, tendencjom postsecesyjnym i historyzującym. Artysta inspirował się zarówno architekturą inżynierską, konstrukcją gotycką, angielską architekturą mieszkalną, jak i ludową architekturą Śląska, którą propagował Hans Poelzig, między innymi w manifestach ugrupowania Künstlerbund Schlesien.

We Wrocławiu architekt zaprojektował: wieżę ciśnień (1909), elewację szkoły przy ulicy Stacha Świstackiego (1909), szpital przy ulicy Józefa Hoene-Wrońskiego (1909), dom własny przy ulicy Mikołaja Kopernika (1910), budynek łaźni miejskiej przy ulicy Marii Skłodowskiej-Curie (1912), domy dla ubogich fundacji Josefa Gothelfa przy alei Pracy (1912), krematorium (1913–1924, przy współpracy Oskara Kokoschki), kaplicę na cmentarzu Osobowickim (1919–1920, przy współpracy wrocławskiego malarza Hansa Leistikowa). Ukoronowaniem jego działalności przed pierwszą wojną światową było stworzenie projektu Hali Stulecia i budowli związanych z Wystawą Stulecia (1910–1913). Brał udział w dyskusji na temat „Wielkiego Berlina" (1910), zaprojektował również przebudowę Wrocławia (1910 i 1919–1922) i pierwsze na Śląsku założenie typu „miasto ogród" w Sobótce (1911). W ramach projektu przebudowy Wrocławia jako jeden z pierwszych architektów Europy zaprojektował wieżowce dla Wrocławia, Kolonii i Berlina. Swoimi projektami wywołał dyskusję na temat wysokościowców we współczesnym mieście w Niemczech. Pod koniec swojej działalności we Wrocławiu zaprojektował dwie elektrownie wodne (1924) i halę wystawową (1924–1925, przy współpracy z Ludwigiem Moshamerem).

W 1925 roku przeszedł na wcześniejszą emeryturę. Przeniósł się do Berlina i tam zajął się teoretycznymi rozważaniami nad urbanistyką. W 1927 roku wziął udział w konkursie na budowę siedziby Zarządu Miasta Wrocławia i Straży Pożarnej. W 1928 roku wziął udział w konkursie zamkniętym (sześciu architektów: Max Berg, Aloys Klement, Willy Ludewig, Hannes Meyer, Erich Mendelsohn i Max Taut) na budowę szkoły związków zawodowych w Bernau pod Berlinem. Żaden z tych projektów nie został zrealizowany. W latach trzydziestych XX wieku i w okresie rządów nazistów w Niemczech zajmował się tylko teoretycznie architekturą i urbanistyką. Był w zarządzie Deutsche Städtebau i projektował w trzeciej dekadzie XX wieku kampus uniwersytecki. Brał udział w dyskusji nad przebudową Berlina, odnosząc się do projektów Martina Wagnera i Hansa Poelziga. W czasie drugiej wojny światowej architekt przeniósł się do Baden-Baden, gdzie zmarł 22 stycznia 1947 roku.

2.2.4. Projekt, konstrukcja, materiał

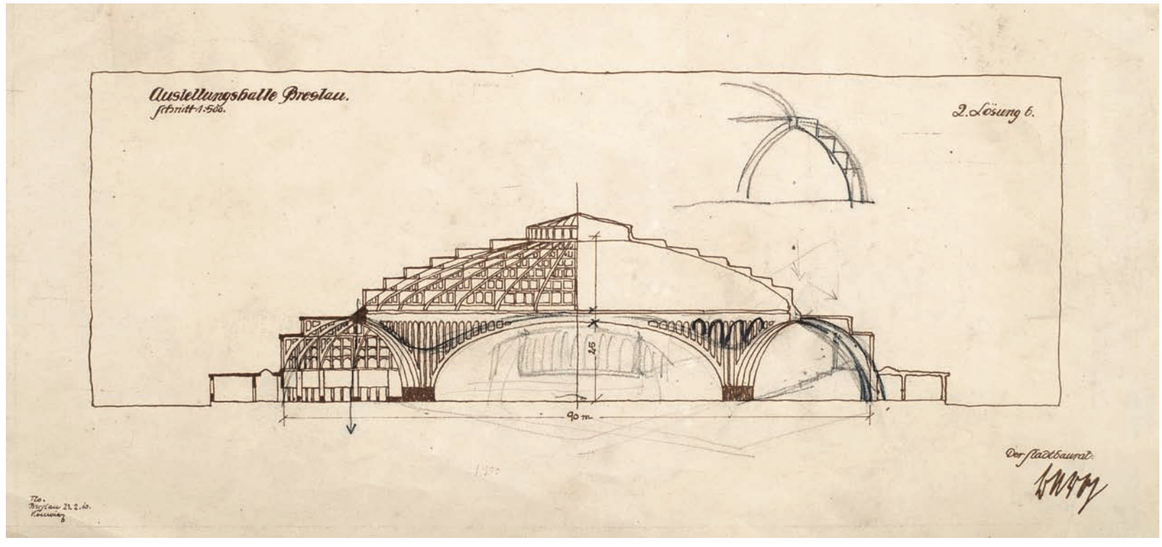
Max Berg w trakcie wykładu na posiedzeniu Stowarzyszenia Rzemiosł (Kunstgewerbeverein), na którym zaprezentował rysunki przeznaczone na I Wystawę Przemysłową w Poznaniu, powiedział, że projekt nie jest jeszcze całkowicie gotowy i drobne zmiany będą wprowadzane nawet podczas budowy. Podczas odczytu w czerwcu 1911 roku, wygłoszonego dla Stowarzyszenia Przedmieścia Szczytnickiego (Ortsvereins der Scheitniger Vorstadt), tuż przed ostatecznym zatwierdzeniem przez Radę Miejską budowy hali, Max Berg zauważył: „Cała konstrukcja ma być wykonana w żelazobetonie, ściany – w zakresie, w jakim będzie to możliwe – ze szkła". W czasie debaty Rady Miejskiej Max Berg tłumaczył, dlaczego odrzucił historyczne formy architektoniczne, i przekonywał, że pragnie zastosować żelazobeton ze względów przeciwpożarowych. Innym zagadnieniem wymagającym wyjaśnienia była wielkość kopuły. Architekt podkreślił: „Starożytni Rzymianie wznieśli Panteon o rozpiętości 43 [44] metrów, Hagia Sophia ma 35 [31] metrów. Czy nasza współczesna technika nie może sprostać budowli o rozpiętości 65 metrów? Wbrew wszystkim oponentom trzeba pokreślić, że Wschód pod tym względem nie pozostaje w tyle za Zachodem".

Z zachowanych materiałów archiwalnych wynika, że Max Berg wykonał kilka wersji projektowych hali. Wstępne szkice w głównych punktach były zbieżne z kształtem zrealizowanej budowli. Richard Konwiarz, współpracow-

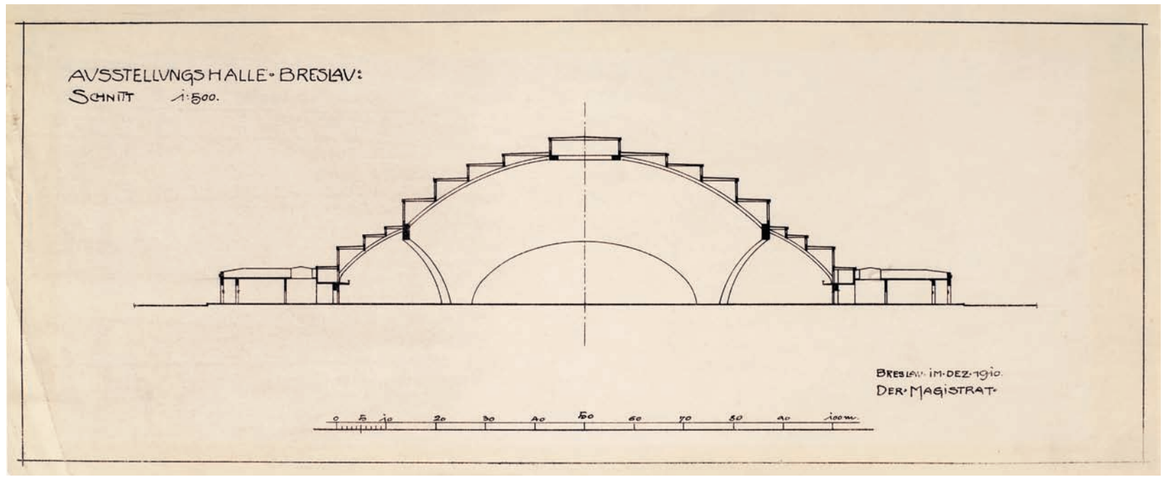
11 Friedrich von Thiersch, Hala Wystawowa i Zgromadzeń we Frankfurcie nad Menem, wnętrze, wg. „Deutsche Bauzeitung" Jh. 43, 1909, Nr 41, s. 279.

nik Maksa Berga, wspominał po latach, że pierwszy projekt nawiązywał wprost do wzoru frankfurckiej hali Friedricha von Thierscha. Projekty Maksa Berga były na ogół rozrysowywane przez jego współpracowników, między innymi architektów Richarda Konwiarza i Paula Heima czy malarza Hansa Leistikowa (perspektywy i widoki). Pierwszą wersję ilustrują trzy rysunki pochodzące z archiwum w Erkner pod Berlinem i jeden rysunek zachowany na diapozytywie w Muzeum Narodowym we Wrocławiu. Projekt powstały w lutym 1910 roku przedstawia schematyczne przekroje hali w dwóch wariantach, widok hali w nietypowej perspektywie oraz wnętrze. Były to najwcześniejsze wersje projektowe, stylistycznie nawiązujące do ostatniej fazy twórczości architekta we Frankfurcie nad Menem. Gigantyczna hala, której kopułę przykrywa schodkowy dach o ośmiu stopniach, jest ukazana w manierze secesyjnej asymetrii. Elewacje pozbawione dekoracji są tworzone przez pasma okien z drobnymi podziałami. Trzy wejścia z kolumnowymi portykami przykryto krążynowymi dachami, motywem często wtedy stosowanym przez architekta.

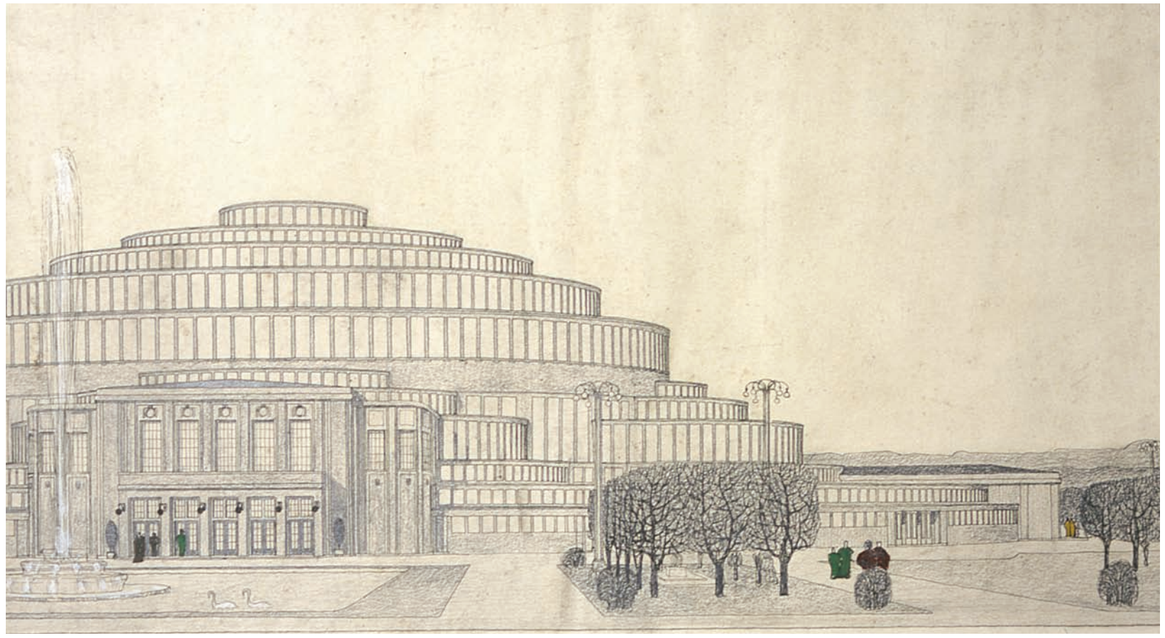
Następna wersja projektu nawiązuje do rysunków z lutego 1910 roku i jest przedstawiona na ilustracjach zachowanych w archiwum w Erkner pod Berlinem oraz na rysunkach na diapozytywach z Muzeum Narodowego we Wrocławiu. Szkice projektowe pochodzą z końca 1910 i początku 1911 roku. Prezentują koncepcję, w której kopuła miała osiągnąć rozpiętość około 72–73 m, a więc 8 m więcej niż wersja zrealizowana. Większa była również odległość między apsydami – 100 m zamiast 95 m. Z kolei wysokość wynosiła około 30 m, czyli o 12 m mniej. Wersja ta w stosunku do pierwszej koncepcji wykazuje znacznie większą klarowność i rzeczowość, nawiązując wyeksponowaniem elementów konstrukcyjnych do architektury inżynierskiej. Spośród niektórych szczegółów różniących ten projekt od zrealizowanego należy wymienić inne rozwiązanie portyku wejścia głównego, które zostało tutaj zamknięte prosto, nie zaś eliptycznie, i pozbawione kolumnady. Odmienne jest również rozwiązanie latarni, ukształtowanej na wzór tarasowych stref okien zamykających kopułę. Jeden z rysunków z Muzeum



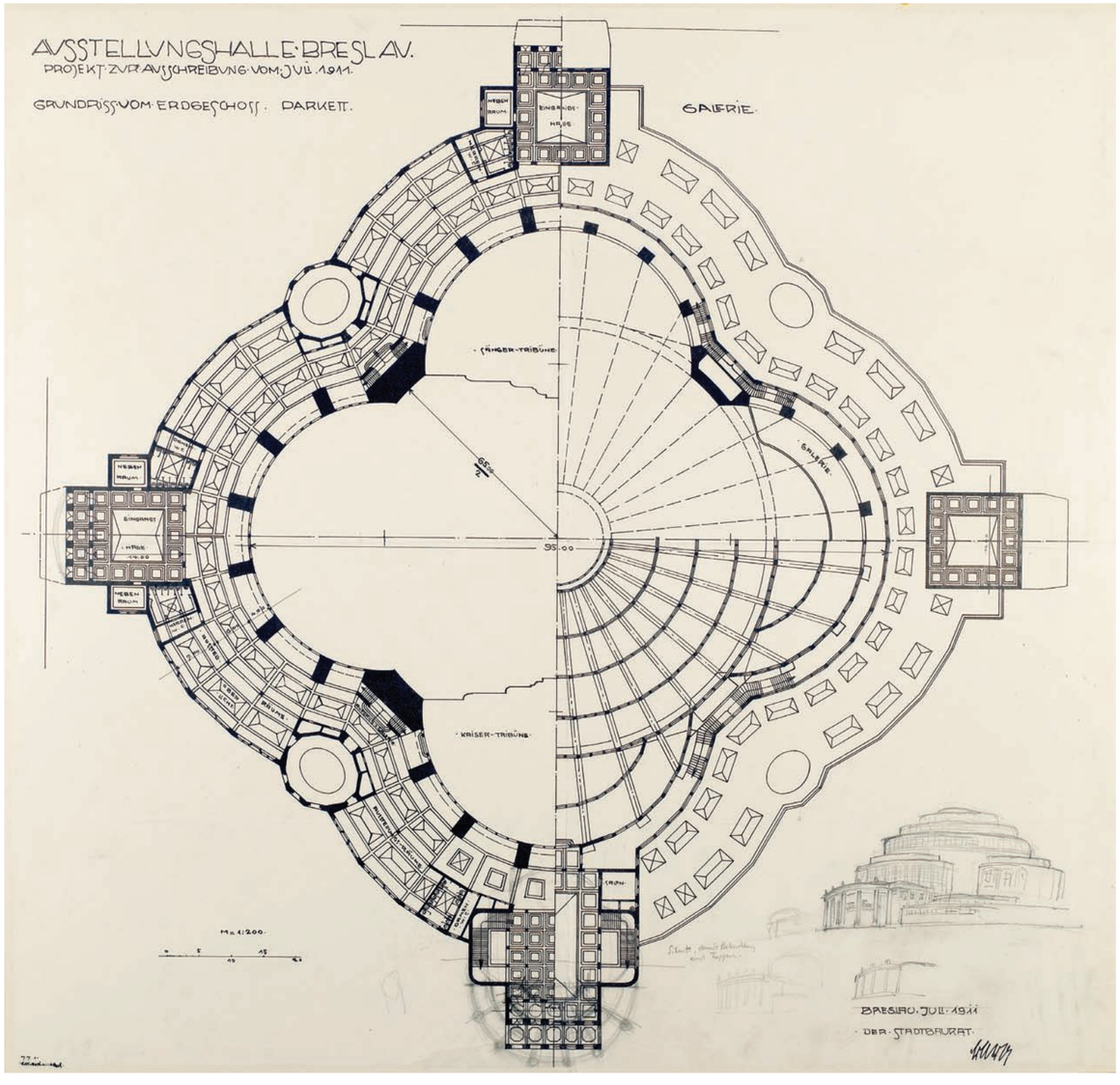
12 Max Berg, wsp. Richard Konwiarz, projekt Hali Stulecia, wariant drugi, przekrój, 21 lutego 1910 r., Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



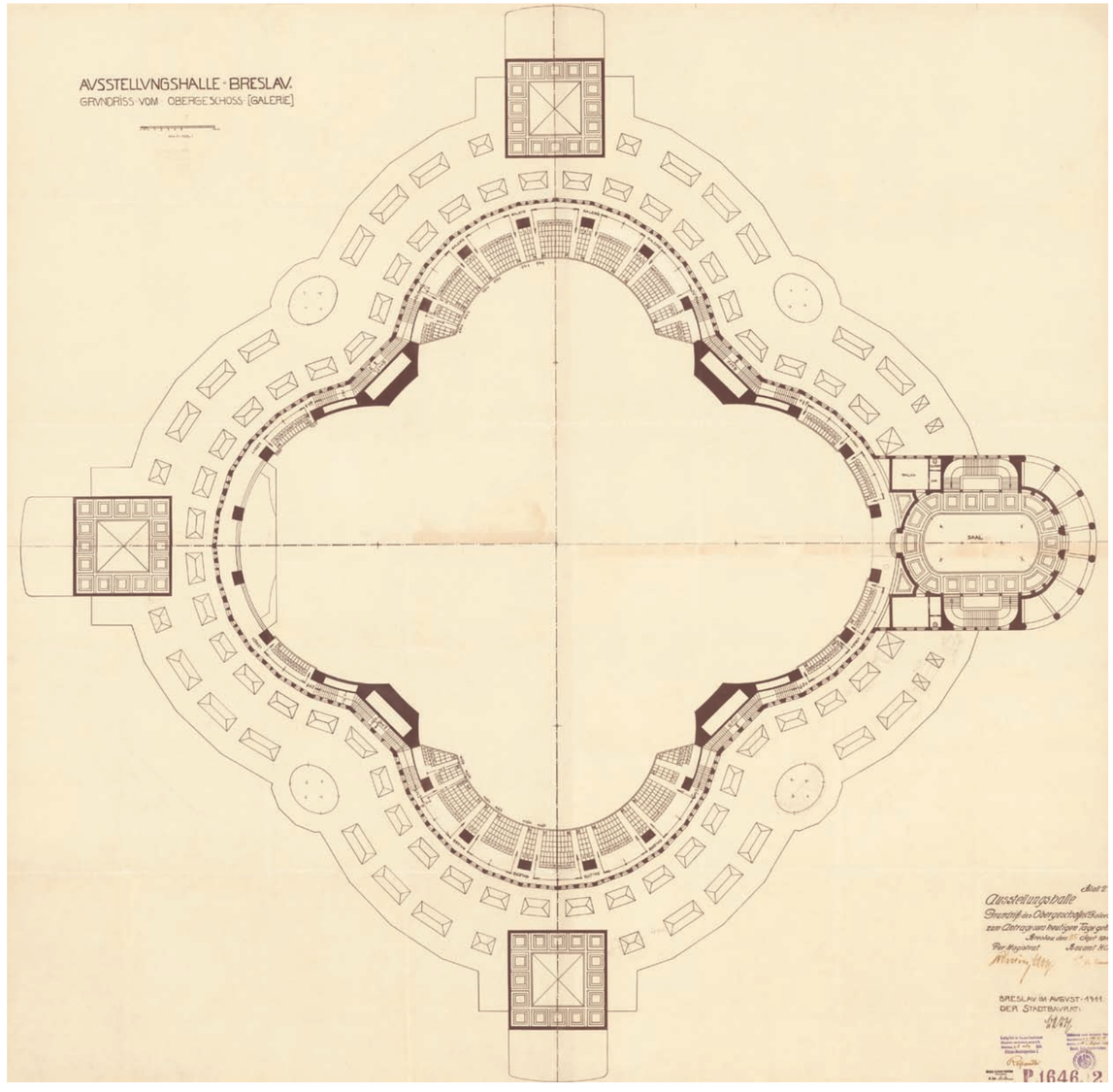
13 Max Berg, projekt Hali Stulecia, wariant drugi, przekrój, grudzień 1910 r., Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



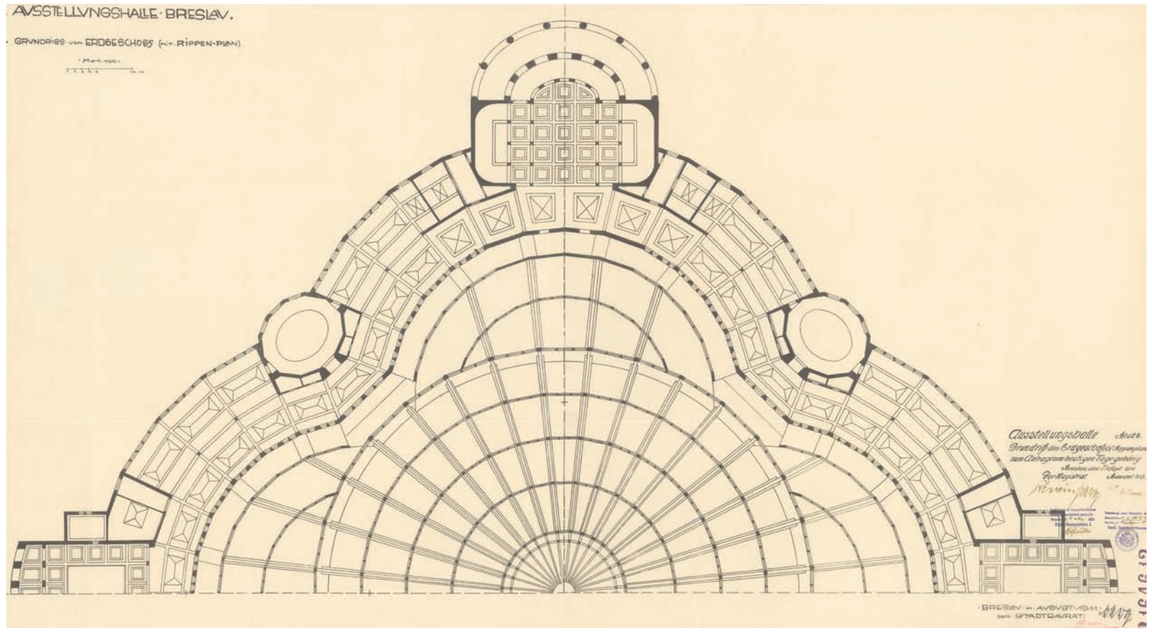
14 Max Berg, projekt Hali Stulecia, widok od frontu, ok. 1910/1911 r., Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



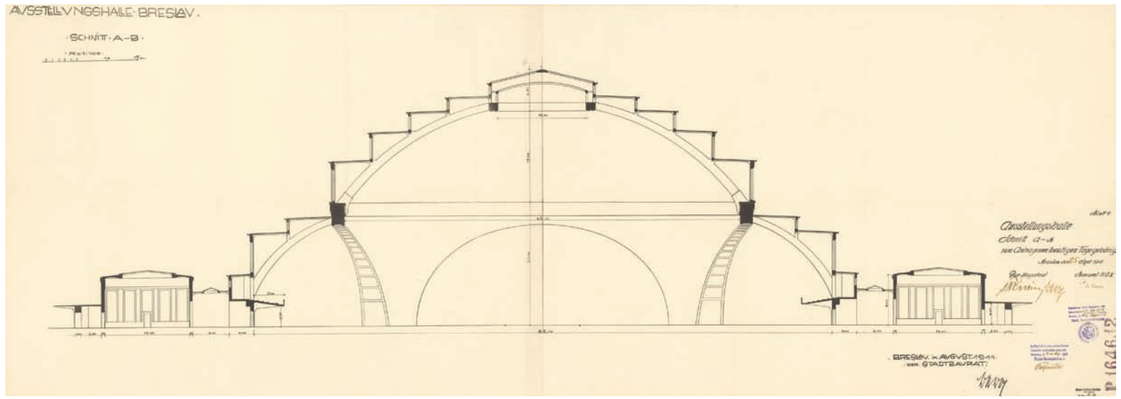
15 Max Berg, projekt Hali Stulecia, rzut z naniesionymi zmianami wejścia głównego oraz szkic perspektywiczny, lipiec 1911, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



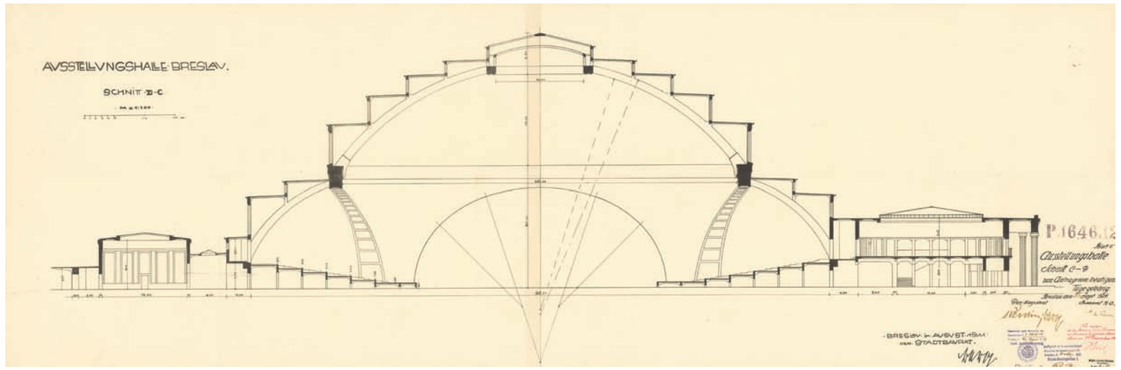
16 Max Berg, projekt realizacyjny opracowany ostatecznie w sierpniu 1911 i zatwierdzonego przez magistrat Wrocławia 25 września tego roku, rzut piętra i galerii, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



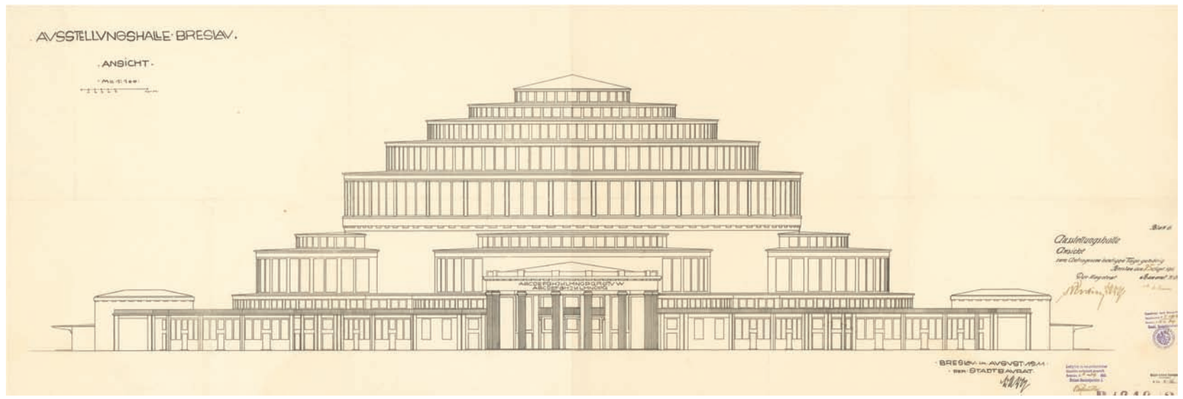
17 Max Berg, projekt realizacyjny opracowany ostatecznie w sierpniu 1911 i zatwierdzonego przez magistrat Wrocławia 25 września tego roku, rzut parteru z układem żeber kopuły, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



18 Max Berg, projekt realizacyjny opracowany ostatecznie w sierpniu 1911 i zatwierdzonego przez magistrat Wrocławia 25 września tego roku, przekrój, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



19 Max Berg, projekt realizacyjny opracowany ostatecznie w sierpniu 1911 i zatwierdzonego przez magistrat Wrocławia 25 września tego roku, przekrój, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



20 Max Berg, projekt realizacyjny opracowany ostatecznie w sierpniu 1911 i zatwierdzonego przez magistrat Wrocławia 25 września tego roku, widok elewacji od strony wejścia głównego, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

Narodowego we Wrocławiu, z lutego 1911 roku, przedstawia nawet wersję, w której hala miała mieć rozpiętość kopuły sięgającą 100 m. Do początku 1911 roku planowano zatem wzniesienie kopuły o większej rozpiętości niż w rzeczywistości wybudowano. We wszystkich tych szkicach hala była usytuowana w miejscu, w którym została potem wybudowana. Przed jej wejściem głównym od strony zachodniej architekt zaprojektował staw na planie czworoboku, z zielenią i ze szpalerem drzew.

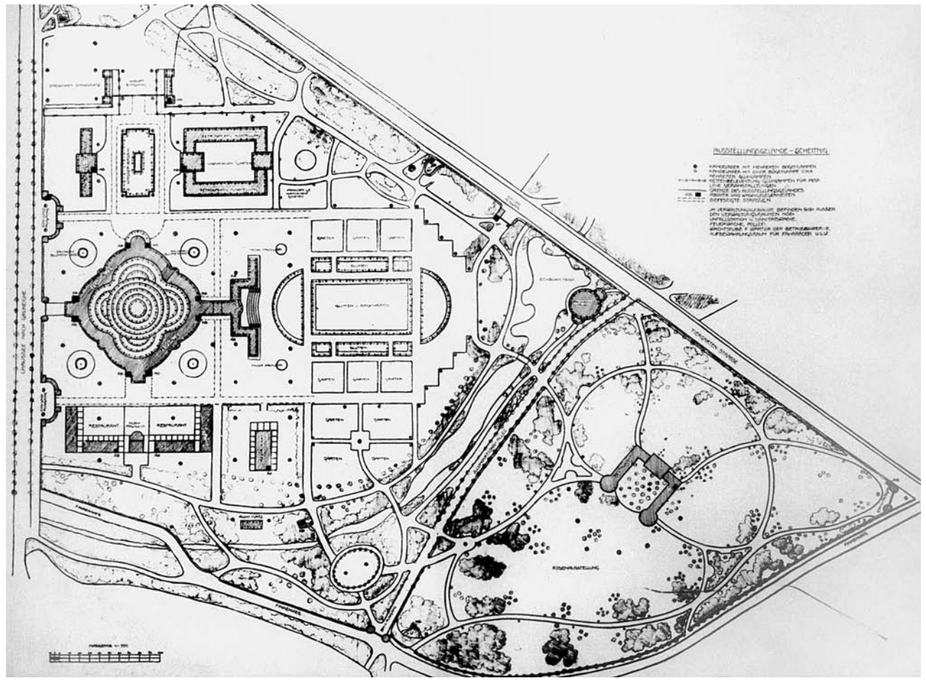
Nie wydaje się prawdopodobne, aby Max Berg próbował osiągnąć bezwzględny prymat rozpiętości kopuły, jaki należał do budowli o przykryciach w konstrukcji stalowej. Konstruktorzy, którzy wykonywali obliczenia statyczne Hali Stulecia – Willy Gehler i Günther Trauer – podkreślali, że tylko w niewielu wypadkach przykrycie ze stali i z żelaza przekracza miarę 65 m, zwiększenie rozpiętości konstrukcji żelbetowej ponad 100 m było wówczas niemożliwe. Jest istotne, że przez cały czas Max Berg planował zainstalować w hali olbrzymie organy, które są widoczne zarówno na planach z 1910 roku, jak i w rysunku wnętrza z końca 1910 roku (znajdującego się na diapozytywie). Potwierdza to przypuszczenie, że w zamyśle artysty hala od początku miała być także przeznaczona na inne cele niż tylko na salę zgromadzeń i wystaw – w rzeczywistości miała również służyć inscenizacjom dramatycznym i koncertom. Wnętrze z wielkimi niszami, w których usytuowano monumentalne posągi, i z dekoracją z wieńców laurowych u podstawy żeber kopuły uzyskało wyjątkowo monumentalny i pomnikowy charakter, bliski rzymskiemu Panteonowi.

Pod wpływem korekty konstruktorów architekt w następnej wersji projektowej ustalił rozpiętość kopuły na 67 m. Wersja ta jest uwzględniona w modelu opracowanym na I Wystawę Przemysłową w Poznaniu i w pierwszej prasowej prezentacji projektu w lokalnym dzienniku „Schlesische Zeitung". Zmianie projektowej uległa wówczas latarnia, nieznacznie zmienił się również front wejścia głównego.

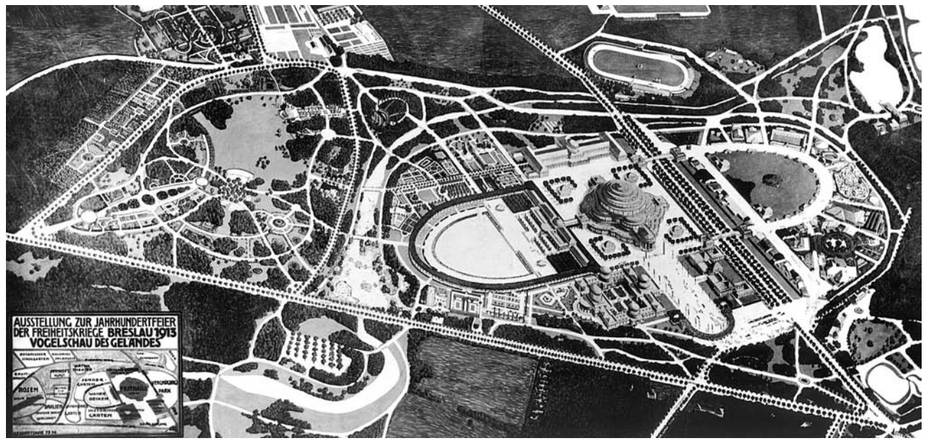
Po decyzji Rady Miejskiej zatwierdzającej budowę hali Max Berg wykonał w lipcu 1911 roku ostateczny projekt. Zmienił wówczas wejście główne, zapewne po sporządzeniu projektu rozplanowania całej Wystawy Stulecia przez Hansa Poelziga. Rysunki tej wersji, które znajdują się również w archiwum w Erkner, stanowiły podstawę projektu realizacyjnego, opracowanego ostatecznie przez Maksa Berga w sierpniu 1911 roku i zatwierdzonego przez magistrat Wrocławia już po rozpoczęciu prac ziemnych i fundamentowania – 25 września tego roku. Projekty te oraz wszystkie rysunki techniczne i konstrukcyjne są zachowane w Archiwum Budowlanym Miasta Wrocławia, oddziale Muzeum Architektury we Wrocławiu.

2.2.5. Wystawa Stulecia

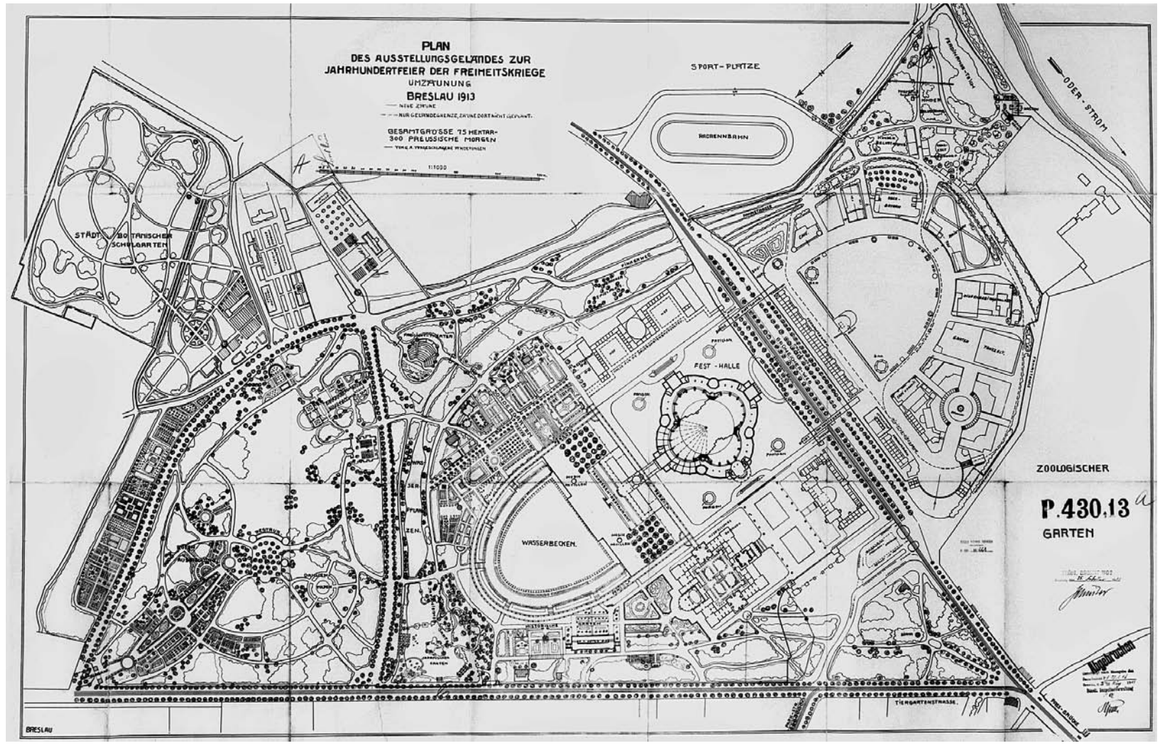
Niezależnie od prac związanych z budową Hali Stulecia pracowano również nad realizacją Wystawy Stulecia. W październiku 1911 roku Rada Miejska zdecydowała o rozplanowaniu ekspozycji. Kierownictwo powierzono Maksowi Bergowi i Hansowi Poelzigowi, dyrektorowi Akademii Sztuki i Rzemiosła Artystycznego. Z inicjatywy tego ostatniego nadano wystawie charakter „*architecture parlante*", nawiązując formą pawilonów do czasów wojen napoleońskich. Zdecydowano, że główna część wystawy będzie usytuowana w północnej strefie Terenów Wystawowych. Część południową (obecnie zajmowaną przez ogród zoologiczny) przeznaczono na lunapark i ulicę-bazar pod nazwą „Stary Wrocław" („Alt Breslau"). Na północ od Hali Stulecia planowano budowę stadionu, restauracji tarasowej i amfiteatru. Wolne place przeznaczono na wystawę sztuki ogrodowej. Pod koniec lutego 1912 roku Rada Miejska wyraziła zgodę na stworzenie drugiego masywnego obiektu wystawowego, tak zwanego Pawilonu Czterech Kopuł projektu Hansa Poelziga, mającego pomieścić wystawę poświęconą rocznicy wojen napoleońskich. Pociągnęło to za sobą kolejną zmianę rozplanowania obiektów wystawowych. Na osi równoległej do obecnej ulicy Zygmunta Wróblewskiego umieszczono główne wejście do hali, poprzedzone od północy pawilonem wystawy historycznej i budynkiem administracyjnym, co w konsekwencji tworzyło od



21 Hans Poelzig — szkic wstępny rozplanowania Wystawy Stulecia, 1911/1912, reprodukcja diapozytywu wykorzystanego przez architekta podczas odczytu 27 lutego w sali Śląskiego Muzeum Rzemiosła Artystycznego i Starożytności we Wrocławiu; Muzeum Narodowe we Wrocławiu, Dział Dokumentów.



22 Projekt Wystawy Stulecia, widok z lotu ptaka, 3,5 x 5 m, wykonany przez studentów Królewskiej Szkoły Sztuki i Rzemiosła Artystycznego we Wrocławiu w sierpniu 1912 r., prezentowany na wystawie w Berlinie, reprodukcja fotografii; Muzeum Narodowe we Wrocławiu, Dział Dokumentów.



23 Hans Poelzig — drugi plan generalny Wystawy Stulecia dla powierzchni 75 hektarów, lipiec–wrzesień 1912 r.; Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

zachodu forum zamknięte bramą główną. Na osi prostopadłej, po północnej stronie hali, projektowano wzniesienie tarasowej restauracji, z której roztaczałby się widok na owalny staw i pergolę. Pozostała przestrzeń miała być wypełniona ekspozycjami ogrodowymi. W południowej części nadal planowano założenie lunaparku połączonego z wystawą za pomocą dwóch wiaduktów. Opracowanie pergoli, budynku administracyjnego i bramy powierzono Hansowi Poelzigowi. Max Berg podjął się wykonania projektu restauracji i wiaduktów. Do współpracy przy wystawie zaangażowano najlepszych wówczas architektów oraz artystów z Akademii Sztuki i Rzemiosła Artystycznego we Wrocławiu. Wystawa stała się domeną działania twórców różnych specjalności. W pracach brali udział: Theo Effenberger – projektant części ogrodów historycznych i dawnej trybuny wyścigów konnych, którą przebudował na renesansowy belweder, Fritz Behrendt – architekt pawilonu sztuki cmentarnej, Paul Schmitthenner – prezentujący w ramach specjalnych wystaw ogrodowych wzorcowy ogród dla osiedla typu „miasto ogród", Paul Schreiber – projektant amfiteatru i kilku mniejszych pawilonów wystawowych.

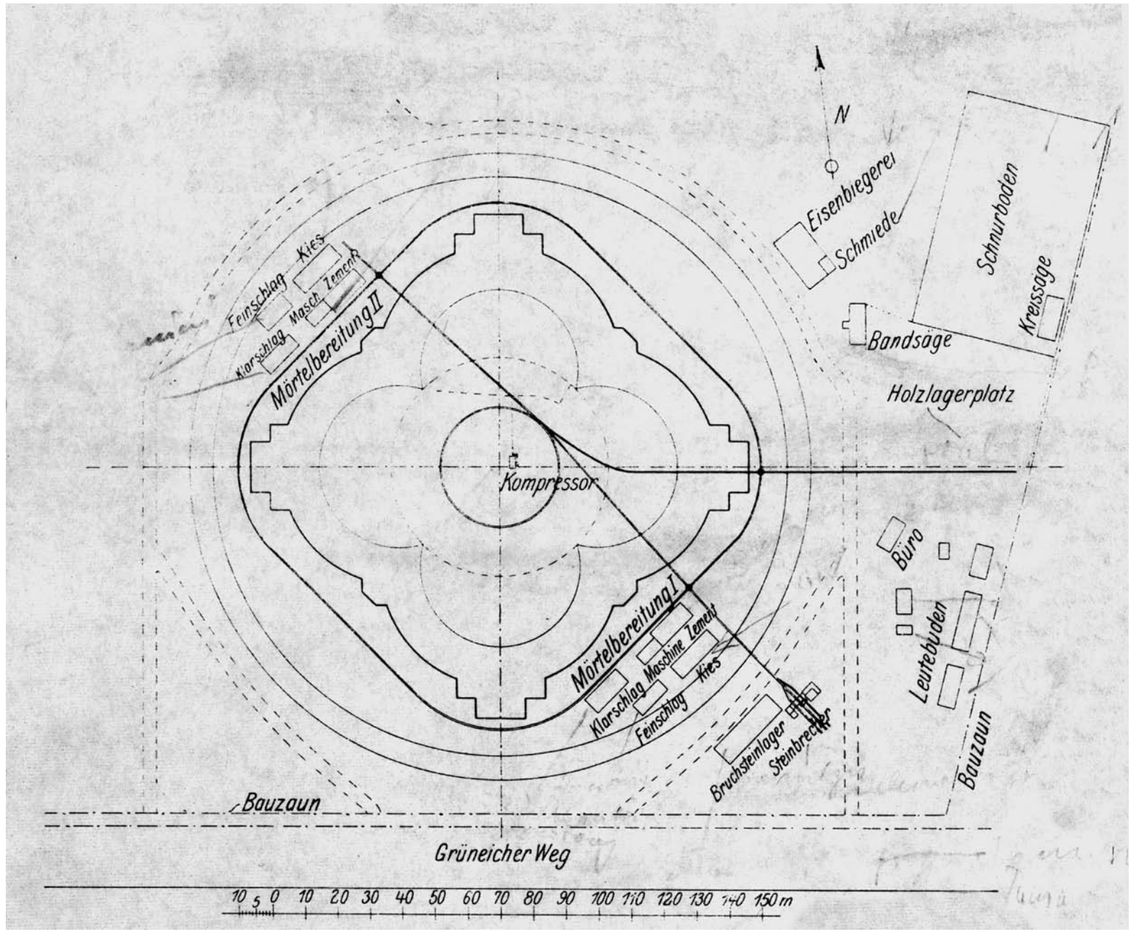
Przez cały 1912 rok trwały prace budowlane przy wznoszeniu Hali Stulecia i pawilonu wystawowego Hansa Poelziga (Pawilon Czterech Kopuł). W grudniu Hala Stulecia była gotowa w stanie surowym i nastąpiło uroczyste przekazanie jej miastu przez firmę Dyckerhoff & Widmann. Max Berg zwrócił się wówczas do Rady Miejskiej z propozycją wykonania dla hali dużych organów, które miały decydujące znaczenie dla organizowanych tam imprez. W marcu 1913 roku odbył się konkurs na projekt płaskorzeźby nad wejściem głównym do Hali Stulecia, który wygrał Alfred Vocke – rzeźbiarz współpracujący z Maksem Bergiem, późniejszy profesor Akademii Sztuki w Kassel. Płaskorzeźba, przedstawiająca walkę Michała Archanioła ze smokiem, wykonana w betonie, miała być usytuowana na architrawie. Po obu jej bokach umieszczono cytat zaczerpnięty z proklamacji króla Fryderyka Wilhelma III z 17 marca 1813 roku *Do mojego narodu* (*An mein Volk*).

Dwudziestego maja 1913 roku nastąpiło w Hali Stulecia uroczyste otwarcia wystawy, na które przybył następca tronu cesarskiego.

2.2.6. Budowa Hali Stulecia

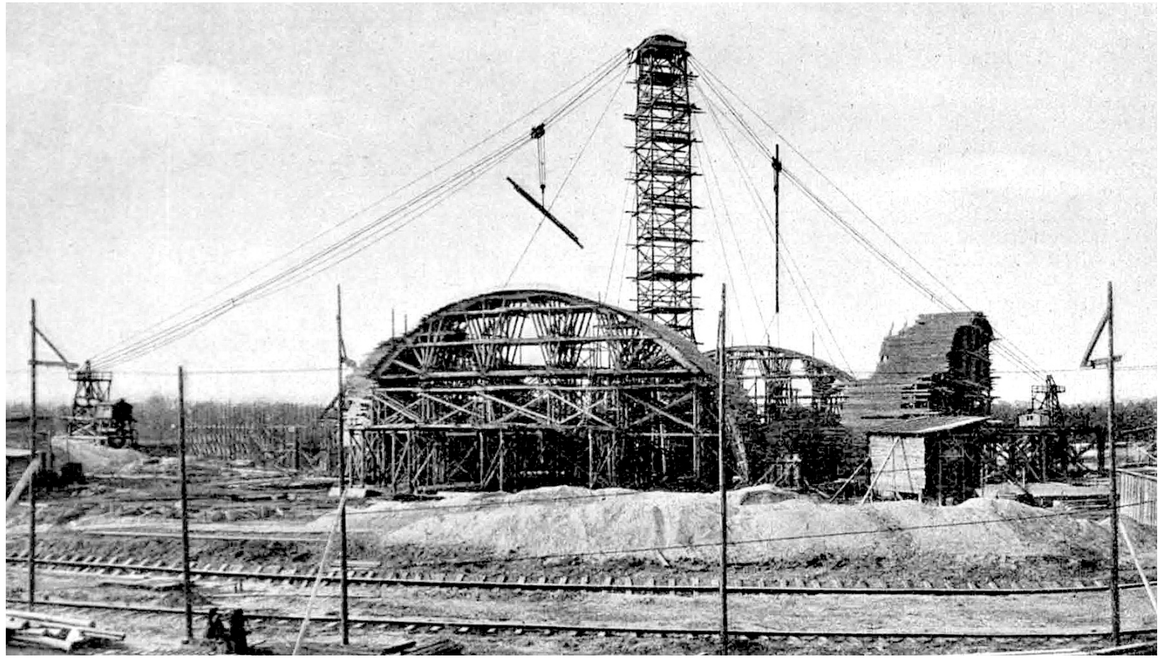
Na początku maja 1911 roku przystąpiono do prac przygotowawczych i precyzyjnie zagospodarowano plac budowy, który przypominał współczesną fabrykę elementów prefabrykowanych, 19 lipca rozpoczęto badania gruntów. W sierpniu spośród dziewiętnastu konkurujących firm wybrano głównego wykonawcę prac budowlanych – przedsiębiorstwo Dyckerhoff & Widmann z Drezna, i drugiego wykonawcę obejścia hali – firmę Lolat A.G. z Wrocławia. Trzydziestego pierwszego sierpnia przystąpiono do prac ziemnych, rozpoczynając od wyznaczenia w terenie głównych osi budowli. Jeszcze raz dokonano obliczeń statycznych i obniżono wody gruntowe tak, że już 12 października rozpoczęto wylewanie fundamentów, które zostało zakończone w styczniu 1912 roku. Wokół obrysu przyszłej hali założono tory przeznaczone dla dwóch ruchomych czternastometrowych wież zewnętrznych dźwigu, które – połączone liną z wysoką na 52 m wieżą, usytuowaną w centrum przyszłej budowli – tworzyły rozpiętą nad rusztowaniem karuzelową kolejkę linową o zdolności udźwigu od 1,6 tysiąca do 2,5 tysiąca kg. Po dwóch przeciwległych stronach placu budowy wyznaczono oddzielne stanowiska do produkcji betonu. Na placu zainstalowano także młyny do wytwarzania na miejscu żwiru ze śląskiego granitu i tartak dostarczający desek do rusztowań i szalunków. W celu ubijania betonu zamontowano zespół sprężarek. Taka organizacja budowy i pomysł konstrukcji dźwigu wzięły się z „obserwacji amerykańskich przedsięwzięć budowlanych", jak w 1914 roku napisał Willy Gehler, dyrektor firmy Dyckerhoff & Widmann. Wszystkie urządzenia były zasilane przez prąd elektryczny i lokomobile.

W kwietniu 1912 roku ruszyły prace przy rusztowaniach i szalunkach pod wielkie arkady Hali Stulecia o rozpiętości 40 m oraz pod cztery główne filary. Betonowanie rozpoczęto od wierzchołków arkad, aby nie dopuścić,

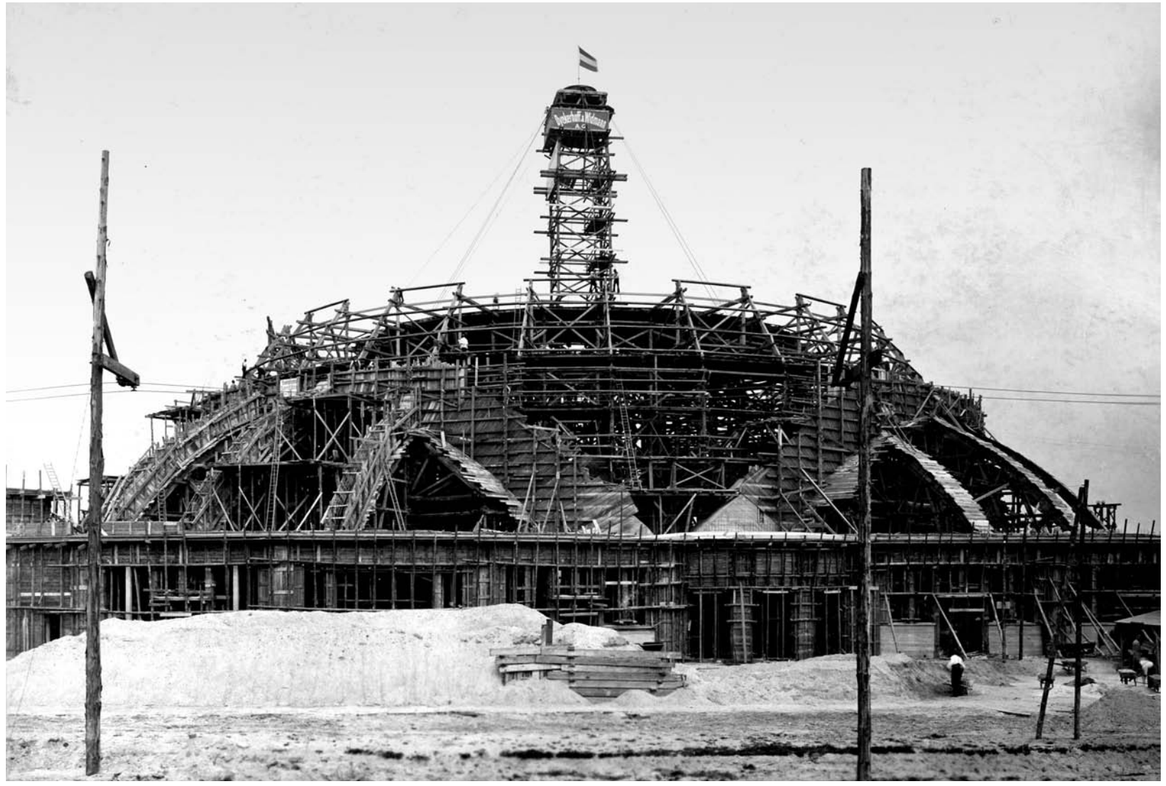


24 Schemat placu budowy Hali Stulecia wg. Trauer Günther, Gehler Willy, Die Jahrhunderthalle in Breslau, Berlin 1914, s. 62.

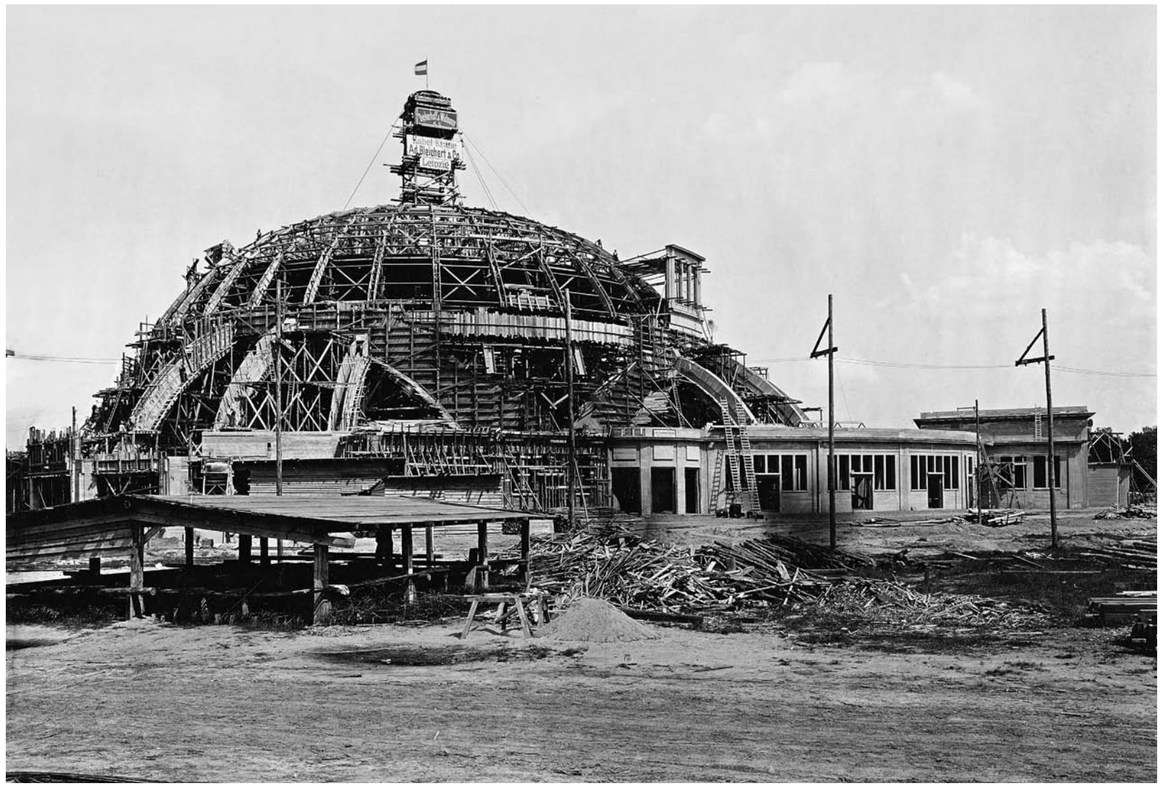
25 Hala Stulecia, wnętrze, w trakcie budowy, jesień 1912r., Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu, Oddział Zbiorów Graficznych.



26 Hala Stulecia, betonowanie podbudowy, ok. lipiec 1912, wg. Trauer Günther, Gehler Willy, Die Jahrhunderthalle in Breslau, Berlin 1914, s. 63.



27 Hala Stulecia, budowa obejścia, ok. wrzesień 1912, Muzeum Architektury, sygn. Mat IIIb 72.



28 Hala Stulecia, betonowanie żeber kopuły, początki montowania prefabrykowanych ram okiennych. ok. wrzesień – październik 1912, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-005.

29 Święto zakończenia prac betonowania, fotografia zbiorowa pracowników firmy Eisenbetonbau Dyckerhoff & Widmann Dresden – Neustadt, koniec 1912 roku, Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg, sygn. FD 254315.

30 Hala Stulecia, w stanie surowym, 1912/1913, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.

przez jednostajny nacisk, do deformacji łuku. Około połowy czerwca wielkie arkady oraz podpory zostały wybetonowane i rozpoczęto zdejmowanie szalunków. Wkrótce gotowy był także pierścień zamykający arkady, na którym miała spoczywać kopuła. Pod koniec czerwca przystąpiono do betonowania łuków odporowych apsyd. Po zamknięciu prac przy podstawie rozpoczęto betonowanie samej kopuły. Wykonywano je z dużą ostrożnością równocześnie na dwóch przeciwległych częściach kolistego zwieńczenia podstawy, aby zrównoważyć ciężar. Żebra kopuły (32 półwięzary) wzmacniano poprzecznymi stężeniami. Pierwszego września zakończono betonowanie kopuły i zwieńczono ją wiechą. Przystąpiono wówczas do zasłaniania od zewnątrz kopuły ściankami z oknami i ze stropodachami kolejnych poziomów. Również tutaj zastosowano bardzo nowoczesną metodę, spopularyzowaną dopiero w latach dwudziestych XX wieku. Ścian z oknami w zasadzie nie budowano, ale montowano je z gotowych elementów prefabrykowanych przygotowywanych na placu budowy. Dopiero po zamontowaniu ram okiennych zlikwidowano wieżę dźwigu i postawiono rusztowanie na pierścieniu spinającym kopułę, z którego budowano latarnię. W grudniu 1912 roku hala była gotowa w stanie surowym i wówczas nastąpiło uroczyste przekazanie jej miastu przez firmę Dyckerhoff & Widmann.

2.2.7. Współpracownicy i firmy wykonawcze

Autor projektu:

Max Berg

Współpraca projektowa:

Günther Trauer – konstruktor
Richard Konwiarz i Paul Heim – architekci
Hans Leistikow – artysta malarz, autor dekoracji malarskiej wnętrza (niezrealizowanej)
Paul Schreiber – architekt
Karl Straube z Lipska – projektant organów
Alfred Vocke – autor płaskorzeźby nad wejściem głównym

Wykonawcy:

firma Dyckerhoff & Widmann z Drezna – kopuła Hali Stulecia
firma Lolat Eisenbethon A.G. z Wrocławia – obejście Hali Stulecia

Nadzór i kierownictwo budowy ze strony zarządu miasta:

Hochbauamt H. D. II pod kierownictwem Paula Schreibera – nadzór architektoniczny
Brückenbauamt pod kierownictwem dr. inż. Günthera Trauera – nadzór konstrukcyjno-inżynierski
Matthes – kierownictwo budowy od strony architektonicznej
dyplomowany inż. Meyer – kierownictwo budowy od strony inżynierskiej
Liebchen pod nadzorem inż. Bechtla – kierownictwo robót z ramienia firmy Dyckerhoff & Widmann
inż. Oeber – kierownictwo robót z ramienia firmy Lolat Eisenbeton A.G.

Weryfikacja obliczeń konstrukcyjnych z ramienia Policji Budowlanej:

Stadtbauinspektor (miejski inspektor budowlany) Ernst Reissmüller i inż. Erlenkämper
inż. Schulz z Drezna pod kierunkiem Regierungsbaumeistra (architekt rządowy) prof. Willy'ego Gehlera z Drezna – obliczenia statyczne ze strony firmy Dyckerhoff & Widmann.

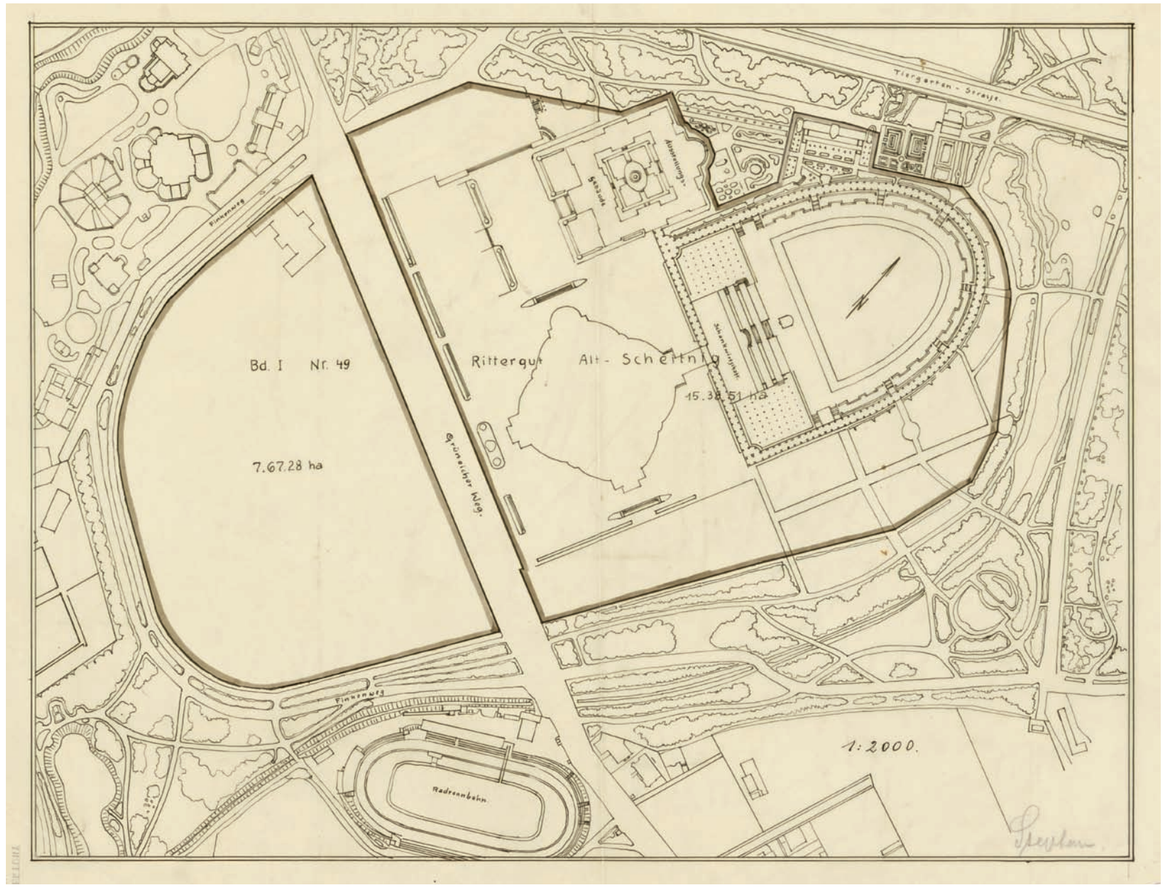
Wykonawcy wyposażenia i prac wykończeniowych:

organy – firma Sauer Inh. Paul Walcker, Frankfurt nad Odrą
drzwi – firmy: Isaak, Wrocław; Kaliski, Wrocław; Alfred Schulze G.m.b.H., Wrocław
stolarka okienna (eukaliptus obrzeżny) – firmy: Freytag, Wrocław-Leśnica; Alfred Schulze G.m.b.H., Wrocław

kosztorysowanie: Füllborn Nachf., Wrocław
świetliki w obejściu: Trelenberg, Wrocław (konstrukcja stalowa); Spanier z firmy Bley, Wrocław (szklenie)
świetlik kopuły: firma Trippel, Wrocław
świetlik w sali przyjęć: firma Salkowsky, Wrocław
szklenie okien hali – firmy: Seiler, Wrocław; Hoffmann, Wrocław
pokrycie dachów – firmy: Röbert & Mathies, Dessau; Rudel, Wrocław; Finger & Co., Wrocław
prace blacharskie: firma Rudel, Wrocław
urządzenie i wyposażenie sali przyjęć: firma Gebr. Bauer, Wrocław (w części ufundowane przez firmę)
podbudowa pod organy: firma Freytag, Wrocław-Leśnica (prace ufundowane przez firmę)
obicie drewnianą boazerią apsydy organowej: firma Baum, Wrocław
montaż ogrzewania: firma Rud. Otto Meyer, Hamburg
montaż oświetlenia – firmy: Städt. Elektr. Werke; Bergmann-Elektrizitätswerke; Gesellschaft für Elektrizitäts-Unternehmungen
posadzki cementowe: firma Jerschke, Wrocław
ławy – firmy: Hyan, Berlin; Krimke & Co, Wrocław; Pilzer, Wrocław
granitowe progi – firmy: Völker & Nicolair, Wrocław; Jache, Wrocław,
izolacja apsydy organowej: firma Haase, Wrocław
prace ślusarskie – firmy: Kreutzer, Wrocław; Salkowsky, Wrocław; Lehnhardt, Wrocław; Wohlfart, Wrocław; Hold & Helbig, Wrocław
urządzenia alarmu przeciwpożarowego: firma Siemens & Halske, Wrocław
ogrodzenie budowy: firma Daum, Wrocław
prace sztukatorskie: firma Kuntze & Brinke, Wrocław
prace posadzkarskie: firma Bieneck, Wrocław
drogi dojazdowe i prace ziemne – firmy: Hoffmann, Wrocław; Kuppe, Wrocław; Maschefski, Wrocław; Kleinert, Wrocław; Wilhalm, Wrocław; Scholz, Wrocław
bruki i krawężniki – firmy: Schall, Wrocław; Steibrich & Oelsner, Wrocław
rozbieralny i przenośny (impregnowany przeciwpożarowo) amfiteatr w Hali Stulecia, przygotowany specjalnie na *festspiel* Gerharta Hauptmanna w inscenizacji Maksa Reinhardta dla 5 tysięcy osób – firmy: Hugo Baum, Wrocław; Gustav Hossenfelder, Wrocław

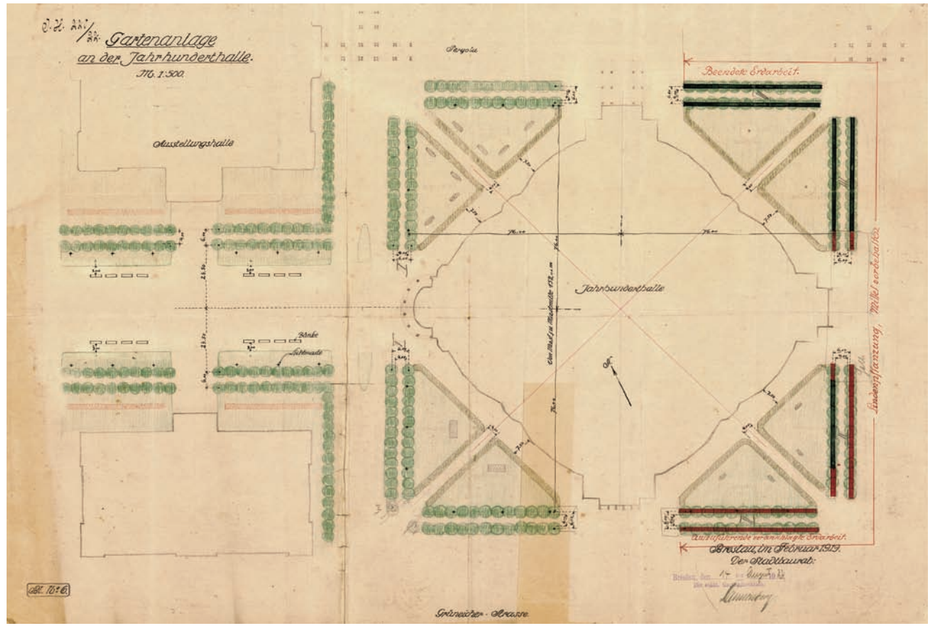
2.2.8. Tereny Wystawowe w latach 1914–1918

W 1914 roku organizatorzy Wystawy Stulecia zdecydowali, że likwidacji ulegną wszystkie budowle i pawilony tymczasowe – wzniesione tylko na wystawę. Pozostawiono jedynie: Halę Stulecia, pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), pergolę, restaurację tarasową, część Ogrodów Historycznych wraz z belwederem i fragment Ogrodu Japońskiego. Niepewne były losy restauracji usytuowanej między pergolą a Halą Stulecia, ale dochody z jej dzierżawy i użyteczność obiektu sprawiły, że tę na wpół prowizoryczną budowlę (nie była przystosowana do okresu zimowego) postanowiono zachować.
W okresie pierwszej wojny światowej Hala Stulecia pełniła funkcję wielkiego magazynu prowiantowego. W 1916 roku pojawił się pomysł utworzenia spółki akcyjnej nadzorującej organizację targów przemysłowo-budowlanych i gospodarczych. Sądzono, że taki sposób użytkowania Terenów Wystawowych będzie najlepszym rozwiązaniem i zapewni samowystarczalność oraz samofinansowanie. Między 29 września a 14 października 1917 roku odbyły się pierwsze targi przemysłowe. Wkrótce, z inicjatywy i przy udziale gminy Wrocław, powstało towarzystwo akcyjne Breslauer Messe A.G.

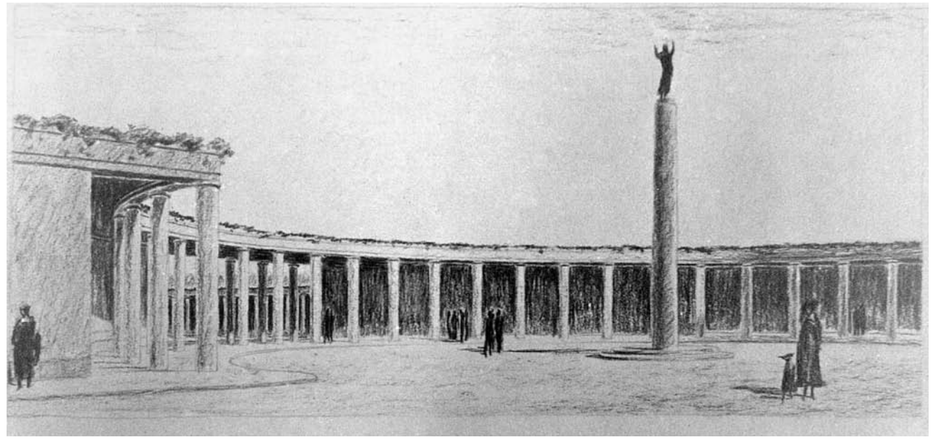


31 Plan sytuacyjny Terenów Wystawowych, ok. 1918, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

32 Tereny Wystawowe, widok z lotu ptaka, ok. 1920 rok, fotografia, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-151.



34 Hugo Richter, Hala Stulecia. Szpalery lipowe. Gartenanlage an der Jahrhunderthalle, projekt nasadzeń, 1922 r. Archiwum Państwowe we Wrocławiu, Akta Miasta Wrocławia, sygn. 35358.



33 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, 1919-1920, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-297

2.3. Historia przekształceń Terenów Wystawowych i Hali Stulecia w okresie międzywojennym

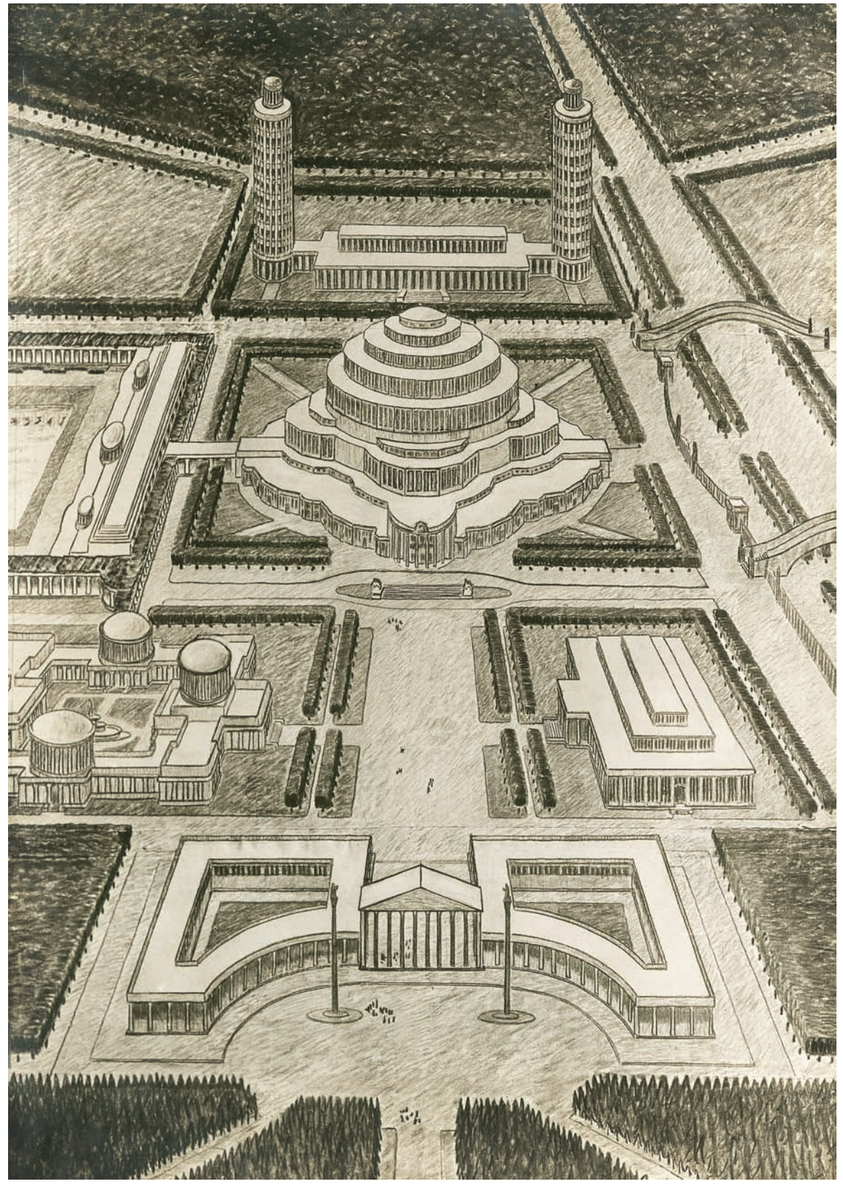
Od 1918 roku – początkowo jesienią, później także wiosną – regularnie organizowano targi przemysłowe, przeważnie budowlane, które odbywały się zarówno w Hali Stulecia, pawilonie Wystawy Historycznej oraz prowizorycznych drewnianych halach, jak i na wolnym powietrzu w południowej części Terenów Wystawowych. Niebawem okazało się jednak, że pod względem powierzchni wystawienniczej oraz funkcjonalności Hala Stulecia i pawilon Wystawy Historycznej są niewystarczające do celów wystawienniczych – Hala Stulecia pełniła przede wszystkim funkcję miejsca zgromadzeń, pawilon projektu Hansa Poelziga nadawał się zaś głównie na wystawy sztuki. Kolejnym problemem było przygotowanie programu wykorzystania Hali Stulecia i Terenów Wystawowych, który zapewniłby zwrot kosztów ich utrzymania.

Po wyburzeniu tymczasowych pawilonów rozpoczął się proces urbanistycznej i artystycznej degradacji całego założenia. Na miejscu pawilonu Związku Artystów Śląska pozostawał pusty plac, który całkowicie zmieniał pierwotny układ zorganizowanego forum przed głównym wejściem do Hali Stulecia. Próbowano to zmienić, organizując tereny zielone. W 1918 roku Hugo Richter, dyrektor ogrodów miejskich, stworzył projekt terenów zielonych na obszarze wokół Hali Stulecia i na placu poprzedzającym halę, który (poprawiony przez Maksa Berga w 1919 roku) został zrealizowany w latach dwudziestych i przetrwał do dziś. W projekcie założono obsadzenie Hali Stulecia szpalerem drzew na obwodzie kwadratu opisanego na jej rzucie i wprowadzenie podobnych szpalerów, które wytyczałyby plac przed halą. Hugo Richter planował zasadzić lipy, w projekcie Maksa Berga nie określono gatunków drzew i krzewów.

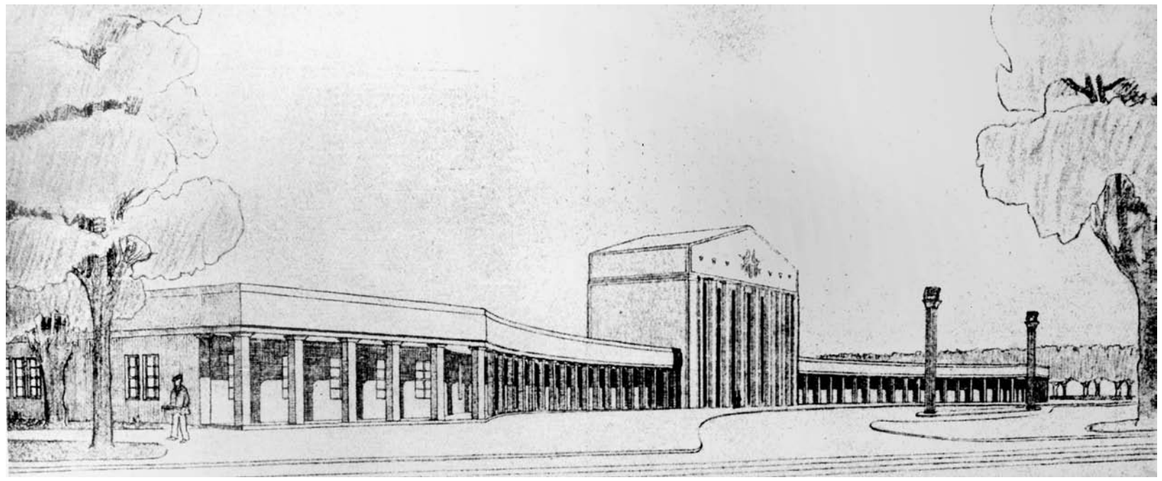
2.3.1. Pierwszy niezrealizowany projekt rozbudowy Terenów Wystawowych z lat 1919–1921

W latach 1919–1921 Max Berg wspólnie z Ludwigiem Moshamerem i Richardem Konwiarzem przygotował projekt przebudowy centrum miasta, który nawiązywał do koncepcji urbanistycznej przedstawionej przez architekta w konkursie „Wielki Berlin". W ramach tego projektu Max Berg zaproponował rozbudowę Terenów Wystawowych przez uzupełnienie nową zabudową miejsc po wyburzonych tymczasowych pawilonach autorstwa Hansa Poelziga. Na planie urbanistycznym propozycja architekta powtarzała ideę Hansa Poelziga, z wytyczonymi przez niego dwiema osiami. O ile w koncepcji Hansa Poelziga oś północ–południe kompozycyjnie zdominowała założenie, o tyle Max Berg starał się zrównoważyć obie osie. Zaproponował rozbudowanie osi wschód–zachód, która miała się składać z czterech stref: od zachodu strefa nowo projektowanego monumentalnego wejścia głównego na Tereny Wystawowe, dalej strefa forum przed Halą Stulecia, z nowym pawilonem w miejscu dawnego pawilonu Związku Artystów Śląska, strefę trzecią na przecięciu dwóch osi zajmowała Hala Stulecia, w strefie czwartej na miejscu pawilonu Wystawy Budownictwa Ogrodowego Max Berg zaprojektował nowy pawilon, flankowany po stronie północnej i południowej dwiema jedenastokondygnacyjnymi wieżami na planie koła. Na osi północ–południe architekt przeprojektował główną restaurację i zaproponował nad ulicą nowe wiadukty prowadzące na teren dawnego lunaparku. Charakterystyczne, że wszystkie nowo projektowane pawilony i budowle – przez zastosowanie kolumn na elewacjach – nabierają cech uproszczonego klasycyzmu.

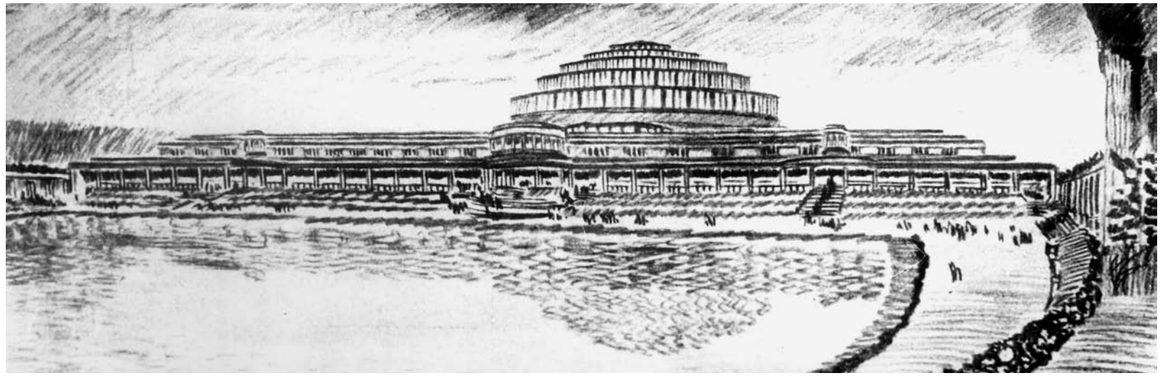
Projektowane pawilony miały być wybudowane na planie prostokąta i przykryte dachem w układzie tarasowym. Wieże flankujące pawilon po stronie wschodniej założenia przypominają słynną wieżę w Pizie. W podobnym stylu co pawilony wystawowe Max Berg przeprojektował restaurację tarasową przed pergolą – poszerzył ją do całej szerokości stawu, tak że połączyła się z pergolą. Zachowany rysunek restauracji przedstawia jednoprzestrzenne wnętrze o ekspresjonistycznej dekoracji, którą tworzą sieciowe sklepienie i żelbetowe podpory. Wnętrze to ukazuje dobitnie znaczną zmianę stylu twórcy, która powstała prawdopodobnie pod wpływem współpracy Maksa Berga z Oskarem Kokoschką przy budowie krematorium dla Wrocławia.



35 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, 1919-1920, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-167-6.



36 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, 1919-1920, wg. „Wasmuth Monatshefte für Baukunst", r. 6, 1921-1922.



37 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, 1919-1920, wg. „Wasmuth Monatshefte für Baukunst", r. 6, 1921-1922.

38 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt wnętrza restauracji, 1919 – 1920, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.

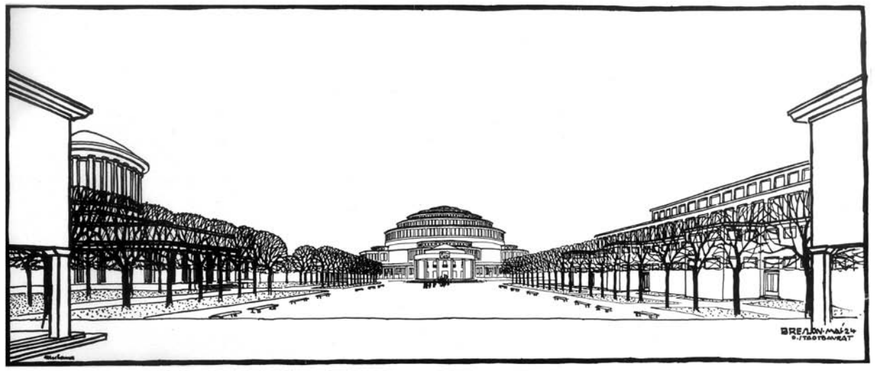
39 Max Berg, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), gipsowy model, 1924, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.

2.3.2. Drugi niezrealizowany projekt Terenów Wystawowych z lat 1922–1924

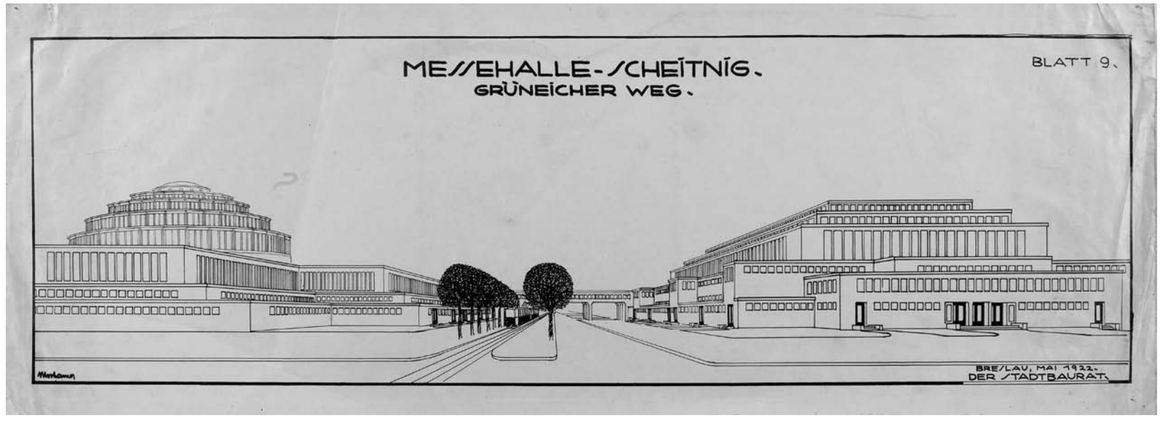
Mimo braku możliwości zrealizowania pierwszego powstałego po pierwszej wojnie światowej projektu ukształtowania Terenów Wystawowych Max Berg przy współpracy z Ludwigiem Moshamerem i Wilhelmem Andersem intensywnie pracował w latach 1922–1924 nad tym zagadnieniem. Na zlecenie zarządu Breslauer Messe A.G. zaprojektował dodatkowe hale targów, które, z jednej strony, uzupełniałyby Tereny Wystawowe pod względem urbanistycznym po likwidacji tymczasowych pawilonów Wystawy Stulecia, z drugiej zaś strony – mogłyby znacznie zwiększyć powierzchnię wystawienniczą odbywających się kilkakrotnie w ciągu roku targów przemysłowych i budowlanych.

Projekty dotyczące tej fazy rozbudowy znajdują się w spuściźnie architekta w archiwach w Erkner i Monachium. Rysunki te ukazują cały obszar Terenów Wystawowych, łącznie z częścią po południowej stronie obecnej ulicy Zygmunta Wróblewskiego, z bardzo rozbudowanym programem funkcjonalnym. Wśród nowo projektowanych budynków znalazły się cztery pawilony wystawowe przylegające ściśle do Hali Stulecia i zwieńczone tarasowymi kopułami oraz, od strony zachodniej, pawilony flankujące wejście główne na Tereny Wystawowe, przeznaczone dla zarządu Breslauer Messe A.G. i dla przyjezdnych. W tym zespole miały się znaleźć ponadto: „Dom Narodów" (Haus der Nationen), pawilon wystaw sztuki (Kunsthalle), hotel, hala wystawowa przemysłu tekstylnego, hala wystawowa przemysłu maszynowego, hala targowa, hala wystawowa dla rzemiosła, hala wystawowa przemysłu, a także sala koncertowa połączona z ogrodem i restauracją. Na projektach architekt zaznaczył, że teren Ogrodu Zoologicznego powinien być z czasem przeznaczony na dalszą rozbudowę Terenów Wystawowych.

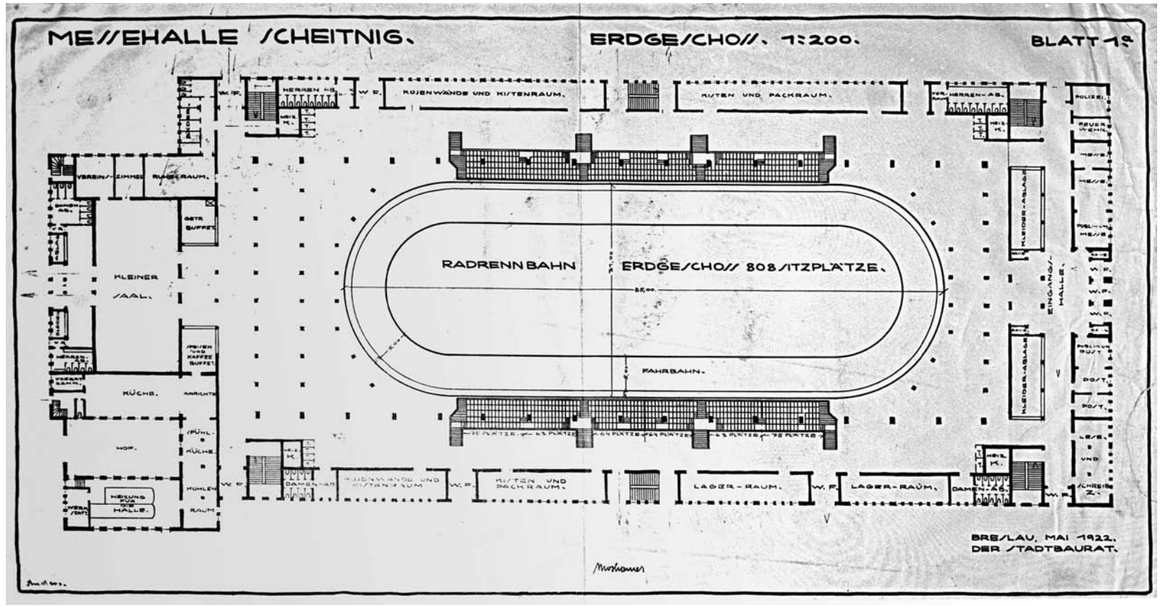
Jedna z projektowanych hal została ukształtowana jako zwarta bryła z tarasowymi dachami w kształcie analogicznym do Hali Stulecia, przykrywającymi otwartą żebrową konstrukcję o wykroju eliptycznym, podtrzymującą na podciągach całkowicie przeszklone ściany i płaski strop. Łuki żeber obejmowały niemal całą szerokość wnętrza (około 50 m). We wnętrzu przewidziano amfiteatralny układ siedzeń, które można było składać. Hala Targów pełniła podobną funkcję jak Hala Stulecia. Z prezentowanych rysunków wynika, że mogła służyć zarówno zgromadzeniom, jak celom wystawienniczym (powierzchnia ekspozycyjna 1808 m kw.) i turniejom sportowym (na przykład rowerowy tor wyścigowy). Przy tego rodzaju imprezach można było zapewnić 808 miejsc



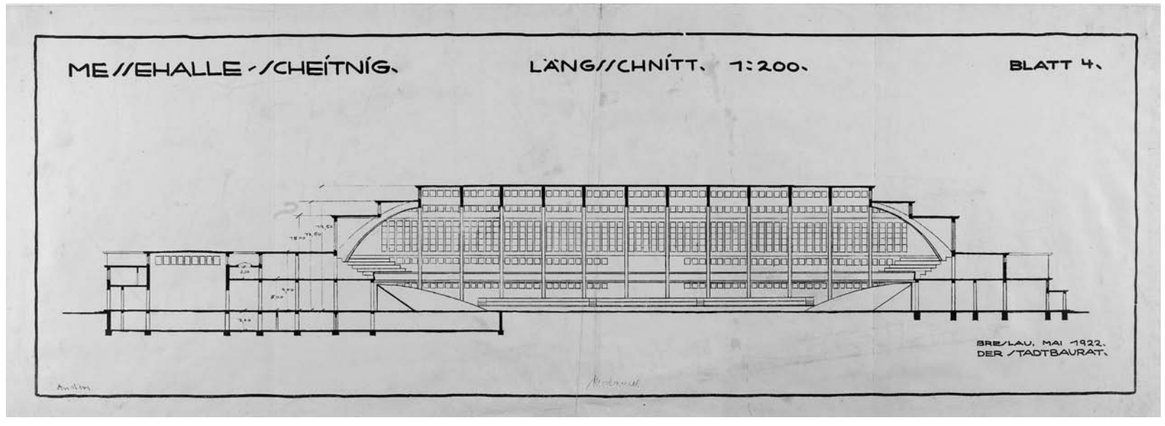
40 Max Berg, wsp. Ludwig Moshamer, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), widok na dziedziniec, 1924, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



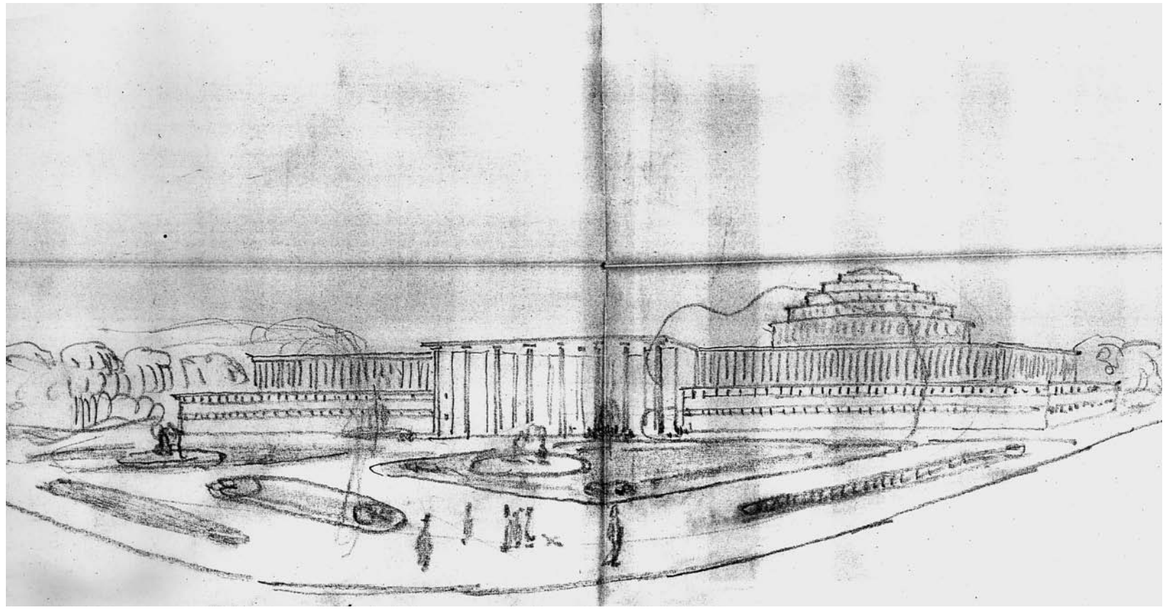
41 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, widok, 1922, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



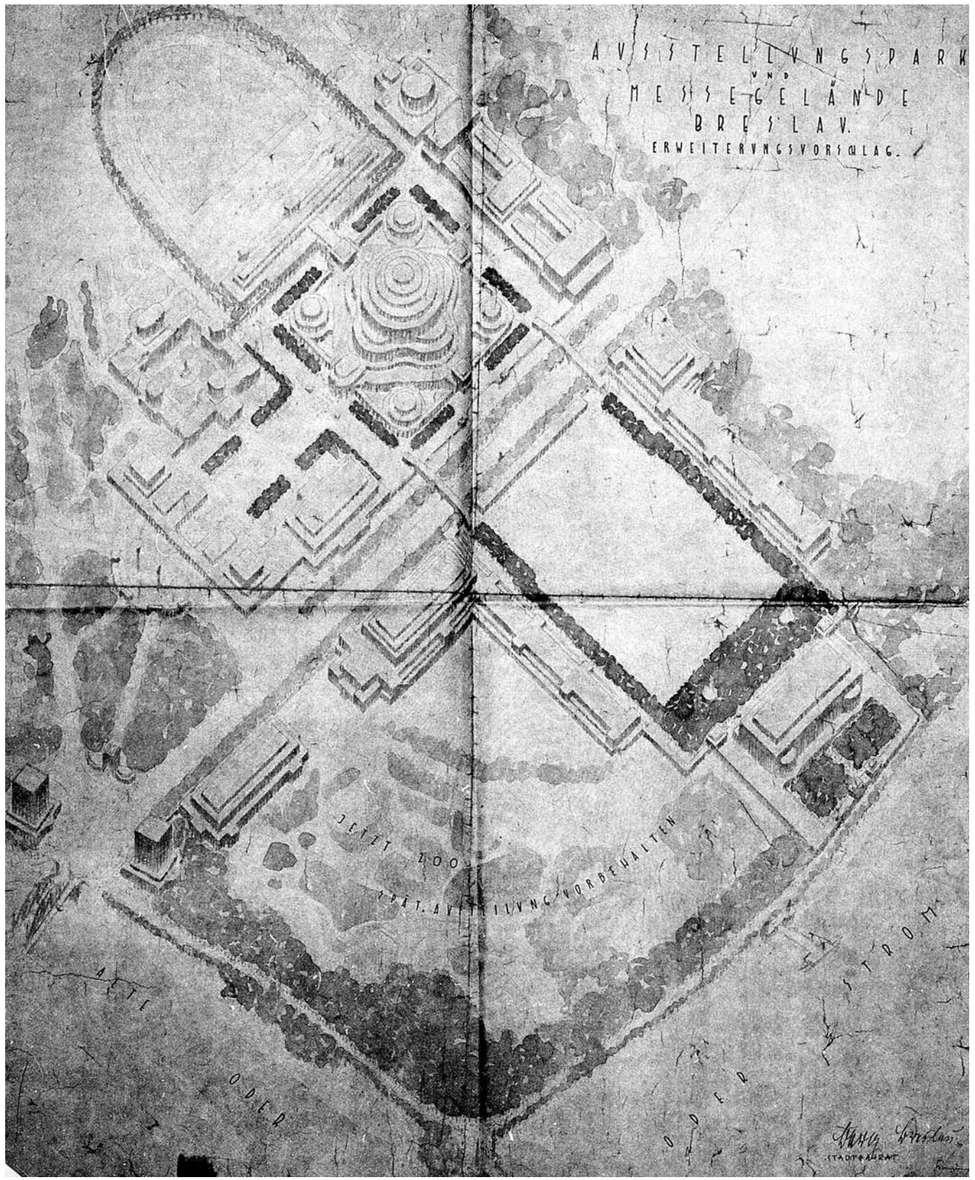
42 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, rzut parteru, 1922, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



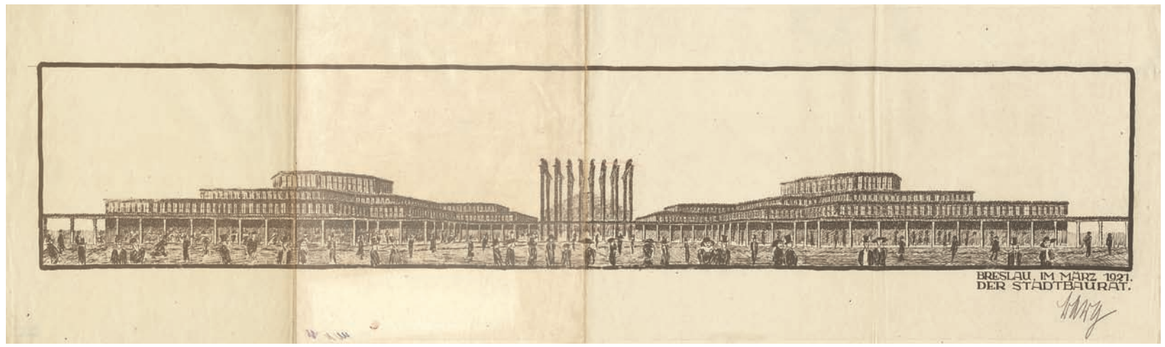
43 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, przekrój, 1922, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



44 Max Berg, wsp. Ludwig Moshamer, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), widok, 1924, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-168.



45 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, plan sytuacyjny, 1922, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



46 Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, 1921, widok ogólny. Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-168-1.

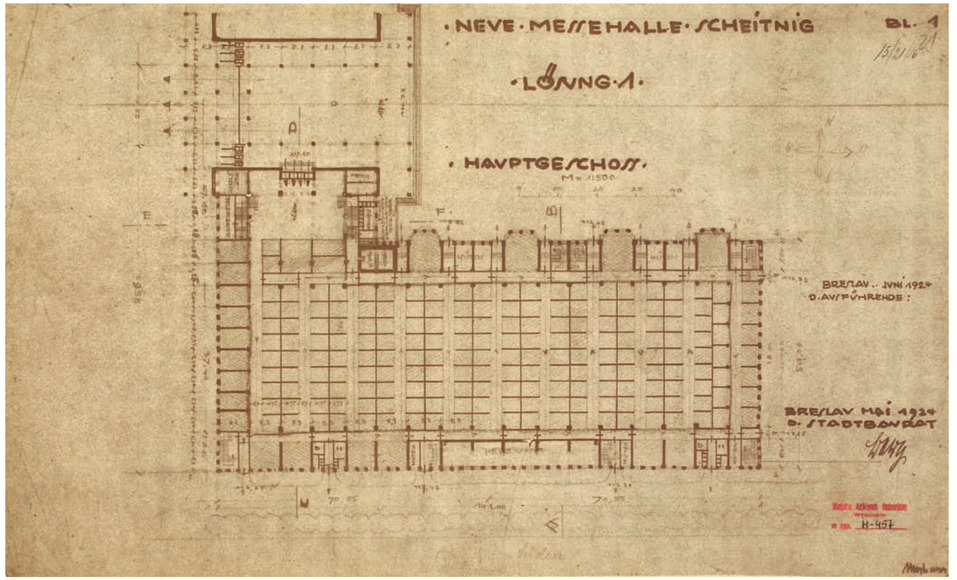
siedzących zarówno na parterze, jak i na emporach obejmujących halę. Projektując ten budynek, Max Berg proponował olbrzymią wielofunkcyjną halę opartą na planie prostokąta, przy zastosowaniu konstrukcji analogicznej do Hali Stulecia. Na jednym z rysunków prezentujących przekrój poprzeczny architekt zaprezentował dwa rozwiązania konstrukcyjne – budowli żelbetowej i konstrukcji drewnianej. Dla konstrukcji żelbetowej (podobnie jak w Hali Stulecia) budowlę na krańcach wschodnim i zachodnim wzmocnił olbrzymimi łukami odporowymi, aby zapewnić stabilność tak ogromnej budowli. Konstrukcja drewniana była dla architekta nowością i wynikała, jak się później okazało, z poszukiwania tańszych rozwiązań, które sugerowali inwestorzy.

2.3.3. Budowa Hali Targów („Messehalle") i głównego wejścia („Messehof") w latach 1924–1925

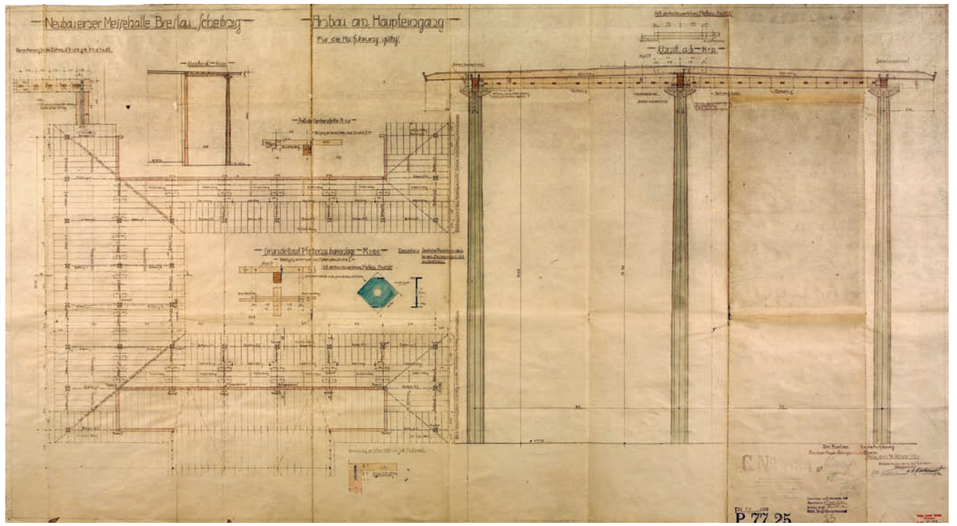
Z bogatego programu rozbudowy Terenów Wystawowych, który Max Berg zaprezentował w projektach z początku lat dwudziestych XX wieku, zarząd miasta i zarząd Breslauer Messe A.G. podjęły inicjatywę budowy tylko jednej hali i bramy wejścia głównego. Hala miała stanąć na miejscu dawnego tymczasowego pawilonu Związku Artystów Śląska.

Na początku 1924 roku zarząd miasta zlecił Maksowi Bergowi (wspólnie z Ludwigiem Moshamerem) opracowanie projektu nowej Hali Targów. W marcu 1924 roku, przy okazji otwarcia targów wiosennych, w prasie lokalnej pojawiły się pierwsze wzmianki o skali nowo projektowanej budowli – 9 tysięcy m kw. powierzchni całkowitej i 6 tysięcy m kw. powierzchni użytkowej. Powołując się na projektanta, przekazywano, że będzie to budynek w konstrukcji żelbetowej. Zakończenie prac planowano jeszcze w tym samym roku, przed okresem targów jesiennych. W następnej fazie hala wynajmowana przez Breslauer Messe A.G. miała być przeznaczona na prezentację wyrobów przemysłu tekstylnego. Max Berg sądził zapewne, że – podobnie jak w wypadku Hali Stulecia – dalsze pertraktacje pozwolą zrealizować cały jego projekt. Zarówno termin wzniesienia budowli, jak i minimalizacja kosztów budowy wskazywały jednak brak możliwości zastosowania konstrukcji żelbetowej. Max Berg został zmuszony do poszukiwania innych rozwiązań, które pozwoliłyby na zaprojektowanie budowli monumentalnej, ale pod względem funkcjonalnym najlepiej spełniającej wymagania ekspozycyjne. Murowany budynek miał być wzniesiony z żelbetowymi podporami i drewnianym stropem. Budowę zlecono firmie Deutsche Holzbau-Werke

47 Max Berg, Hali Targów (Messehalle), fotografia w trakcie budowy, 1924, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-234-1.



48 Max Berg, wsp. Ludwig Moshamer, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), rzut, wersja pierwsza, 1924, Muzeum Architektury we Wrocławiu, oddział Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



49 Max Berg projekt wejścia głównego na Tereny Wystawowe, 1924, Muzeum Architektury we Wrocławiu, oddział Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

50 Max Berg, Hala Targów (Messehalle), fotografia wnętrza, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-243-4.

51 Max Berg, Hala Targów (Messehalle), fotografia wnętrza, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-243-1.

52 Max Berg, Hala Targów (Messehalle), fotografia wnętrza, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-243-6.

53 Max Berg, Hala Targów (Messehalle), fotografia, widok od strony wejścia, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-238-3.

54 Max Berg, nowa Hala Targów (Messehalle) i dziedziniec (Messehof), fotografia widok od strony wejścia, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-133.

55 Max Berg, nowa Hala Targów (Messehalle) i dziedziniec (Messehof), fotografia widok od strony ulicy, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-138.

56 Max Berg, nowa Hala Targów (Messehalle) i dziedziniec (Messehof), fotografia widok od strony ulicy, 1925, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-238-18.

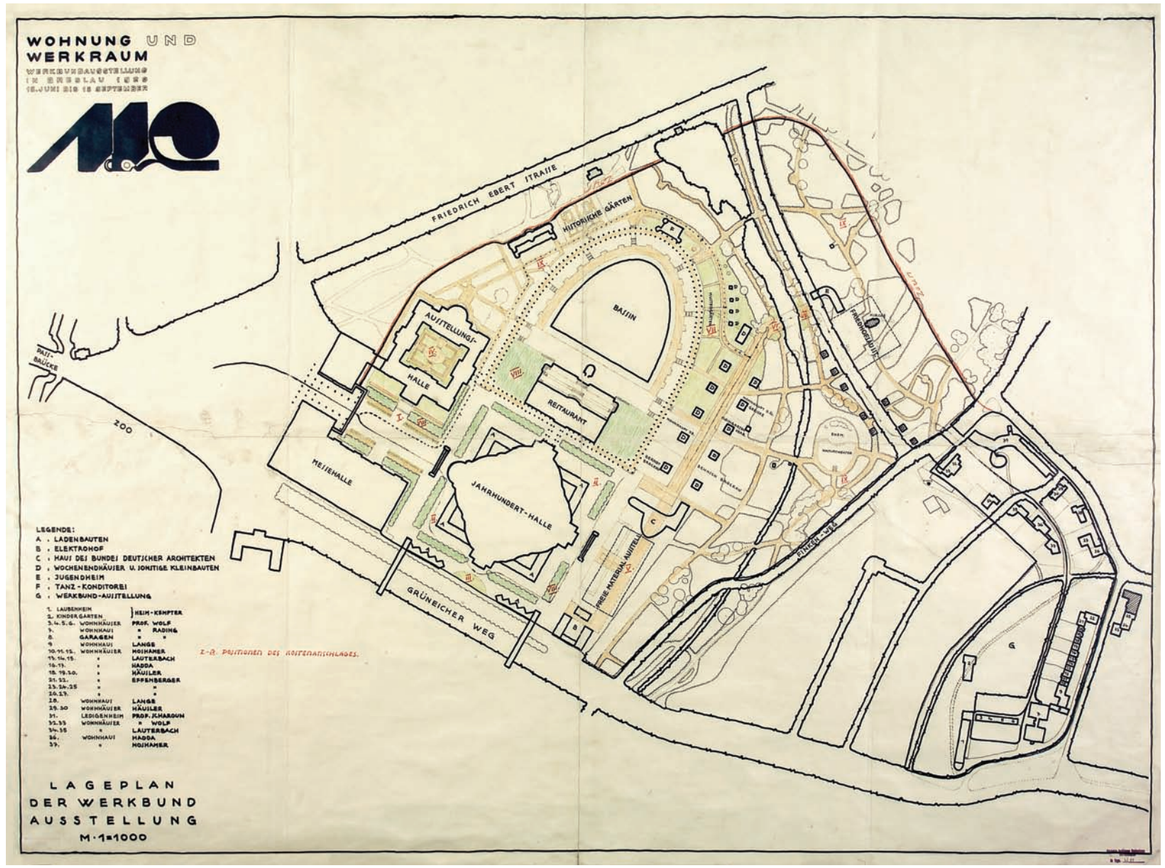
Carl Tuscherer A.G., otwarcie zaplanowano zaś na targi wiosenne w 1925 roku. Firma Carla Tuscherera stosowała od wielu lat drewniane konstrukcje i miała w tym zakresie ogromne doświadczenie. Architekt zaproponował w projekcie układ łukowych drewnianych żeber podtrzymujących dach wsparty na podciągach. Żebra wspierały się na wysokości empor na żelbetowych podporach. Dzięki takiej konstrukcji można było zastosować duże okna niemal na całej powierzchni ścian zewnętrznych. Projekt kolorystyczny wykonał malarz Hans Leistikow, uczeń wrocławskiej Akademii Sztuki, współpracujący z Maksem Bergiem jeszcze jako student.

2.3.4. Wystawa Werkbundu „Mieszkanie i miejsce pracy" („Wohnung und Werkraum" Ausstellung, WuWA) w 1929 roku

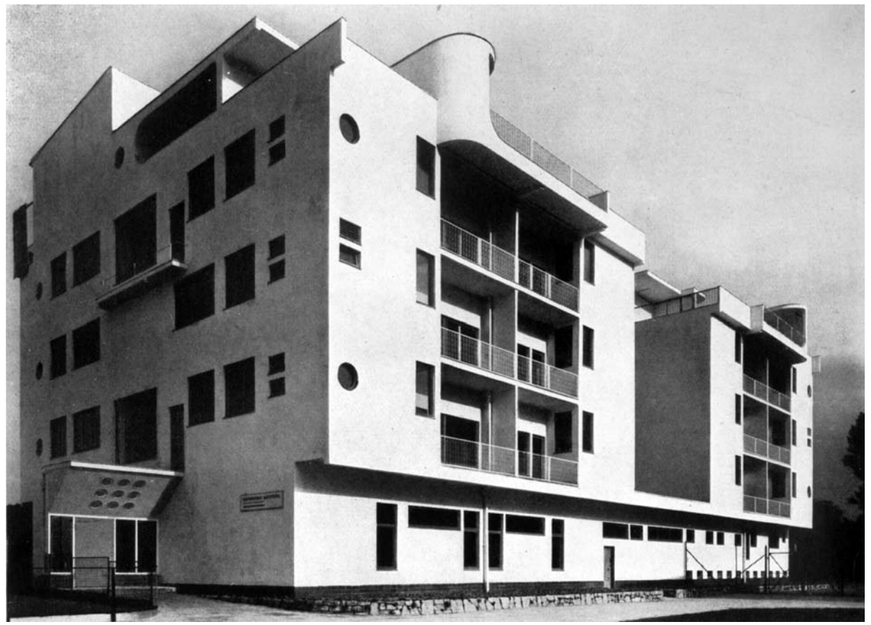
W 1929 roku Śląski Oddział Werkbundu przygotował we Wrocławiu wystawę pod hasłem „Mieszkanie i miejsce pracy" („Wohnung und Werkraum" Ausstellung, WuWA). Wystawa składała się z dwóch części – ekspozycji umieszczonej na Terenach Wystawowych wokół Hali Stulecia (Jahrhunderthalle) i wzorcowego osiedla. Jej zadaniem było przede wszystkim przedstawienie różnych typów małych i średnich mieszkań, nowych materiałów i konstrukcji budowlanych. Wystawa została otwarta 15 czerwca 1929 roku, termin zamknięcia planowano na 15 września 1929 roku, ale z powodu dużego zainteresowania przesunięto je do końca miesiąca. Wystawa była lokalnym przedsięwzięciem, ponieważ chciano zwrócić szczególną uwagę na prowincję śląską i jej stolicę.

Część ekspozycji zorganizowaną na wrocławskich Terenach Wystawowych umieszczono w trzech głównych budynkach: w Hali Stulecia zaprojektowanej przez Maksa Berga, w Pawilonie Czterech Kopuł autorstwa Hansa Poelziga oraz w Hali Targów projektu Maksa Berga i Ludwiga Moshamera. Specjalnie na potrzeby wystawy wzniesiono jeszcze kilka prostych pawilonów na pobliskich terenach.

W Hali Stulecia pokazano między innymi międzynarodową wystawę Deutscher Werkbund pod hasłem „Neues Bauen", wystawę Politechniki Wrocławskiej (Technische Hochschule), wystawę osiągnięć Spółdzielni Osiedlowej Dom Własny, Eichborngarten Sp. z o.o. (Siedlungsgenossenschaft Eigenheim, Eichborngarten G.m.b.H.),



57 Wrocławska wystawa Werkbundu WuWA („Mieszkanie i miejsce pracy"), rozplanowanie ekspozycji, Muzeum Architektury, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



58 Adolf Rading – dom z apartamentami na wystawie Werkbundu WuWA (dom nr 7), 1929, wg. „Die Form", 1929, s.459.

Towarzystwa Osiedlowego Wrocław SA (Siedlungsgesellschaft Breslau A.G.) i wystawę Bauhausu z Dessau. Przedstawiono tutaj sposoby kształcenia elementarnego (Josef Albers – warsztatowe studia dotyczące formy, Wassily Kandinsky – rysunek analityczny, Paul Klee – nauka dotycząca kształtowania formy, Joost Schmidt – wizualne środki reklamowe, Oskar Schlemmer – kształtowanie sceniczne), prace warsztatów Bauhausu (malarstwo ścienne, tkactwo, prace w metalu, stolarstwo, dział budowlany) oraz malarstwo i fotografię.
Ekspozycja umieszczona w Hali Targów informowała o procesie projektowania budynku, nowych materiałach budowlanych, farbach i kolorystyce, nowych sposobach budowania, urządzeniach technicznych w budownictwie mieszkaniowym, oświetleniu, sposobach wykończenia mieszkań, urządzaniu wnętrz, meblach, przedmiotach użytkowych mających zastosowanie w gospodarstwie domowym. Zaprezentowano gotowe prototypowe wnętrza biurowe, miejsca pracy dla architekta, inżyniera, lekarza i prawnika. Urządzono gotowe wzorcowe wnętrza mieszkalne, kuchnie, jadalnie, sypialnie, pokoje dzienne oraz całe mieszkania typu „Existentzminimum" o powierzchni około 40 m kw.
W budynku wystawowym projektu Hansa Poelziga pokazano mieszkanie i osiedle w rozwoju historycznym oraz na tle osiągnięć w różnych krajach świata (Argentyna, Dania, Wielka Brytania, Francja, Włochy, Austria, Szwecja, Szwajcaria, Polska), nowe sposoby urządzania miejskich terenów zielonych w wielu niemieckich miastach, również w porównaniu z osiągnięciami zagranicznymi (Szwajcaria, Holandia, Francja, Czechosłowacja, Austria, Dania i Stany Zjednoczone), urządzenia wrocławskich terenów zielonych.

59 Heinrich Lauterbach – dom jednorodzinny na wystawie Werkbundu WuWA (dom nr 35), fotografia z 1929 r., Muzeum Architektury.

60 Domy szeregowe na wystawie Werkbundu WuWA (dom nr 35), fotografia z 1929 r., Muzeum Architektury.

Duży fragment wrocławskiej ekspozycji stanowiły prace niemieckiego rzemiosła, zaprezentowane w specjalnie wybudowanym w pobliżu Hali Stulecia (od południowego wschodu) pawilonie „Werkraum des Handwerks", zaprojektowanym przez Gustava Wolfa. Pokazano tutaj wyroby rzemiosła (zegary kontrolne, oświetlenie, kaloryfery, wyroby żelazne) i wzorcowe warsztaty pracy rzemieślników: tkacza, grawera szkła, tapicera, tapeciarza, ślusarza, rymarza, krawca, garncarza, fryzjera, fotografa, malarza, stolarza, introligatora, szewca, grawera, złotnika, snycerza, pracownika zajmującego się kształtowaniem szkła, emaliera i lakiernika.

Na wolnym powietrzu pokazano wzorcową ulicę handlową (sklepy wraz z urządzeniami) – po południowo-zachodniej stronie Hali Stulecia, środki komunikacji (w specjalnym pawilonie „Verkehrshalle") – po północno-zachodniej stronie Hali Stulecia, maszyny budowlane, ogrody specjalne, szklarnie i sprzęt ogrodniczy – po północno-wschodniej stronie Hali Stulecia. Zaprezentowano również wzorcowe gospodarstwo wiejskie z martwym i żywym inwentarzem (wykonane pod kierunkiem Fritza Rodera), wybudowane w południowej części Terenów Wystawowych, przy obecnej ulicy Zygmunta Wróblewskiego (dawna Grüneicherweg, później Horst Wessel Straße), urządzenie terenów przeznaczonych dla dzieci, wraz z ogrodem szkolnym, placami zabaw na wolnym powietrzu, sanatorium dziennego pobytu dla dzieci cierpiących na choroby płuc i teatrzykiem lalkowym projektu Richarda Konwiarza – we wschodniej części Terenów Wystawowych, a także domki weekendowe i wystawę sztuki cmentarnej w pobliżu drewnianego kościółka (Schrotholzkirche) – w północno-wschodniej część Terenów Wystawowych.

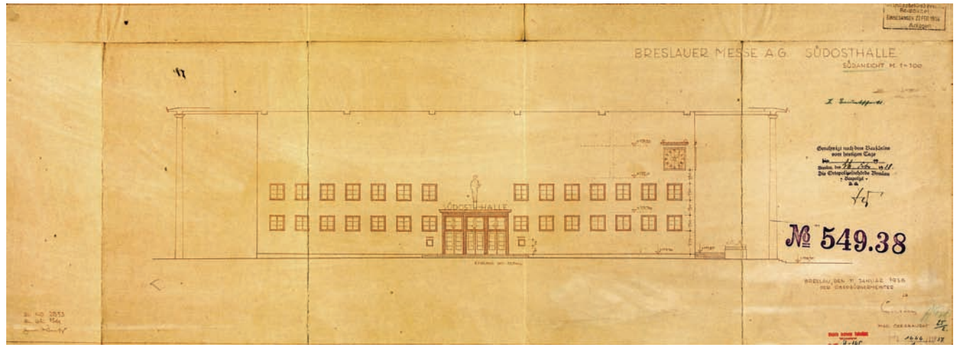
Na terenach sąsiadujących z wystawą między dzisiejszymi ulicami Zygmunta Wróblewskiego, Tramwajową, Edwarda Dembowskiego, Zielonego Dębu i Mikołaja Kopernika (dawne Grüneicherweg, Uechtritzweg, Zimpeler Straße, Zur Grünen Eiche, Finkenweg) z inicjatywy Werkbundu we współpracy z miejskimi władzami budowlanymi wybudowano eksperymentalne osiedle mieszkaniowe, sfinansowane przez Towarzystwo Osiedlowe Wrocław SA (Siedlungsgesellschaft Breslau A.G.).

Na zwiedzających czekały cukiernia, kino na świeżym powietrzu (Tageslicht-Kino) i pociąg „Liliputbahn", obwożący po wystawie i osiedlu.

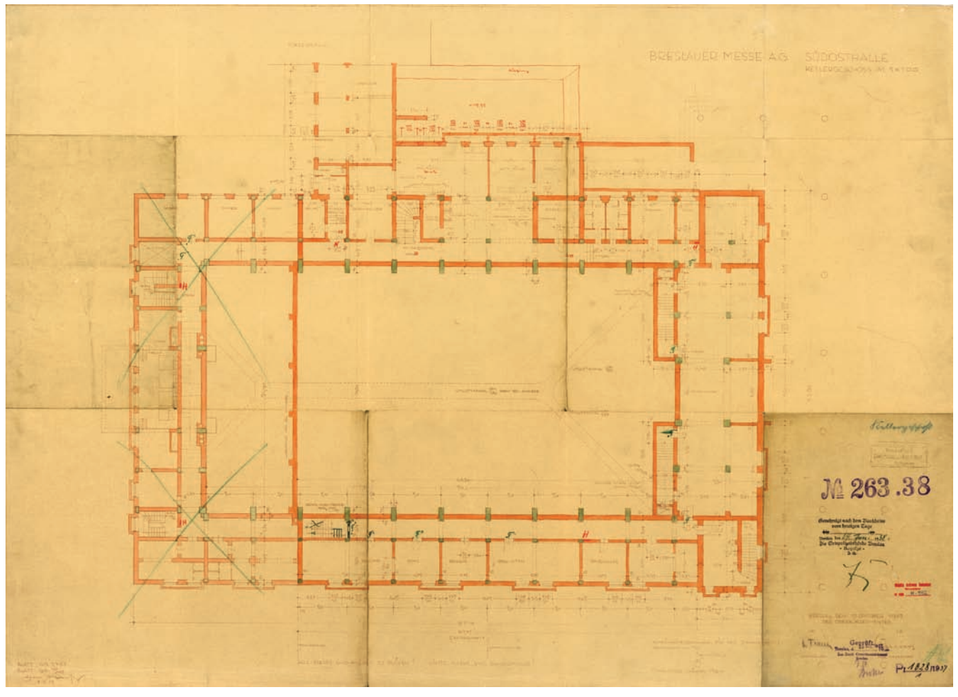
2.3.5. Nowa Hala Targów – „Hala Państw" („Staatenhalle") i pomieszczenia biurowe dla zarządu Breslauer Messe A.G. (1937–1938)

Po wyjeździe Maksa Berga z Wrocławia w 1925 roku głównym architektem Terenów Wystawowych został Richard Konwiarz, autor największego wówczas we Wrocławiu stadionu, usytuowanego w pobliżu parku Szczytnickiego. Architekt ten współpracował uprzednio z Maksem Bergiem przy budowie Hali Stulecia, nad planami przebudowy Wrocławia i projektami wieżowców, kontynuował również pracę nad szkicami projektowymi dzieł, które wychodziły spod ręki Maksa Berga, jak choćby krematorium. We Wrocławiu był uważany za ucznia twórcy Hali Stulecia. Niewątpliwie w twórczości Richarda Konwiarza wyraźnie można zauważyć piętno sztuki Maksa Berga

W latach trzydziestych XX wieku Tereny Wystawowe gościły przede wszystkim targi przemysłowe. W Hali Stulecia odbywały się ponadto imprezy sportowe i przedstawienia cyrkowe. Mimo wzniesienia nowych trwałych pawilonów dalszy rozwój Terenów Wystawowych stał pod znakiem zapytania – ze względu na trudności komunikacyjne, a także brak wolnego miejsca. W związku z koniecznością poszerzenia Ogrodu Zoologicznego wykorzystano w 1935 roku na ten cel południową część Terenów Wystawowych – wolne tereny od strony zachodniej, w ramach rekompensaty od strony wschodniej przyłączono nowy obszar, który pozyskano po wyburzeniu powstałego na początku XX wieku toru wyścigów rowerowych. W marcu 1936 roku Richard Konwiarz stworzył projekt bramy wejściowej otwierającej tę część terenów targowych.



61 Richard Konwiarz, projekt Hali Państw (Staatenhalle), dla Zarządu „Breslauer Messe A.G.", elewacja, Muzeum Architektury, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



62 Richard Konwiarz, projekt Hali Państw (Staatenhalle), dla Zarządu „Breslauer Messe A.G.", rzut, Muzeum Architektury, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.

63 Richard Konwiarz, Hala Państw (Staatenhalle), fotografia 1939, Muzeum Architektury.

64 Richard Konwiarz, Hala Państw (Staatenhalle), fotografia 1939, Muzeum Architektury.

Modernizacja Terenów Wystawowych była związana z planami organizacji w okresie wiosennym dużych targów pod nazwą „Südost-Ausstellung", którym nadano rangę międzynarodową, gdyż miały służyć wymianie handlowej między Niemcami a państwami ościennymi po wschodniej i południowej stronie granicy. Władze Wrocławia w wymianie handlowej z Polską i Czechami widziały możliwość gospodarczego ożywienia miasta.

W związku z międzynarodowymi targami we Wrocławiu, zaplanowanymi na 1937 rok, postanowiono wybudować obiekt, w którym miałyby być usytuowane kolejna hala targów i pomieszczenia biurowe dla zarządu Breslauer Messe A.G. Nową budowlę, nazwaną „Halą Państw" („Staatenhalle"), usytuowano naprzeciw Hali Targów powstałej w 1925 roku, miała zaś ona stanowić uzupełnienie całego założenia, planowanego jeszcze na początku lat dwudziestych. Projekt nowej budowli powierzono Richardowi Konwiarzowi, który przy współpracy młodych wrocławskich architektów Harry'ego Weiba i Oscara Zimbala w październiku 1937 roku przygotował rysunki do realizacji. W pierwszym etapie wyburzono ścianę zamykającą dziedziniec wejściowy „Messehoff" od strony północnej, która podpierała drewniany strop przykrywający tę przestrzeń. Najpierw wybudowano specjalne rusztowanie podtrzymujące dach i wzmocniono fundamenty przyszłej elewacji. Budowę pod kierownictwem architekta Miejskiej Deputacji Budowlanej Kurta Conrada prowadzono do lipca 1938 roku. W maju 1939 roku otwarto na Terenach Wystawowych ostatnie międzynarodowe targi przed wybuchem drugiej wojny światowej. Na nich to właśnie, w nowo wybudowanej hali („Staatenhalle") autorstwa Richarda Konwiarza, wystawiały kraje wschodniej i południowej Europy: Bułgaria, Jugosławia, Polska, Rumunia, Turcja i Węgry. Budowla, która w zewnętrznym kształcie ściśle nawiązywała do projektu Maksa Berga z 1925 roku, została założona na planie prostokąta długości 67 m i szerokości 41,5 m i usytuowana po północnej stronie dziedzińca honorowego Terenów Wystawowych, z elewacją frontową rozplanowaną na krótszym boku prostokąta, zwróconą do dziedzińca. Budowla mieściła prostopadłościenną halę (wielkości 25 x 50 m i wysokości 12 m), której konstrukcja opierała się na żelbetowych podporach podtrzymujących stalową kratownicę podpierającą dach. Halę obiegał na dwóch kondygnacjach ciąg pomieszczeń i korytarzy. Korytarze drugiej kondygnacji miały otwarte loggie imitujące emporę obiegającą halę. Według założeń architekta, hala mogła pełnić dwie główne funkcje – targową i kulturalną. W elewacji frontowej, artykułowanej jak elewacja Hali Targów autorstwa Maksa Berga, nad wejściem usytuowano figurę Demeter trzymającą kulę ziemską, a na niej figurkę Merkurego – personifikację targów i handlu. Rzeźbę w odlewie z lekkiego metalu wykonał Fritz Theilmann, profesor bolesławieckiej szkoły ceramiki.

65 Hala Państw (Staatenhalle), fotografia, stan współczesny, fotografia 2009 Waldemar Borski Muzeum Architektury.

66 Wystawa Ziem Odzyskanych, fotografia z 1948 roku, Muzeum Architektury.

2.4. Hala Ludowa (Hala Stulecia) i Tereny Wystawowe po drugiej wojnie światowej

Tereny Wystawowe w dość dobrym stanie przetrwały oblężeni Wrocławia, trwające od lutego do maja 1945 roku. W Hali Stulecia został uszkodzony najwyższy poziom dachu tarasowego kopuły żebrowej. Wybuchy pocisków pozbawiły okna szyb.

Na Terenach Wystawowych szkody były większe. Spłonęła główna restauracja tarasowa, z której pozostały ściany obwodowe, centralna klatka schodowa i filary zadaszenia tarasu od północy. Zniszczeniu uległa również Hala Targów zaprojektowana przez Maksa Berga i Ludwiga Moshamera w 1924 roku. Spłonęły drewniana konstrukcja hali i drewniane zadaszenie wejścia głównego. Pozostały zewnętrzne mury obwodowe hali oraz żelbetowa kolumny wejścia głównego.

2.4.1. Wystawa Ziem Odzyskanych

Od 21 lipca do 31 października 1948 roku, po powojennej zmianie granic państwowych Polski i Niemiec, odbyła się we Wrocławiu wielka Wystawa Ziem Odzyskanych, która miała ukazać dorobek i osiągnięcia Polski na przyłączonych w 1945 roku ziemiach niemieckich. Przewodniczącym komisji artystycznej wystawy został architekt Jerzy Hryniewicki. Wystawę podzielono na trzy części: na terenach „A", wokół Hali Stulecia, były prezentowane ekspozycje problemowe, na terenach „B" (w południowej części dawnych Terenów Wystawowych, obecnie zoo) znajdowała się ekspozycja ukazująca problemy społeczno-gospodarcze, część „C" obejmowała obszar miasta Wrocławia.

W części „A" koordynatorem prac był warszawski architekt Mikołaj Kokoz. W ramach działu problemowego zrealizowano Pawilon Przemysłowy, który powstał z wykorzystaniem ruin zachodniej, murowanej części dawnej Hali Targów projektu Maksa Berga (we współpracy z Ludwigiem Moshamerem) z 1925 roku. Główne elementy wystawy były usytuowane na dziedzińcu przed Halą Stulecia, projekt aranżacji tej części sporządził warszawski architekt Marek Leykam. Na placu ustawiono czternastometrową „Wieżę Wiader" i wysoką na 35 m wieżę wysokiego napięcia, obok – fontannę w kształcie spirali z ceramiki przemysłowej i wagony z wrocławskiej fabryki wagonów „Pafawag". Najważniejszym elementem tej części była inżynierska konstrukcja – iglica (rodzaj masztu) wysokości ponad 100 m, zaprojektowana przez inż. Stanisława Hempla i wykonana w Hucie Łabędy w Gliwicach. Iglicę ustawiono pośrodku dziedzińca przed Halą Stulecia 3 lipca 1948 roku – do dziś ta strzelista konstrukcja wraz z Halą Stulecia stanowią znak rozpoznawczy Wrocławia. Po lewej stronie dziedzińca, w białych masywnych gablotach, ustawiono dwa tryptyki namalowane przez profesorów Jana Cybisa i Jerzego Wolffa (poświęcone tematowi powrotu Polski nad Odrę i odbudowie zniszczeń), sześć obrazów na szkle, utrzymanych dla odmiany w ciemnej kolorystyce (dzieło Henryka Stażewskiego i Bogdana Urbanowicza), i popiersie *Robotnika* Xawerego Dunikowskiego. W głębi, za szpalerem drzew, tę ekspozycję sztuk plastycznych na wolnym powietrzu uzupełniały cztery gipsowe makiety płaskorzeźb przeznaczonych docelowo na Górę św. Anny (*Matka Ślązaczka*, *Górnik*, *Hutnik* i *Rolnik*), także autorstwa Xawerego Dunikowskiego. W pawilonie Czterech Kopuł autorstwa Hansa Poelziga zorganizowano najważniejszą część działu problemowego, poświęconą odbudowie i aktywizacji Ziem Odzyskanych.

Kompozycję całego dziedzińca zamykał modernistyczny budynek Hali Stulecia, której olbrzymią salę widowiskową wykorzystywano na licznie odbywające się koncerty i kongresy. Od 25 do 28 sierpnia 1948 roku obrado-

67 Wystawa Ziem Odzyskanych, fotografia z 1948 roku, Muzeum Architektury.

68 Rozplanowanie Wystawy Ziem Odzyskanych, Muzeum Architektury, wg. „Architektura", 1948.

69 Wystawa Ziem Odzyskanych, fotografia z 1948 roku, Muzeum Architektury.

wał w niej Światowy Kongres Intelektualistów w Obronie Pokoju. W kongresie wzięli udział między innymi Pablo Picasso i Max Frisch, byli także obecni liczni lewicujący i komunizujący intelektualiści. W kuluarach Hali Stulecia eksponowano wystawę „Człowiek", mającą poświadczać „wielowiekową obecność Polaków na Ziemiach Zachodnich". Po północnej stronie Hali Stulecia znajdowała się część rekreacyjna wystawy „A", z restauracją tarasową, z której roztaczał się widok na pergolę, staw i duży fragment parku Szczytnickiego.

Wystawa „B" została zorganizowana według projektu Tadeusza Ptaszyckiego i Stefana Porębowicza przy współpracy Michała Jassema, Anny Ptaszyckiej i Janusza Szablowskiego. W pawilonach, które wówczas wybudowano (około 50), prezentowano produkty lokalnych wytwórców – zarówno państwowych, jak i prywatnych czy spółdzielczych.

Wystawa Ziem Odzyskanych była wielką manifestacja możliwości twórczych polskich środowisk artystycznych, przede wszystkim architektów i urbanistów. Wzniesiono wówczas wiele pawilonów o interesującej architekturze. Zauważalne były nawiązania do przykładów budowli wystaw światowych – wyraźne są skojarzenia z wieżą przed Pawilonem Polskim na wystawie światowej w Nowym Jorku w 1939 roku (wieża Państwowej Centrali Handlowej, „Wieża Wiader") czy innymi „wyskokami fantazji" (Iglica), do jakich ma prawo wystawa, w przeciwieństwie do budowli, którym stawia się czysto użytkowe zadania. Można również dostrzec podobieństwa do poznańskiej Powszechnej Wystawy Krajowej z 1929 roku i do innych wystaw poznańskich otwartych kilka miesięcy przed Wystawą Ziem Odzyskanych. Wystawa wrocławska prezentowała rozwiązania nowatorskie, które nawiązywały do estetyki sztuki dekoracyjnej dwudziestolecia międzywojennego i eklektyczne, często niezbyt udane realizacje o charakterze wybitnie propagandowym. Po zamknięciu wystawy 31 października 1948 roku większość ekspozycji uległo zniszczeniu, pozostały jedynie iglica i pawilon Robotniczego Towarzystwa Przyjaciół Dzieci. W 1954 roku zorganizowano jeszcze w Hali Stulecia i wokół niej wystawę Wynalazczości i Postępu Technicznego. W 1957 roku przekazano część południową dawnych Terenów Wystawowych ogrodowi zoologicznemu.

2.5. Znaczenie Hali Stulecia

2.5.1. Hala Stulecia we Wrocławiu. Ciągłość krajobrazu kulturowego w czasach przekształceń europejskich granic i tożsamości

Hala Stulecia to przykład miejskiego krajobrazu kulturowego, który początkowo uosabiał nowatorskie rozwiązania w architekturze, ostatecznie stał się zaś miejscem dziedzictwa. Hala Stulecia niezmiennie pełni pierwotną funkcję, mimo zmieniających się uwarunkowań lokalnych na tle szerokich historycznych zmian geopolitycznych.

Ten unikalny zespół miejskiej zabudowy powstał na początku XX wieku, gdy dzisiejszy polski Wrocław był niemieckim Breslau. Budynek, będący przykładem rewolucyjnych zmian w architekturze, miał służyć masowej publiczności jako wielofunkcyjna przestrzeń rekreacji i kultury. Tereny Wystawowe, w obrębie których wybudowano Halę Stulecia, znajdujące się w sąsiedztwie jednego z najstarszych europejskich parków miejskich, miały nie tylko pełnić funkcje wystawiennicze, ale także służyć zdrowiu i rekreacji mieszkańców.

W wyniku zmiany granic po drugiej wojnie światowej Breslau stał się polskim miastem, Halę Stulecia przemianowano zaś na Halę Ludową. Symboliczna zmiana nazwy, która miała zatrzeć niemieckość budowli, nie wpłynęła jednak na jej podstawowe funkcje – tak jak dawniej, była ona, zgodnie z zamysłem jej niemieckiego architekta,

wielofunkcyjnym budynkiem wystawowym, rekreacyjnym i kulturalnym gromadzącym masową publiczność. W tym czasie Hala Stulecia nie przeszła większych prac rewaloryzacyjnych ani przebudów. Zmiany nadeszły po 1989 roku wraz z pojawieniem się demokratycznych przemian w Polsce i wpisaniem Hali Stulecia, pod jej oryginalną nazwą, na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO. W latach 2006–2012 Halę Stulecia wraz z otoczeniem poddano gruntownej rewaloryzacji w celu uratowania tego zdegradowanego już zespołu zabytkowego o międzynarodowym znaczeniu.

Lata 1913–1945

Monumentalne dzieło Maksa Berga zostało oryginalnie przeznaczone na wystawy, koncerty, przedstawienia teatralne, spektakle operowe i zawody sportowe. Rewolucyjnymi rozwiązaniami projektu były wybór materiału (żelazobeton), metoda budowy (wzorowana na amerykańskich technologiach szybkiego wznoszenia wieżowców w takich miastach, jak Nowy Jork i Chicago) i wielkość budowli, w tym największa wówczas kopuła. Niezwykły był również społeczny wymiar wizji Maksa Berga i jego współpracownika Hansa Poelziga. Max Berg nazywał Halę Stulecia „katedrą demokracji" – miała być ona w jego zamyśle egalitarną przestrzenią sprzyjającą wspólnocie doświadczeń. Z kolei Hans Poelzig, projektując tereny wokół Hali Stulecia, pragnął dać mieszkańcom Breslau ogólnodostępne miejsce rekreacji, poprawiające ich kondycję zdrowotną, zwłaszcza że warunki, w jakich mieszkali, należały do najgorszych w Niemczech. Kolumnada pergoli przylegająca do Hali Stulecia biegła wokół rozległego sztucznego stawu pośród bujnej zieleni – ideą tego założenia było odtworzenie zdrowego klimatu górskich kurortów w centrum przemysłowego miasta. Max Berg i Hans Poelzig, których architektoniczne wizje były inspirowane ideałami sprawiedliwości społecznej i postępu, mają ważne miejsce w panteonie przedstawicieli wczesnego modernizmu w architekturze.

Urzeczywistniając te postępowe wizje, władze miejskie zaplanowały otwarcie Hali Stulecia tak, aby zbiegło się ono z ogólnokrajowymi obchodami setnej rocznicy zwycięstwa nad armią Napoleona – latem 1913 roku. Wielka wystawa, którą otworzył następca tronu Niemiec, niosła historyczne i patriotyczne przesłanie związane z rocznicą klęski wojsk napoleońskich, ekspozycja miała zaś oddziaływać kształcąco na szeroką publiczność i być wyrazem postępowych idei społecznych. Powstała w czasach, w których urbaniści i architekci dążyli do poprawy warunków życia w wielkim mieście, projektując zdrowe tereny parkowe. Wystawa Ogrodnicza, będąca częścią Wystawy Stulecia, miała inspirować projektantów, którzy z przedstawionych wzorcowych ogrodów, w tym japońskiego, średniowiecznego, renesansowego i barokowego, mogli czerpać pomysły do własnych założeń.

W okresie międzywojennym na rozległych Terenach Wystawowych organizowano ekspozycje dotyczące eksperymentalnych domów i mieszkań projektowanych przez architektów poszukujących nowatorskich rozwiązań, ważnych dla ówczesnych Niemiec i Europy. W kulturowy krajobraz Hali Stulecia i Terenów Wystawowych wpisały się, z jednej strony, tradycja nowatorskiej architektury i urbanistyki, z drugiej zaś strony – dziedzictwo natury politycznej. Dwoistość tej spuścizny pojawiła się na nowo w kulturowym krajobrazie Hali Stulecia po drugiej wojnie światowej, już w innych uwarunkowaniach politycznych.

Lata 1946–1989

Po drugiej wojnie światowej zasiedlone przez Polaków miasto przeszło intensywny proces polonizacji. Hala Stulecia została przemianowana na Halę Ludową i stała się symbolem narodowego programu włączania dawnych niemieckich terytoriów do Polski. W 1948 roku komunistyczny rząd Polski zorganizował Wystawę Ziem Odzyskanych i Światowy Kongres Intelektualistów w Obronie Pokoju. Wydarzenia te miały przedstawiać dokonania prężnie rozwijającego się przemysłu, również na wcielonych do Polski obszarach. Co więcej, miały one dowodzić skuteczności, z jaką polski rząd zdobywał międzynarodowe poparcie dla kraju.

Modernistycznej budowli zaprojektowanej przez Maksa Berga udało się zaskakująco łatwo przypisać nowe znaczenie, choćby dlatego, że jej surowa bryła była wolna od wyraźnych narodowych odniesień. Prosta zmiana nazwy wystarczyła, aby budowla służyła potrzebom polskiego Wrocławia. Hala Ludowa – jeden z nielicznych w komunistycznej Polsce budynków przeznaczonych do masowych zgromadzeń i wystaw – stała się zarówno we Wrocławiu, jak i w całym kraju symbolem miejsca spotkań.

Lata 1989–2015

W 1989 roku dobiegły końca w Polsce czasy rządów jednej partii. Demokratyzacja i gospodarka rynkowa stworzyły nowe możliwości i we Wrocławiu, czwartym co do wielkości mieście Polski, nastąpiła era bezprecedensowego rozwoju. Był on związany między innymi z napływem znacznych funduszy unijnych, zagranicznych inwestycji i zdobywaniem uznania na arenie międzynarodowej. Powodem gospodarczego sukcesu Wrocławia był również program rozwoju sygnowany hasłem promocyjnym „Wrocław – miasto spotkań", wyrażającym cel – organizację wielkich międzynarodowych imprez wzmacniających lokalną gospodarkę.

Kierunek obrany w nowej strategii rozwoju miasta pod wieloma względami przypomina drogę, którą poszły władze niemieckiego Breslau na początku XX wieku, gdy jego przyszłość ściśle powiązano z budową wielkich Terenów Wystawowych, w nadziei, że ich działalność stanie się kołem zamachowym wzrostu gospodarczego. Prestiżowe i powszechnie rozpoznawalne miejsce masowych spotkań, zarazem symbol nowoczesności w architekturze i urbanistyce, wykorzystano w programie tworzenia nowej tożsamości miasta i wprowadzania go na nowe tory rozwoju na początku XXI wieku.

Mimo złego stanu technicznego, Hala Stulecia była po 1989 roku miejscem ważnych wydarzeń. Po Kongresie Eucharystycznym w 1997 roku, który zapoczątkował pielgrzymkę papieża Jan Pawła II w Polsce, odbyły się tutaj Europejski Szczyt Regionów i Miast w 2005 roku oraz międzynarodowe forum przedsiębiorczości Futurallia w 2006 roku. W tym samym roku ważną rolę Hali Stulecia decydująco umocniło wpisanie jej na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO. W wymiarze integracji europejskiej i towarzyszących temu starań likwidowania podziałów historycznych i politycznych wpis Hali Stulecia pod jej pierwotną nazwą potwierdził gotowość Wrocławia i kraju do otwarcia się na przedwojenną spuściznę miasta.

Niewątpliwie dzięki swojemu znaczeniu Hala Stulecia otrzymała środki finansowe na rewaloryzację, którą rozpoczęto w 2007 roku. Już pod koniec realizacji głównych działań remontowych, we wrześniu 2011 roku, odbył się Europejski Kongres Kultury, który zainaugurował prezydencję Polski w Unii Europejskiej, z kolei w 2016 roku Hala Stulecia jest głównym miejscem obchodów i imprez zaplanowanych w ramach Europejskiej Stolicy Kultury.

Od momentu uroczystego otwarcia w 1913 roku Hala Stulecia odgrywała istotną rolę w kulturowym i politycznym krajobrazie najpierw niemieckiego Breslau, następnie polskiego Wrocławia. Będąca wybitnym dziełem sztuki architektonicznej i budowlanej, Hala Stulecia świadczy o geniuszu, determinacji i odwadze jej twórców. Jednocześnie znaczenie tego miejsca wynika z jego pierwotnie nowatorskiej funkcji – masowego i demokratycznego miejsca spotkań – która została utrzymana przez lata w zmieniających się uwarunkowaniach europejskich.

2.5.2. Opis budowli

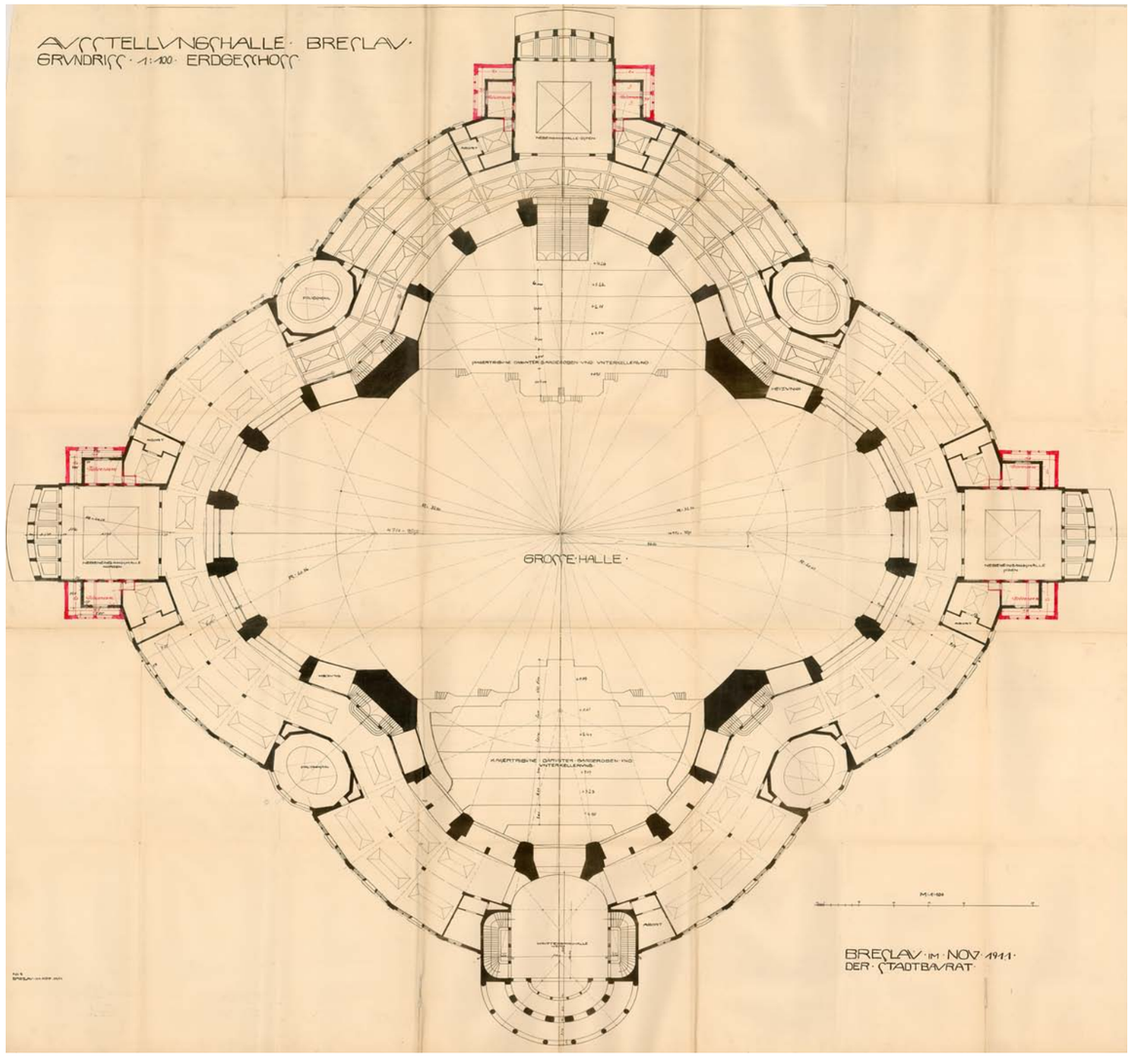
Hala Stulecia została wybudowana w północno-wschodniej części miasta, w sąsiedztwie parku Szczytnickiego, na miejscu dawnego toru wyścigów konnych, w obrębie Terenów Wystawowych graniczących z utworzonym w latach sześćdziesiątych XIX wieku Ogrodem Zoologicznym. Była punktem centralnym zaprojektowanych przez Maksa Berga i Hansa Poelziga w latach 1912–1913 Terenów Wystawowych – jej główne osie symetrii wyznaczały linie kompozycyjne całego założenia.

Hala Stulecia została zaprojektowana na planie symetrycznego czteroliścia, który tworzyły wewnętrzne koło i otwierające się do niego cztery apsydy, wszystkie na planie półkola. Wewnętrzne koło stanowi podstawę przestrzeni nakrytej żebrową kopułą, której rozpiętość wynosi 65 m. Całość jest otoczona obejściem powtarzającym zarys czteroliścia. Szerokość obejścia odpowiada w przybliżeniu długości promienia apsyd. Hala Stulecia, podobnie jak kościoły, jest orientowana (scenę umieszczono od wschodu). Na dwóch prostopadłych osiach – północ–południe i wschód–zachód – są usytuowane wejścia do budowli. Wejście główne (zachodnie) poprzedzała dorycka kolumnada na planie wycinka koła, nakryta kasetonowym stropem, nad korytarzem wejścia mieściła się sala cesarska (były to jedyne elementy budowli odwołujące się do form historycznych, w tym wypadku pruskiego klasycyzmu około 1800). Wszystkie wejścia prowadzą do obszernych holów na planie kwadratu, jedynie hol wejścia głównego założono na planie zbliżonym do elipsy. Na styku apsyd ustawiono cztery masywne podpory kopuły, które połączono arkadami o elipsoidalnym wykroju. Modułem decydującym o proporcjach budowli jest średnica podstawy kopuły, która posłużyła do wykreślenia opisanych na kole dwóch trójkątów równobocznych tworzących sześcioramienną gwiazdę. W tę figurę są wpisane wszystkie główne elementy szkieletu konstrukcyjnego, we wzajemnych proporcjach zbliżone do złotego podziału. Dzięki temu powstała bryła o harmonijnych formach, która mimo wielkości nie przytłacza widza. Hala Stulecia została podzielona na dwie konstrukcyjnie niezależne od siebie części – podstawę i główną kopułę. Podstawa składa się z czterech żaglastych, ażurowych podpór (ich konstrukcja została ukryta pod płytami izolacji akustycznej), tworzących wielkie arkady apsyd rozpiętości 41,2 m i wysokości 16,7 m, na których umieszczono pierścień średnicy 65 m zamykający podstawę budowli. Na nim spoczywa żebrowa kopuła o lekko spłaszczonej czaszy, dołem oparta na dodatkowym pierścieniu rozciągającym średnicy 65 m, u góry zaś związana pierścieniem ściągającym średnicy 14,4 m. Obie części budowli, podstawa i kopuła, są niezależne – na górnym pierścieniu podstawy umieszczono 32 metalowe łożyska wysokości 57 cm, na których swobodnie spoczywa kopuła. Żebra kopuły są połączone trzema poziomymi obręczami stabilizującymi, które jednocześnie wyznaczają cztery poziomy okien zmniejszających się ku górze. Podobny układ okien zastosowano nad przyporami apsyd. Kopuła została zwieńczona ażurową, pierwotnie przeszkloną latarnią. W ten sposób wnętrze Hala Stulecia uzyskało boczne i górne oświetlenie. Aby zapobiec niebezpieczeństwu skręcenia się konstrukcji, zastosowano 24 przypory, którymi są żebra czterech apsyd podstawy. Przypory te odciążają ponadto konstrukcję pierścienia podstawy, na której spoczywa ciężar kopuły. Jak wyliczono, na każdy z wielkich łuków naciska około 1,2 tysiąca t. Wnętrze Hali Stulecia ma 42 m wysokości, z tego 19 m przypada na podstawę, 23 m przypadają zaś na kopułę.

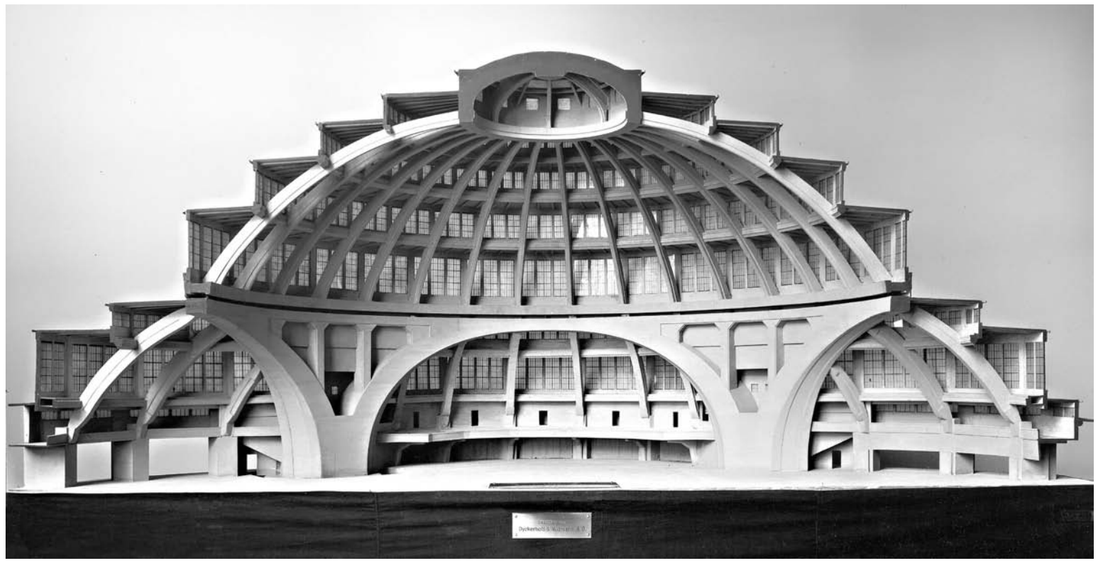
2.5.3. Hala Stulecia na tle tradycji architektonicznej

Przy projektowaniu Hali Stulecia Max Berg, szukając pierwowzoru w Panteonie, odwoływał się do antyku. Kopułowa struktura obiektu jest także bliska centralnym budowlom bizantyjskim, przede wszystkim kościołowi Hagia Sophia w Konstantynopolu, z którą konkuruje rozpiętością kopuły. Są również widoczne analogie z Bazyliką św. Piotra w Rzymie, szczególnie z projektami Donata Bramantego i Michała Anioła. Plan Hali Stulecia przypomina także w pewnych elementach rzut renesansowego kościoła Santa Maria della Consolazione

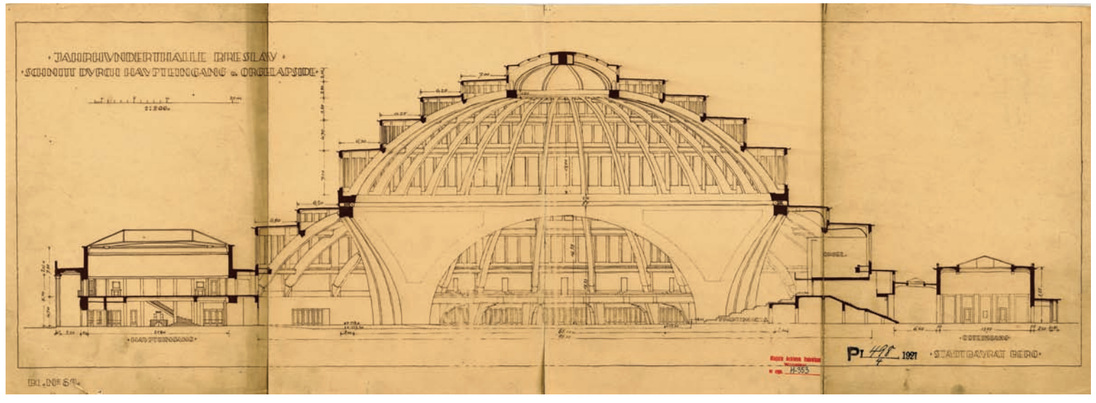
70 Tereny Wystawowe z lotu ptaka, fotografia 2012, Stanisław Klimek.



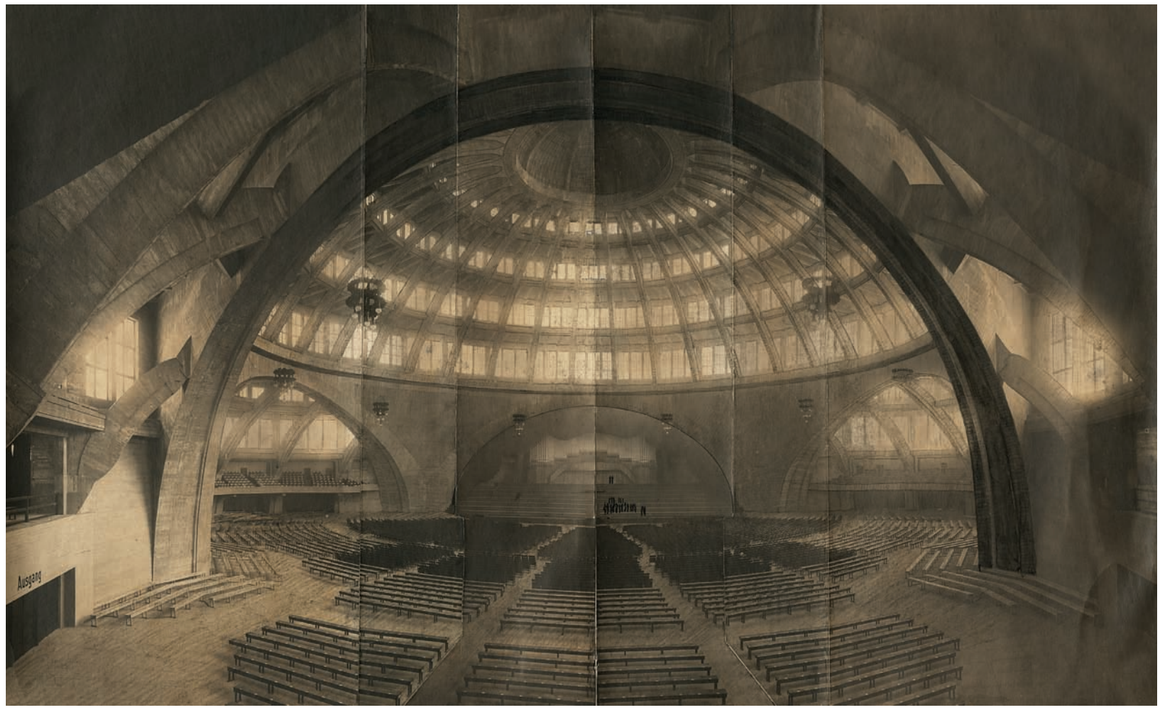
71 Max Berg, projekt Hali Stulecia, rzut z naniesionymi zmianami wejść bocznych , listopad 1911, Archiwum Państwowe we Wrocławiu, Akta Miasta Wrocławia sygn. 27451.



72 Model Hali Stulecia wykonany w latach trzydziestych XX w., Deutsches Museum Monachium.



73 Maks Berg, Hala Stulecia, rysunek projektowy, przekrój, 1921, Muzeum Architektury, Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia.



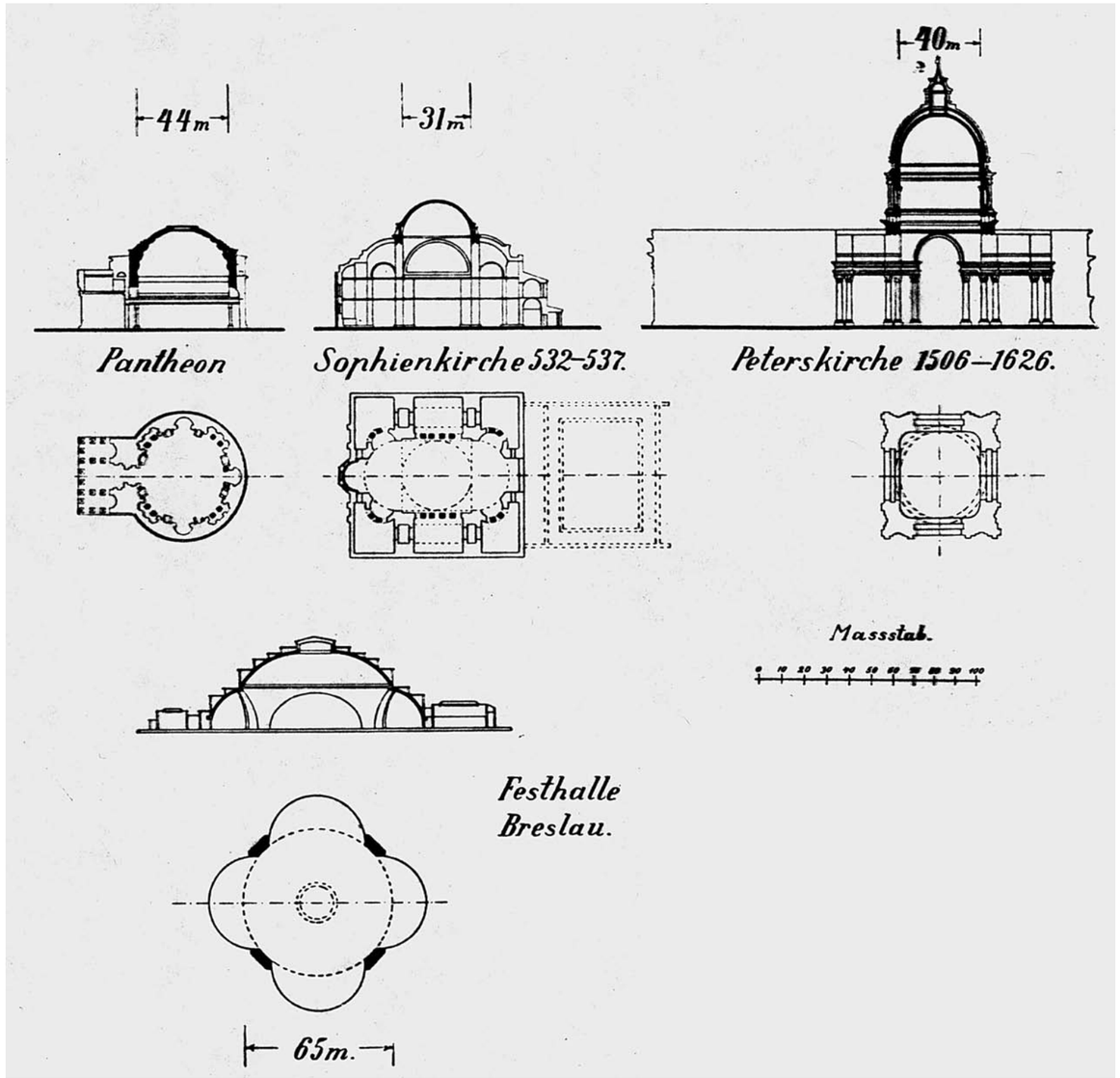
74 Hala Stulecia, fotografia wnętrza, 1913, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-240-6.

w Todi, wydaje się ponadto naśladownictwem wczesnochrześcijańskiego kościoła San Lorenzo w Mediolanie. To sięganie do klasycznej tradycji było poszukiwaniem nowego stylu odpowiadającego współczesności, który stanowiłby przeciwieństwo dla mijającego XIX stulecia i efemerycznej secesji, jednocześnie zaś mógłby stanowić zaczyn rodzącej się awangardy. Poszukiwanie prostoty i prawdy materiału było hasłem epoki. Max Berg, korzystając z tradycji antyku i wybitnych osiągnięć późniejszych epok, poszukiwał inspiracji dla konstruowania całej budowli zgodnie z zasadami proporcji i wielkości brył, kierował się także utopijną ideą stworzenia formy absolutnej. W kształtowaniu bryły, szczególnie w jej uskokowym rytmie, można również zauważyć reminiscencje architektury egipskiej i meksykańskiej. Sylweta Hali Stulecia nasuwa analogie z wyobrażeniami wieży Babel. Max Berg nie był w tych poszukiwaniach osamotniony, gdyż pierwsza dekada XX stulecia to czas burzliwych dyskusji artystycznych i narodzin nowych, rewolucyjnych koncepcji. Symbolem takich poszukiwań może być „dziewięć architektonicznych typów" Hermanna Finsterlina, przedstawionych w *Das Stilspiel*.

W spuściźnie Maksa Berga w Deutsches Museum w Monachium znajduje się między innymi interesujący rysunek studyjny, przedstawiający proporcje Hali Stulecia za pomocą nałożonych na projekt budowli figur geometrycznych. Rysunek ten pozwala stwierdzić, że projektując Halę Stulecia, Max Berg zastosował moduł zarówno miary, jak i geometrii. Z wykonanej próby matematycznego wyliczenia głównych wartości liczbowych wynika, że są to wielkości przybliżone, a jednak bliskie proporcjom „złotego cięcia". Max Berg przywiązywał dużą wagę do szlachetnych proporcji. W latach trzydziestych XX wieku napisał rozprawę *Proporcje i twórczość artystyczna*. Zapewne w związku z tym tekstem powstało wspomniane studium proporcji. Rozprawa miała prawdopodobnie przedstawić stanowisko autora wobec pracy Theodora Fischera poświęconej temu zagadnieniu. W Niemczech w XIX stuleciu studia proporcji propagowali za francuzem Viollet-le-Duciem głównie neogotycyści – Friedrich Hoffstadt czy August Reichensperger, którzy badali średniowieczne metody projektowania – kwadratury i triangulacje. W latach dziewięćdziesiątych XIX wieku geometryczne prawa i proporcje w projektowaniu architektonicznym stosowali tacy architekci holenderscy, jak Jan Hessel Groot, Karel Petrus de Bazel, Eduard Cuypers, Petrus Berlage czy Johannes Ludovicus Mattheus Lauweriks. Ich przemyślenia w tym zakresie były najczęściej zabarwione myślą mistyczną i teozoficzną oraz utopiami socjalnymi. Petrus Berlage, wykładając w Niemczech w 1904 i 1907 roku, na przykładzie swojej giełdy w Amsterdamie wyjaśniał zastosowane tam proporcje, oparte na siatce zbudowanej na „egipskim trójkącie". Idee Petrusa Berlagego propagował w Niemczech Johannes Ludovicus Mattheus Lauweriks, którego w 1907 roku sprowadził do Akademii Rzemiosł w Düsseldorfie Peter Behrens.

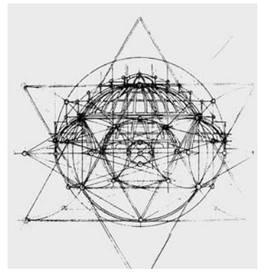
Theodor Fischer miał odmienne spojrzenie na geometrię i prawa proporcji od architektów holenderskich, za wzór przyjmował bowiem „naśladowanie natury roślin". Przemyślenia, które w zasadzie nie wychodziły poza dokonania jego nauczyciela Augusta Thierscha, opublikował w dwóch artykułach w 1934 roku. Sprowokowały one do dyskusji wielu architektów, między innymi Maksa Berga. Czym były proporcje dla Maksa Berga, ilustruje następujący cytat: „Przypominam sobie dreszcz, który przejął mnie jako studenta podczas wykładów objaśniających formy antyczne. Obserwując modele porządków greckich, można było się nauczyć pewnego wyczucia artystycznego, nie mając nawet uzdolnień w tym kierunku. Podczas zajęć z historii sztuki doświadczyłem, że układ kompozycyjny najpiękniejszych dzieł malarskich można było wyjaśnić według zasad triangulacji lub kwadratury". Czerpiąc z teorii Theodora Fischera i myśli architektów holenderskich, twierdził on, że proporcje oddają harmonię natury i ducha, mając wielkie znaczenie dla kultury społeczeństw i duchowego spełnienia człowieka w cywilizacji.

Początkowo, podobnie jak Hugon Häring, Max Berg był przeciwnikiem proporcji geometrycznych, uważając w opozycji do Theodora Fischera, że hamują one inwencję twórczą i wykluczają „duchowość", są przeciwstawne „projektowaniu organicznemu". Max Berg zmienił pogląd, gdy doszedł do wniosku, że błędem jest utożsamianie



75 Porównanie kopuł: Panteonu w Rzymie, Hagii Sophia w Konstantynopolu, bazyliki Św. Piotra w Rzymie i Hali Stulecia, wg. Trauer Günther, Gehler Willy, Die Jahrhunderthalle in Breslau, Berlin 1914.

proporcji z klasycyzmem, ponieważ na przykład „w architekturze gotyckiej również stosowano wysublimowane podziały". Był przekonany, że dobry artysta może stosować właściwe proporcje intuicyjnie, a „geometryczna nauka harmonii może być dla architektury tym samym, czym harmonia dla muzyki". Uważał, że proporcje nie stanowią zagrożenia dla „organicznego" projektowania, gdyż „anatomia form", jak określał proporcje, nie może nic powiedzieć o „duszy", nie jest to bowiem jej zadanie. „Można by powiedzieć, że kamień jest bez duszy, ponieważ opracowane w nim dzieło jest pozbawione ducha". Wspominał wówczas o swoim wrocławskim arcydziele: „Dokonałem również przebadania obecności proporcji w przekroju i rzucie zaprojektowanej przeze mnie Hali Stulecia. Byłem zdumiony pewnym faktem, mianowicie dokładnością różnorodnych proporcji, które niosła w sobie ta budowla, zdziwienie było nie mniejsze niż przy analizie rysunku Pretoriusa – ponieważ ja, jak większość architektów, każdy projekt rozpoczynam od rysunku odręcznego, bez cyrkla i ekierki. Zarówno rzut, jak i przekrój oraz widok ogólny zostały wykonane według miary oka, to znaczy niedokładnie, a jednak jawiły się tam kwadratury i triangulacje. Fakt ten utwierdził mnie w przekonaniu, że w taki sam sposób powstał układ proporcji w starożytnych budowlach". Dla Maksa Berga proporcje nabrały charakteru zbliżonego do ezoterycznych nauk Pitagorasa i neopitagorejczyków, gdyż, jak napisał: „Wszystkie te matematyczne objawienia są magicznymi symbolami prawdy i piękna w powiązaniu z wiarą i religią. [...] Magiczny świat symboli, który żyje w średniowiecznych katedrach, został przejęty przez chrześcijaństwo przez grecką i egipską tradycję mistyczno-ezoteryczną".



76 Maks Berg, studium proporcji Hali Stulecia, ok. 1930, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga.

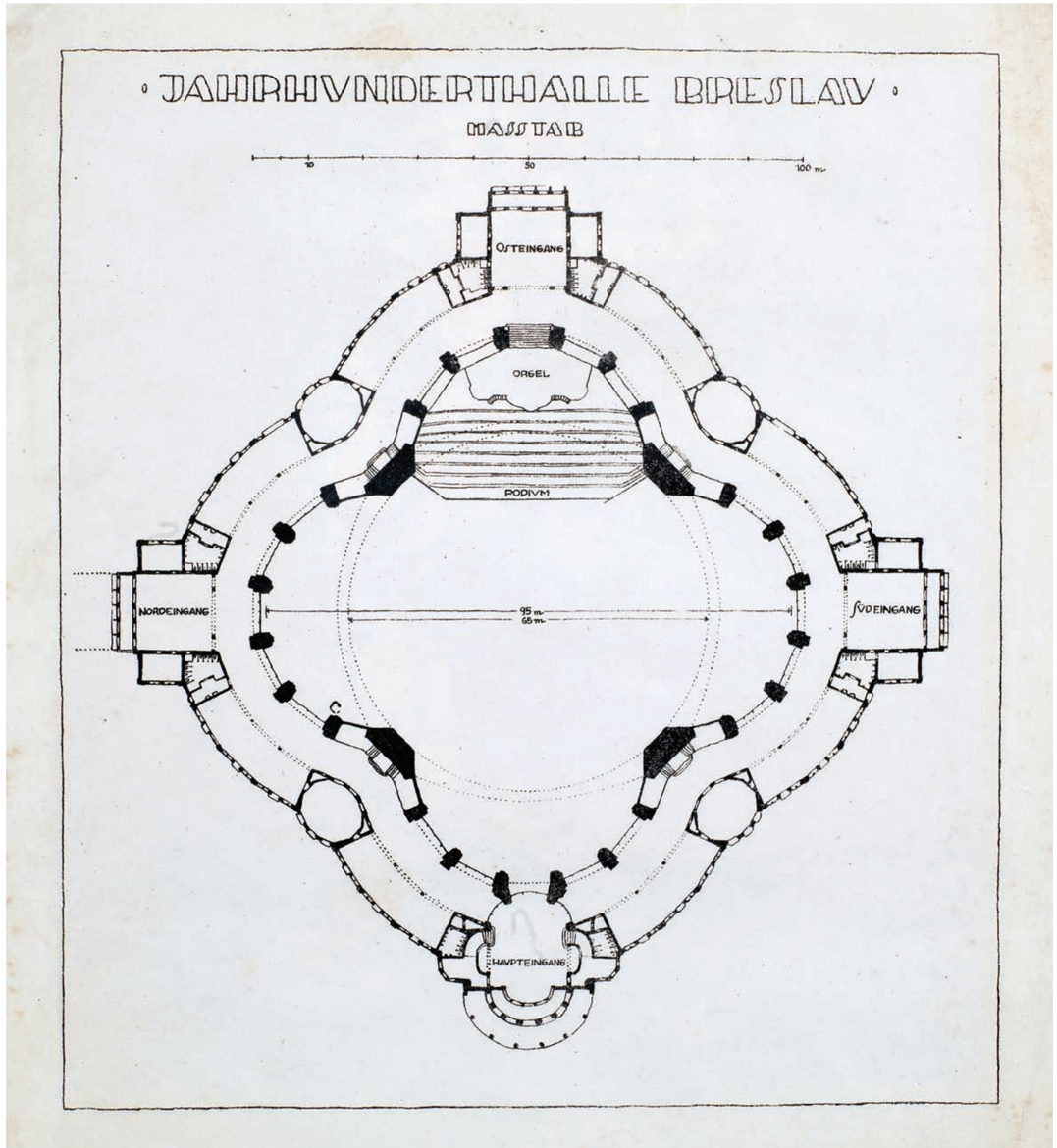
Sposób kształtowania formy przez moduł geometryczny i poszukiwanie idealnych proporcji wskazują również związek z kręgiem architektów holenderskich, przede wszystkim z Johannesem Ludovicusem Mattheusem Lauweriksem, a także mistyczną myślą Mathieu Hubertusa Josepha Schoenmaekersa. Według Johannesa Ludovicusa Mattheusa Lauweriksa, architektura przyjmuje matematyczny model porządku kosmicznego, który wpływa z kolei na porządek ludzkiego społeczeństwa. Zastosowany przez Maksa Berga trójkąt równoboczny symbolizuje alchemiczną liczbę „Trias", co równocześnie wskazuje na mistyczne czy teozoficzne skłonności architekta. Potwierdza to zarówno list do Friedricha Sesselberga, w którym Max Berg zwierza się ze swojej przemiany duchowej podczas budowy Hali Stulecia, jak i traktat o proporcjach. W jednym z jego ustępów architekt napisał: „Przy stosowaniu proporcji nie chodzi o: albo – albo, tak lub nie, lecz o równowagę między duchem a duszą. [...] Wielka sztuka powstaje z wiary w wewnętrzną misję, jest narzędziem prowadzonym przez wyższą siłę". Wcześniej racjonalista i wyznawca poglądów pozytywistycznych, obecnie skierował się w stronę teozofii. Później, pod wpływem przeżyć wojennych i spotkania ze śląskim mistykiem Karlem Welkischem, utrwalił swoje przekonania. Za Emanuelem Swedeborgiem powtarzał: „Cały kosmiczno-ziemski byt jest odpowiednikiem egzystencji i historii świata duchowego. Ziemska mądrość mówi o świecie pozornym. Każde dzieło sztuki jest mniej lub bardziej stworzone do tego, aby ożywić w nas piękno świata duchowego".

W stosowaniu szlachetnych proporcji, „złotego cięcia", symetrii, fascynacji prostymi figurami geometrycznymi i związkami liczb można zauważyć poszukiwanie trwałych zasad i niezmiennych idei, w sensie zarówno estetycznym, jak i etycznym. Max Berg sięga do tradycji bardzo głęboko, do idealistycznej myśli Platona. Jak twierdził Platon, za piękne uważa się „coś, co przyjmuje kształt prostokąta lub koła dzięki cyrklowi, sznurowi i linii". Zaprojektowanie Hali Stulecia jako budowli kopułowej na planie czterolistka oznaczało platoński sens symetrii jako „kosmicznej, wiecznej i świętej prawidłowości natury". Mimo materialności tworzywa – żelbetu – Hala Stulecia mieści się w idealistycznym systemie estetycznym przedstawionym przez Günthera Bandmanna. Tworzywo zostało podporządkowane formie artystycznej, niosąc pewne idee związane z tym, że Hala Stulecia była stworzona dla nowego odbiorcy. Dlatego ideałem był beton, materiał prosty i surowy. Ten swoisty „charakter materiału" został podporządkowany formie artystycznej – kopule, której tradycja sięga starożytności. Choć w ciągu wieków ten typ budowli stracił swoje boskie odniesienie, Max Berg powrócił do znaczeń pierwotnych

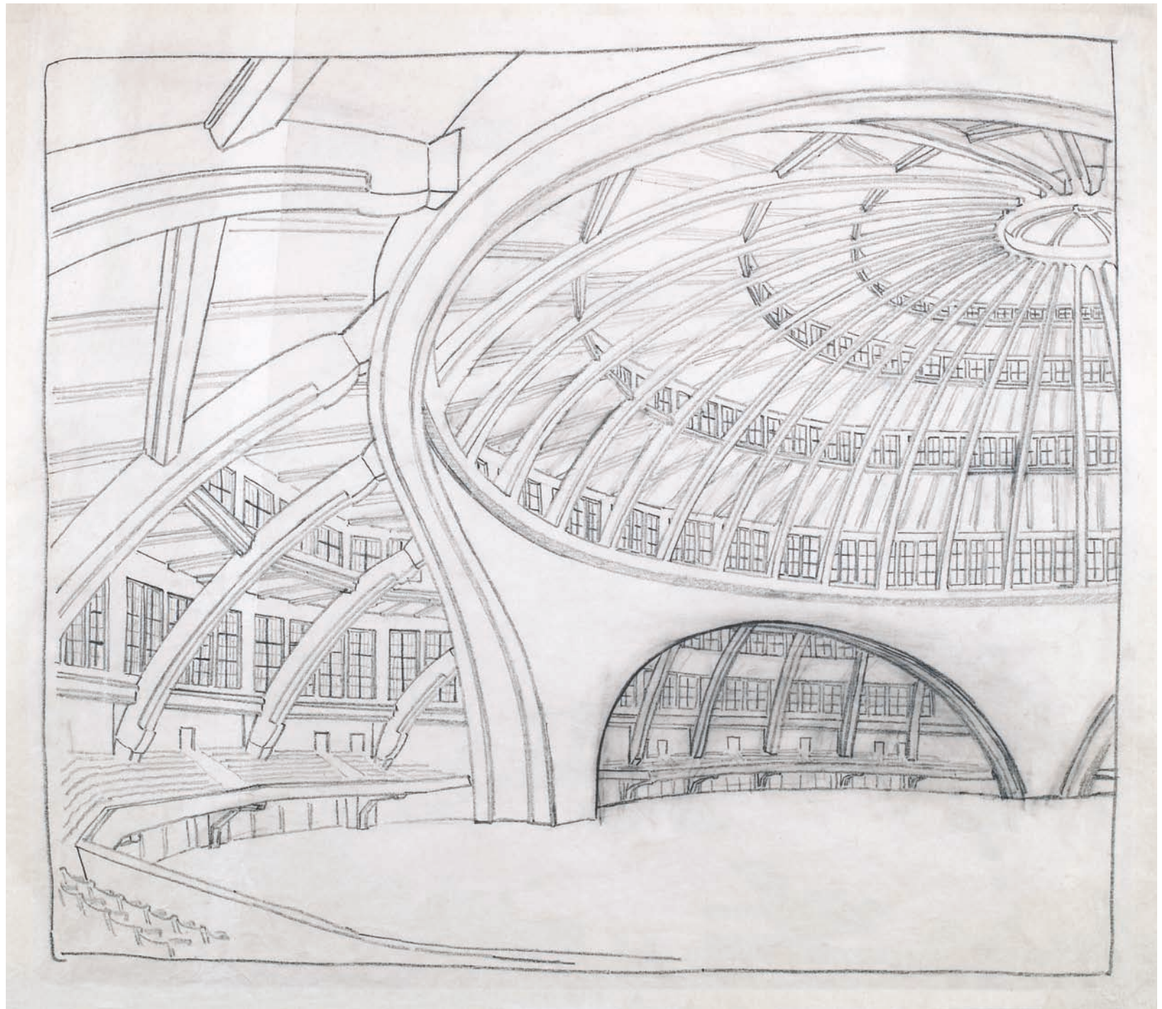
i uniwersalnych, w których pobrzmiewają echa platonizmu. Kopuła Hali Stulecia odzwierciedlała harmonię porządku kosmicznego i szczęśliwości niebiańskiego Jeruzalem. W ten sposób budowla konstruowana na podobieństwo świata, jak kościół, stała się nośnikiem idei sakralnych. Nie jest to realistyczne wyobrażenie, ale obraz „strukturalny w tym sensie, że odtwarza on strukturę wewnętrzną i matematyczną uniwersum". Kopuła Hali Stulecia i jej podstawa zbudowana z czterech arkad, których filary rozplanowano na kwadracie, odpowiadają pierwotnym symbolom koła i kwadratu. Sakralność jest podkreślona przez orientowanie budowli, zarówno usytuowanie wejść, jak i umieszczenie w apsydzie wschodniej organów i sceny, które zastępują ołtarze – symbole „centrum świata" i „osi świata". Niewątpliwie Max Berg przywiązywał dużą wagę do funkcji muzycznych i teatralnych. Jak podkreślał Bruno Taut, „zarówno muzyka, jak i architektura są abstrakcyjne i pozostają ze sobą w najczystszej harmonii". Wcześniej Johann Wolfgang von Goethe powiedział, że architektura jest „milczącą sztuką tonów" („Verstummte Tonkunst"). Powyższe formuły znowu sięgają do tradycji pitagorejsko-platońskiej – nauki o harmonii. W *Timajosie* Platon zauważył, że harmonia uniwersalna oddaje równowagę proporcji muzycznych i architektonicznych. W liczbach, harmonii muzycznej i proporcjach architektury ujawniają się zasady kosmicznego porządku. W Dornach w Goetheneum Rudolfa Steinera ten świat dźwięków pozostaje niesłyszalny dla „zmysłowego" ucha, gdyż jest odbierany jako „wyższa rzeczywistość". Muzyka i właściwa jej harmonia zachęcały wielu nowoczesnych architektów do studiowania proporcji związków liczbowych i tworzenia przestrzeni, w której dźwięk zostaje immanentnie związany z architekturą. Zainspirowany platońską ideą liczb i wychowany w tradycji muzycznej, Le Corbusier wypracował własny system miar, zwany „Modulor". Podobny system intuicyjnie zastosował również Max Berg, projektując Halę Stulecia.

Wątki indywidualistyczne i romantyczne w poglądach Maksa Berga na sztukę wynikały również, podobnie jak u Petrusa Berlagego, z fascynacji gotykiem. Dla wrocławskiego artysty, ucznia jednego z najwybitniejszych niemieckich gotycystów XIX wieku, Carla Schäfera, gotyk był utożsamiany z „rajem utraconym" – ostatnim wielkim stylem. Trawestując słowa Ernesta Cassirera, „nowożytny architekt ogląda się często na wieki mistyczne, »boskie« lub »heroiczne« jak na raj utracony". Właśnie w architekturze gotyckiej Max Berg upatrywał właściwe kształtowanie przestrzeni. W liście napisanym u schyłku życia wyjaśniał idee leżące u podstaw architektonicznego modelu hali: „Myślałem, aby dać tej budowli wykonanej w nowoczesnym materiale odpowiednią formę przestrzenną, kształt przesiąknięty duchem gotyckim". Wcześniej, w artykule opublikowanym w „Deutsche Bauzeitung", pisał: „Odbiegając od zwykłego układu kopuły spoczywającej na czterech łukach nad kwadratowym zarysem, w prostopadłych płaszczyznach [...] ustawiłem w tym wypadku kopułę na cylindrze. [...] Duże łuki stały się przez to krzywymi przestrzeni. Dążenie do skręcania się na zewnątrz zostało złagodzone przez duże i silne łuki przyporowe wewnątrz apsyd, które przenoszą nacisk na fundamenty. Zadanie tych łuków przyporowych jest takie samo jak łuków przyporowych w gotyku. Podpierają one cztery duże arkady nośne kopuły, a wyrównanie działania siły między łukami nośnymi i łukami przyporowymi było statycznie najtrudniejszym punktem konstrukcji".

Max Berg, opisując swój projekt w artykułach okolicznościowych związanych z Wystawą Stulecia, podkreślał przede wszystkim funkcjonalizm, który tkwił u podłoża konstrukcji Hali Stulecia. Według pierwotnych założeń, budowla miała spełniać dwa główne zadania – wnętrza ekspozycyjnego i miejsca zgromadzeń. W obejściu Hali Stulecia, zgodnie z początkowym zamysłem zarządu miasta, miała być zorganizowana główna ekspozycja Wystawy Stulecia – Wystawa Historyczna. Decyzję o budowie osobnego pawilonu według projektu Hansa Poelziga podjęto dopiero w lutym 1912 roku, gdy prace przy budowie były już mocno zaawansowane. Architekt oczywiście chciał rozwiązać problem dwóch głównych funkcji racjonalnie i oszczędnie, ale cele mu wyznaczone w pewnym sensie się wykluczały, o czym tak wówczas pisał: „Zgromadzenia wymagają przestrzeni centralnej, dla wystaw jednak korzystniejsza jest budowla na planie wydłużonym. We Frankfurcie nad Menem – ze względu



77 Hala Stulecia, rzut, ok. 1913, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.



78 Max Berg, Hala Stulecia, projekt wnętrza, 1911 r., Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.

na takie samo zadanie – zastosowano rozwiązanie kompromisowe, plan budowli łączył cechy rzutu podłużnego i centralnego. [...] Zdecydowałem się jednak na układ centralny, korzystny dla funkcji zgromadzeń – koła z czterema apsydami oraz obejściem jako najwłaściwszy dla wspomnianych celów. [...] Wystawy powinny mieć dużo światła, podczas zgromadzeń nie jest to konieczne. Pełne oświetlenie górne, które otwiera przestrzeń w tym kierunku, jest niewłaściwe i rozprasza. We Frankfurcie głównym źródłem światła jest przeszklona kopuła. Taki układ można uważać za potrzebny, jeżeli zastosuje się galerie i pragnie się zgromadzić we wnętrzu jak najwięcej ludzi. Galerie zabierają jednak dużo światła i w ten sposób część powierzchni hali jest nieużyteczna. Pomijając latarnię, która w mniejszym stopniu służy oświetleniu, bardziej zaś tektonicznemu zamknięciu wnętrza, we wrocławskiej hali nie zaprojektowano dopływu światła od góry, lecz oświetlenie z góry i z boku. Aby wprowadzić możliwie dużo światła, płaszczyzny ścian wypełniają głównie okna". W innym miejscu Max Berg, opisując kształt zewnętrzny Hali Stulecia, stwierdził, że „stopniowanie kopuły powstało z jej rozdzielenia na konstrukcję żebrową i spoczywających na niej pierścieniowych pasmach okien ze stropami. [...] Dzięki temu powstała charakterystyczna i symboliczna sylweta hali, która już dziś na znaczkach jest znakiem Wrocławia, podobnie jak wcześniej wykorzystywano średniowieczną bryłę ratusza".

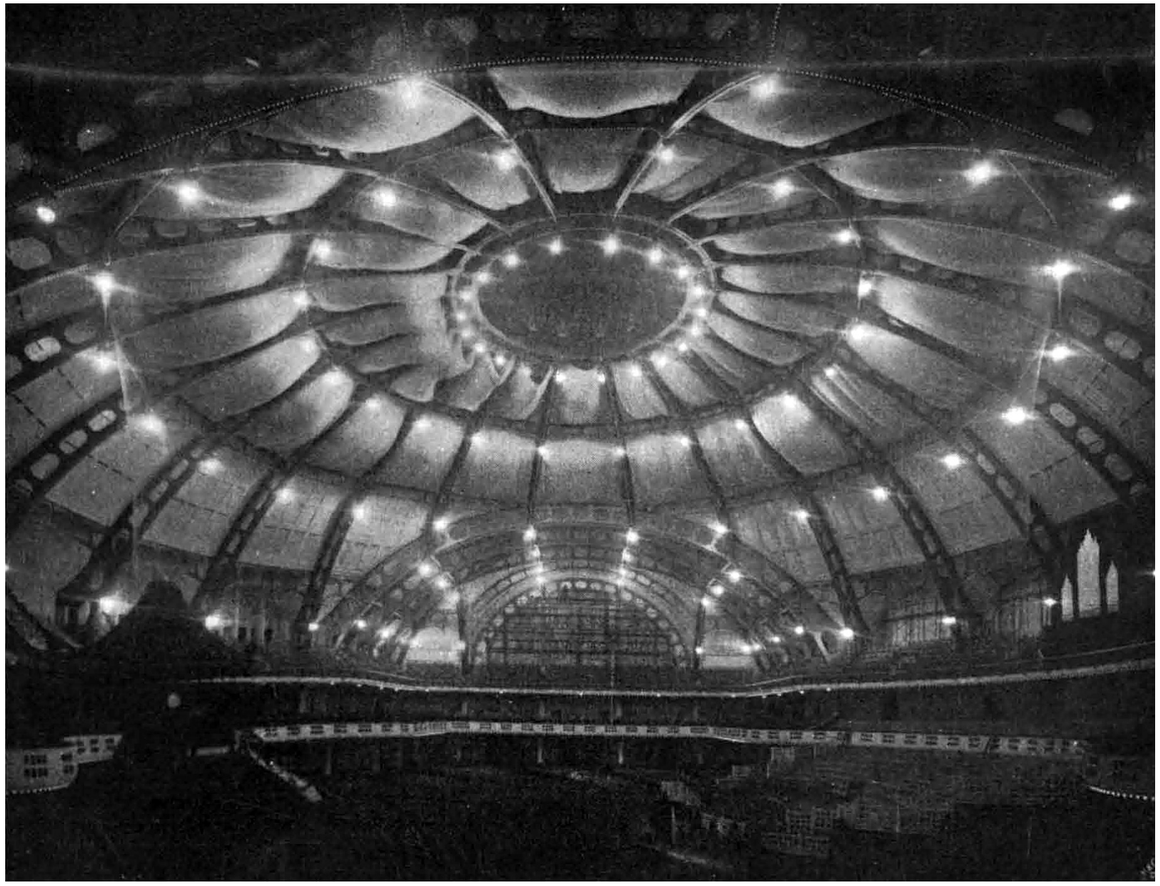
Ówczesny krytyk berliński, Robert Breuer, nie zrozumiawszy idei projektu Maksa Berga, uważał, że bryła budowli jest za krucha w stosunku do monumentalnego wnętrza. Nie zauważył, że jej forma wynikała ze sposobu projektowania „od wnętrza", a mur został „zdematerializowany" i zastąpiony szklanymi ścianami. Zapewne dla ówczesnych odbiorców bardziej odpowiednia mogła się wydawać, oddająca wilhelmińskiego ducha, masywna hala betonowa Wilhelma Kreisa, wzniesiona w 1913 roku w ramach ekspozycji w Lipsku.

Sposób kształtowania budowli „od wnętrza ku formie zewnętrznej" i zainteresowanie Maksa Berga racjonalnym modelowaniem przestrzeni nasuwa analogie z teorią architektoniczną Petrusa Berlagego, który w Grundlagen und Entwicklung der Architektur z 1908 roku napisał: „Sztuka architekta polega na tworzeniu przestrzeni, nie zaś na projektowaniu fasad". Jego słynna giełda w Amsterdamie mogła być wzorem takiego wychodzenia od „wnętrza" na „zewnątrz". Sposób kształtowania przestrzeni i organiczne projektowanie łączy go również w pewnym sensie z myślą Franka Lloyda Wrighta lub kręgiem architektów, którzy po pierwszej wojnie światowej byli skupieni wokół Hugona Häringa. Petrus Berlage również domagał się „prostoty" i „rzeczowości" oraz piękna osiągniętego nie za pomocą dekoracji, ale „stosunku przestrzeni do mas". Podobieństwo wynika także ze zbliżonego światopoglądu architektów. Petrus Berlage był zdania, że rewolucja francuska zerwała z tradycją „duchowej jedności". Okres projektowania hali, około 1910 roku, przyniósł radykalną zmianę światopoglądu Maksa Berga. Dotychczasowy materialista, zwolennik pozytywistycznego stosunku do świata, widzący w postępie nauki i techniki nieograniczone możliwości człowieka, zmienił przekonania, kierując się w stronę indywidualizmu i idealizmu. W 1920 roku napisał w programowym manifeście na temat przyszłości architektury: „Wiemy, że w ubiegłym wieku panował światopogląd materialistyczny – i określił on pewne cechy myślenia aż do dziś. Kierując się tylko prawami nauki i techniki, władczyniami materialnej natury, stawiano sobie za cel pogwałcenie tej natury. [...] Temu światopoglądowi towarzyszyły skarłowacenie i bezduszność odczuwania".

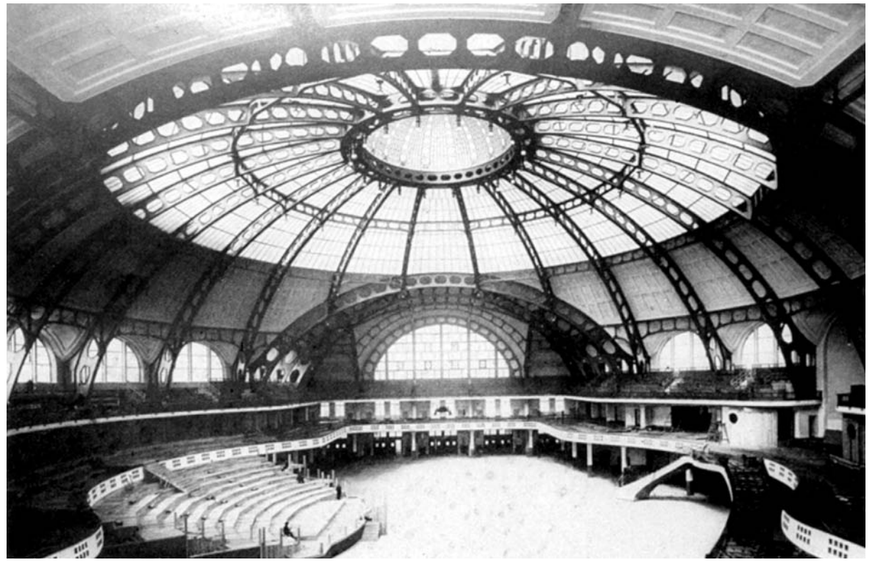
Szczególną wagę Max Berg przykładał do problemu akustyki Hali Stulecia, która miała być przecież również salą koncertową, wyposażoną w największe wówczas na świecie organy. Według architekta, zagadnienie to było w tym okresie stosunkowo mało rozpoznane, budowniczowie zaś z reguły kierowali się intuicją. Max Berg podkreślał, że „ogromne pomieszczenie służy nie tylko jednemu celowi i dlatego jest konieczne znalezienie pośredniej linii", łączącej funkcję teatru, opery, sali zgromadzeń. Każda z nich wymagała innego podejścia do problemu akustyki. Architekt był świadomy powstania „efektu nadakustyczności i pogłosu", który stwarza wnętrze przykryte kopułą. Niekorzystne warunki potęgowało ponadto wykorzystanie tak „sprężystego" materiału, jak żelbet. Środkami zaradczymi mogły być „mocne podziały (głębokie kasetonowania, wystające żebra)

79 Hala Stulecia, fotografia wnętrza, 1913, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-230-5.

80 Hala Stulecia, fotografia wnętrza, 1913, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-241-14.



81 Friedrich von Thiersch, Hala Wystawowa i Zgromadzeń we Frankfurcie nad Menem, wnętrze, z zasłoniętą kopułą, wg. „Deutsche Bauzeitung“, Jg. 43, 1909, nr 53.

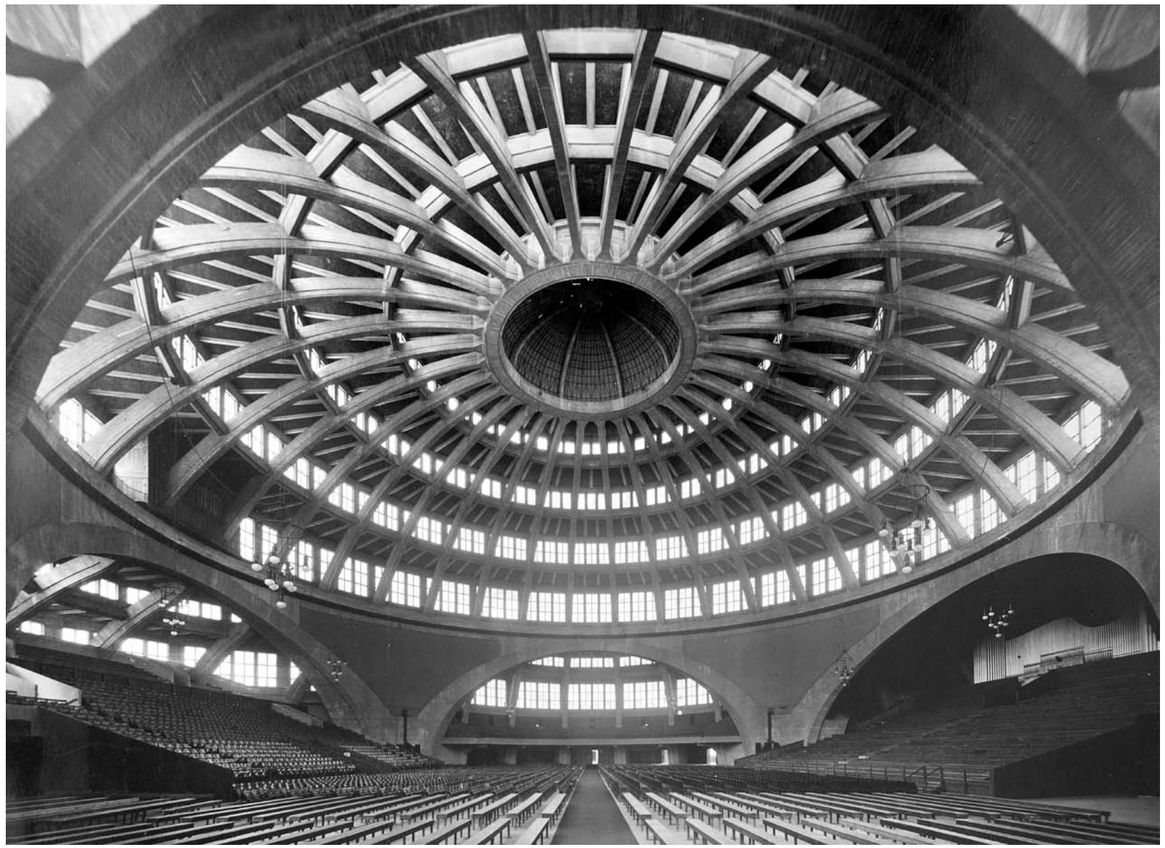


82 Friedrich von Thiersch, Hala Wystawowa i Zgromadzeń we Frankfurcie nad Menem, wnętrze, z odsłoniętą kopułą, wg. G.A. Platz, Die Kunst der neuesten Zeit (Propyläen Kunstgeschichte), Berlin 1927.

oraz zastosowanie odpowiedniego materiału”. Architekt napisał, że „już podczas kształtowania rzutu i przekroju położono nacisk na korzystną akustykę. Źródło dźwięków miało się znajdować w wielkiej apsydzie, skąd byłoby równomiernie wypromieniowywane na wszystkie strony”, i dodawał, że „podobnie korzystnie wpływa na akustykę podział kopuły na strefę żeber i leżących na nich poziomych sufitów i pionowych ścian okien, które rozpraszają i pochłaniają dźwięki oraz po części rezonują”.

Mimo tych starań oraz zastosowania korkowych obić sufitów i ekranów ścian pochłaniających dźwięki akustyka w Hali Stulecia nie spełniła oczekiwań architekta. Problemy akustyczne spędzały sen z powiek większości architektów projektujących olbrzymie sale przeznaczone dla masowej publiczności. Hans Poelzig, po otrzymaniu zlecenia przebudowy cyrku Schumana na Großes Schauspielhaus w Berlinie, pod wpływem doświadczeń nabytych podczas współpracy z Maksem Bergiem skierował szczególną uwagę na rozwiązanie tego problemu. Zastosował wówczas stopniowanie kopuły i wprowadził zwisające sterczyny, które dla wielu były symbolem fantazji architekta i jego skłonności ekspresjonistycznych. W rzeczywistości były to jednak elementy radykalnie poprawiające akustykę sali. Hans Poelzig próbował je nawet opatentować.

Zainteresowanie Hansa Berga akustyką wynikało również z jego dużej wrażliwości muzycznej. Wyjaśniając koncepcję ideową Hali Stulecia, napisał: „Człowiek, który nie potrafi myśleć muzycznie, może mieć kłopoty w rozwiązaniu problemów akustycznych”, w innym miejscu zaś dodał: „Tak jak wyraźny jest wpływ delikatnego rytmu proporcji części i wdzięku form krzywizn w pudle rezonansowym skrzypiec na piękno brzmienia, tak muzyczność – tkwiąca immanentnie w rytmie, proporcjach przestrzennych i kształtach krzywizn rzutu i przekroju – ma podstawowe znaczenie dla piękna i rezonansu wnętrza”. Max Berg wielokrotnie odwoływał się do muzyki,



83 Hala Stulecia, fotografia wnętrza, 1913, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-164.

84 Hala Stulecia, fotografia widok od strony północno-zachodniej, fotografia 2014, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

85 Hala Stulecia, fotografia wnętrza, 1913, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-241_3.

86 Hala Stulecia, fotografia wnętrza, obejście, 1913, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-241_2.

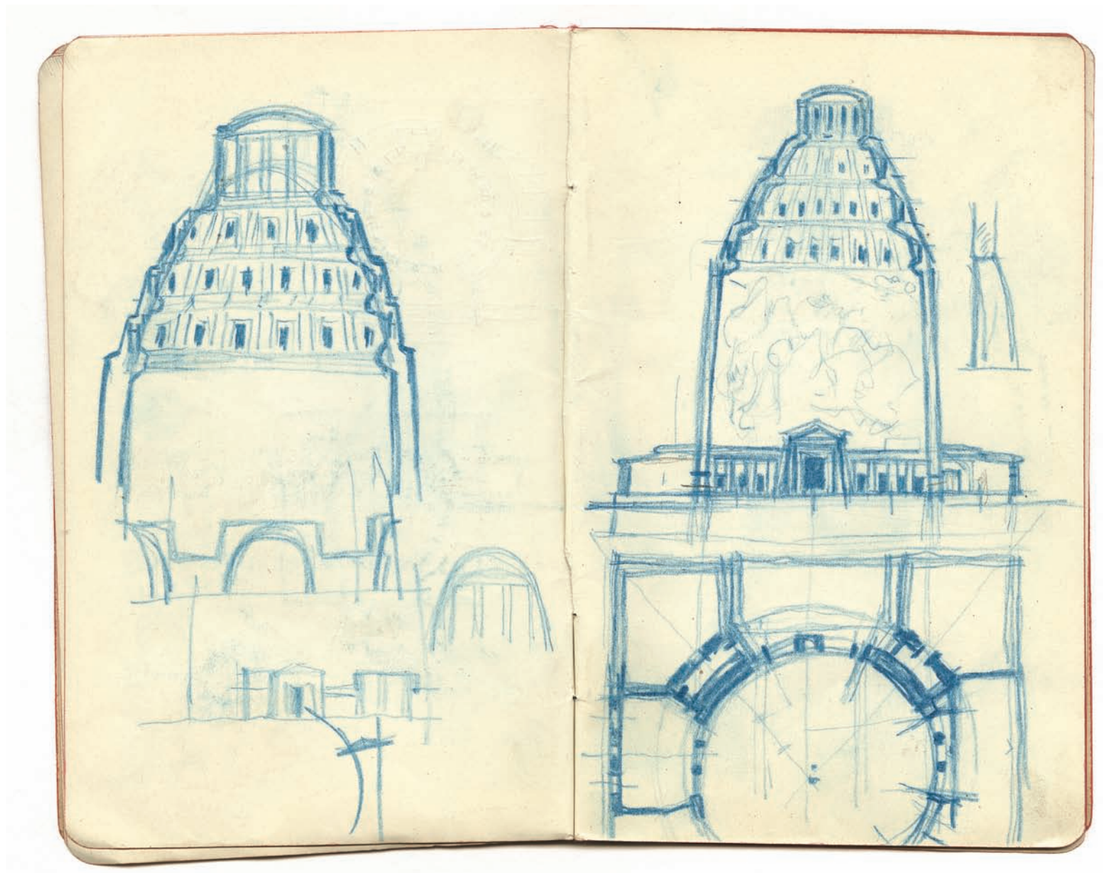
87 Max Berg – szkic do dekoracji wnętrza Hali Stulecia, spuścizna po Maxie Bergu, Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga.

zauważając, że „połączenie w jedność sztuki proporcji z działalnością artystyczną, tak jak się to dzieje z dobrym skutkiem we współczesnej muzyce, jest również zadaniem budownictwa". Swoją muzyczną pasję i wiedzę zawdzięczał zapewne w dużej mierze żonie, która była pianistką, oraz kontaktom ze środowiskiem muzycznym Berlina i Wiednia. Wydaje się również, że tak częste odwoływanie się do muzyki odpowiadało duchowi czasu. Muzyczna frazeologia, stosowana przez Maksa Berga w wymiarze sztuki i architektury, została prawdopodobnie zaczerpnięta z kontaktów z monachijskim środowiskiem malarzy skupionych wokół Wassilego Kandinskiego i z jego traktatu O duchowości w sztuce. Związki Hali Stulecia z muzyką wynikają również z tradycji Gesamtkunstwerku Richarda Wagnera i jego recepcji w architekturze przełomu XIX i XX wieku.

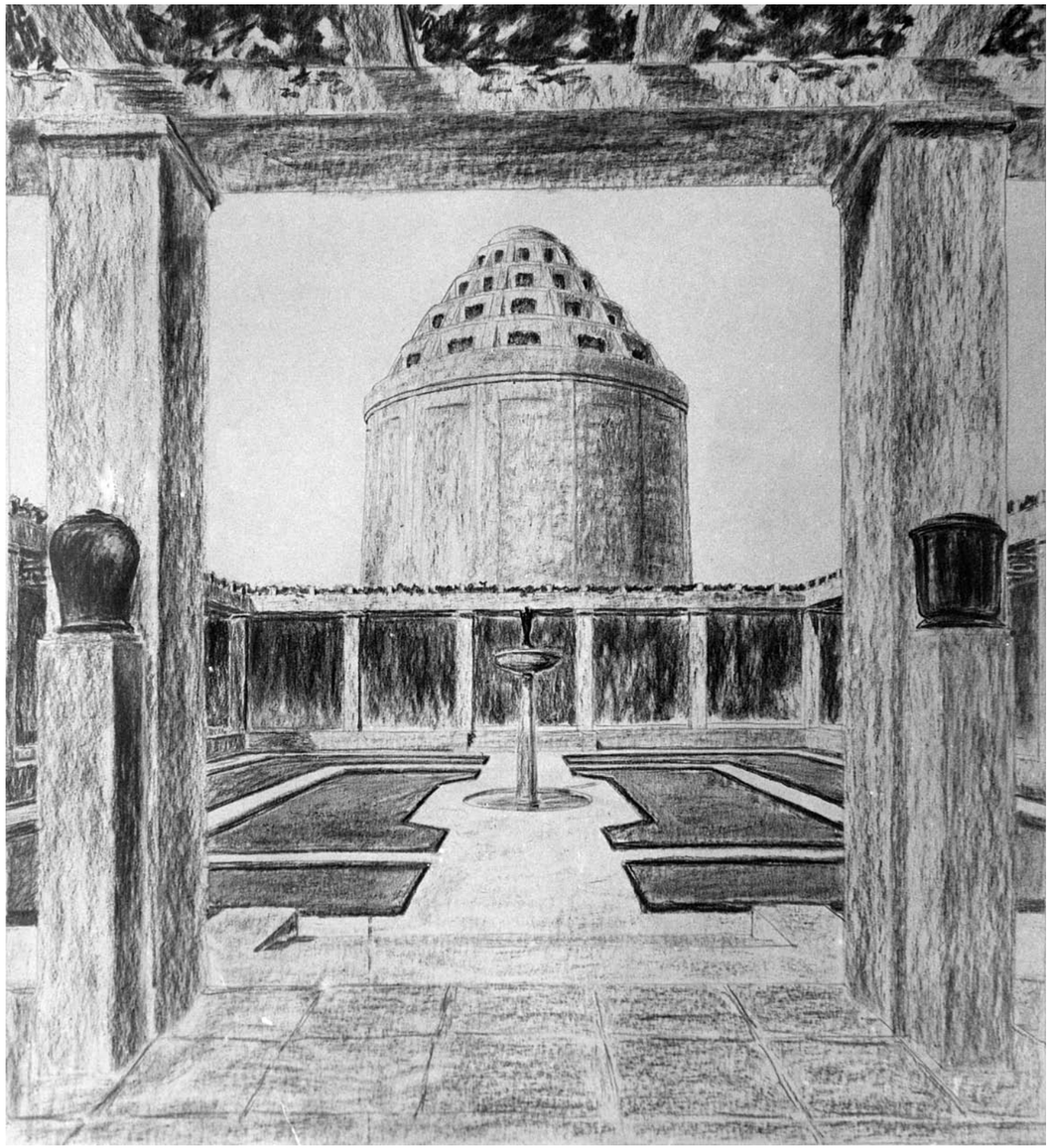
Podobnie jak Petrus Berlage czy – później – Adolf Loos, także Max Berg odrzucał ornament i w Hali Stulecia ukazał żelazobeton w całej jego strukturze, z charakterystycznymi śladami szalunku, nie ukrywając go pod tynkiem. Jeden z krytyków po otwarciu Wystawy Stulecia napisał, że całość pozbawiono „chaosu historycznych stylów, a w głównej budowli [Hali Stulecia] jest czytelny funkcjonalny styl rzeczowych, szlachetnych form, któremu pomaga także w swej surowości tak cudownie dający się kształtować materiał budowlany, jakim jest beton. […] Imponującą rolę, jaką odgrywa ten materiał, można określić nawet jako triumfalną". W 1912 roku profesor Müller, specjalista w zakresie konstrukcji budowlanych, czynny na politechnice we Wrocławiu, napisał, że Hala Stulecia „jest kamieniem milowym w historii budownictwa". Podkreślał, że dotąd nie wzniesiono żelbetowej budowli kopułowej o rozpiętości 65 m. Po raz pierwszy również żelazobeton został pokazany tak, jak wypracowano go w szalunku, „z całą surowością materiału".

Radykalne odrzucenie dekoracji i oddanie „prawdy materiału" było zgodne z popularną wśród architektów modernizmu tezą Gottfrieda Sempera, że „forma jest zależna od tworzywa, w którym się przejawia". Hermann Muthesius uważał, że „czyste, niezamaskowane tworzywo jest proklamacją prawdy wewnętrznej, kładącej kres sztuce pseudoarystokratycznej". Max Berg, tak jak moderniści, przejawiał w pewnym sensie kult dla tworzywa. O ile inni ograniczali się do teorii, o tyle Max Berg właściwie wcielił w życie zasadę „prawdy materiału". Nie znaczyło to, że architekt był przeciwny wszelkiej dekoracji. We wnętrzach na wzór gotyckiej świątyni dopuszczał stosowanie rzeźby, witraży czy malarstwa. Paradoksalnie, Hala Stulecia ucieleśnia nowoczesną estetykę czystej formy, ale jednocześnie ma znaczenie metafizyczne i symboliczne w sensie platońskim. Wynikało to zarówno z racjonalnej postawy Maksa Berga, jak i z jego dużej erudycji i świadomego czerpania z tradycji. W twórczości artysty racjonalizm i nowatorskie pomysły bardzo często przeplatały się z tradycją.

Z materiałów źródłowych wynika, że architekt zamierzał ozdobić wnętrze, wykorzystując nie detal architektoniczny, ale polichromie, witraże i rzeźby. Jego koncepcja nie została zrealizowana z braku funduszy. Rada Miejska, zatwierdzając budowę Hali Stulecia, miała nadzieję otrzymać wsparcie finansowe rządu pruskiego czy nawet cesarza, którego to wsparcia jednak nigdy nie uzyskano. Ten – bądź co bądź utopijny – pomysł, gdyby powstał po pierwszej wojnie światowej, podzieliłby zapewne los projektu wieżowców dla Wrocławia, nawet bowiem w czasach prosperity stanowił kolosalne obciążenie dla budżetu miasta. Na minimalizację programu artystycznego Hali Stulecia miał również wpływ krótki czas realizacji tej inwestycji. Zamierzenia architekta skierowane na rozbudowę programu estetycznego potwierdzają zachowane rysunki, a także jego uwagi zawarte w artykułach i korespondencji. W liście do profesora Friedricha Sesselberga napisał: „Moim zamiarem było nadanie całej budowli za pomocą malarstwa i rzeźby symbolicznego wyrazu dla sfery duchowej człowieka". Pisząc zaś do Paula Heima, stwierdził: „Projektując halę, myślałem o położeniu największego nacisku na kolorystykę przez wprowadzenie witraży oraz barwnie opracowanych pendentywów i sklepienia kopuły". Inspiracją dla Maksa Berga była zapewne, podkreślana przez reformatorów, potrzeba wzbogacenia – dzięki odpowiedniej kolorystyce – estetyki budownictwa zdominowanego przez szare domy czynszowe. W 1901 roku Fritz Schumacher sugerował, aby rozwiązania kolorystyczne architektury powstawały już podczas procesu projektowania.



88 Max Berg, szkice do projektu dla wrocławskiego krematorium, przekroje, schematyczne usytuowanie fresku Oskara Kokoschki ok. 1913 r., Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-230.



89 Max Berg, projekt dla wrocławskiego krematorium, widok na kolumbarium, elewacja ok. 1916 r., Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-198.

wzmocniono dodatkowo ruchomym reflektorem zamontowanym na czaszy kopuły. W ten sposób została urzeczywistniona wizja Paula Scheerbarta »reflektorów na wszystkich szklanych wieżach«".

Zarówno Wieża Górnośląska, jak i Hala Stulecia Maksa Berga wywarły wpływ na projekty dwóch dzieł Brunona Tauta, w których architekt zrealizował ideę „szklanej architektury" – w tak zwanym Monumencie Żelaza na wystawie w Lipsku w 1913 roku i w Szklanym Pawilonie na wystawie Werkbundu w Kolonii w 1914 roku. Oświetlony od wewnątrz pawilon przypominał swoim blaskiem gigantyczną latarnię wzniesioną ze szkła i z żelaza.

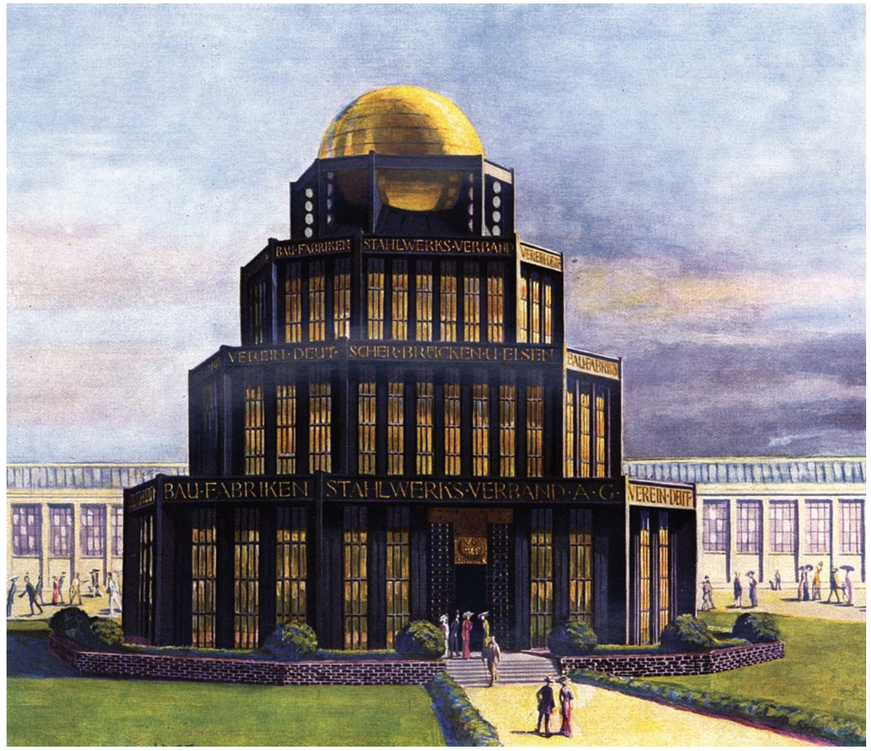
Przeszklona Hala Stulecia rodzi podobne skojarzenia i gdyby została ozdobiona według pierwotnych zamierzeń architekta, także mieniłaby się różnymi kolorami jak pawilony Brunona Tauta. Wskazuje na to również ukształtowanie latarni, której konstrukcja przypomina pawilon Brunona Tauta z wystawy kolońskiej. Należy przy tym podkreślić, że w odróżnieniu od dzieł Hansa Poelziga i Brunona Tauta, Hala Stulecia realizowała ideę „szklanej architektury" w konstrukcji żelbetowej i surowym betonie.

Pod wpływem Semperowskiej idei jedności sztuk oraz Wagnerowskiego Gesamtkunstwerku Max Berg zainteresował się powiązaniem architektury z teatrem i muzyką. W trakcie Wystawy Stulecia wnętrze Hali Stulecia zarezerwowano na realizację monumentalnych przedstawień dramatycznych i koncertów. To zadecydowało o zabiegach Maksa Berga, mających na celu instalację olbrzymich organów i troskę o wymagania akustyki. Głównym wydarzeniem artystycznym – obok Wystawy Historycznej eksponowanej w Pawilonie Czterech Kopuł projektu Hansa Poelziga – była inscenizacja dramatu Gerharta Hauptmanna, laureata literackiej Nagrody Nobla w 1912 roku. Sztukę pod tytułem Festspiel in deutschen Reimen, przedstawiającą w symbolicznej formie wojnę wyzwoleńczą, reżyserował Max Reinhardt, muzykę skomponował Einer Nielsen. Max Berg zaprojektował architektoniczny kształt widowni i sceny, projekty dekoracji wykonał Ernst Stern. Na prapremierę 31 maja 1913 roku przybyło z całych Niemiec około 6 tysięcy osób. Widzów dowożono specjalnymi pociągami z Berlina i innych miast. Premiera odniosła wielki sukces i, jak pisano, „takiego przedstawienia w mieście dotąd nie było".

Tuż po premierze w całej prasie niemieckiej rozpętała się burzliwa dyskusja na temat sztuki Gerharta Hauptmanna. Jak donosił korespondent lokalnej gazety, „można powiedzieć, że prasa socjaldemokratyczna i liberalna jest za, podczas gdy nastawiona narodowo – przeciw". Pisarz Artur Westphal w „Welt am Sonntag" wyrokował: „Cała sztuka jest po prostu bezdenną bezczelnością, jestem zawstydzony, że ten hokus-pokus pokazano z okazji rocznicy 1813 roku. Wstydzę się jako Niemiec, pisarz i człowiek kultury". Pretekstem do krytyki było to, jak pisano w konserwatywnych gazetach, że „dla wszystkich hurapatriotów przedstawienie Gerharta Hauptmanna jest za mało patriotyczne. Jego sztuka nie była uświetnieniem, lecz potępieniem wojny wyzwoleńczej, i apoteozowała pokój". Festspiel in deutschen Reimen wystawiono tuż przed pierwszą wojną światową w okresie nasilenia nacjonalizmu niemieckiego, który ogarnął szerokie warstwy mieszczaństwa, a także proletariat. Burzę w prasie spowodował protest skierowany przeciw Gerhartowi Hauptmannowi przez pruskich weteranów wojskowych z Provinzial Kriegesverband, który został opublikowany w „Schlesische Zeitung". W obronie dramatopisarza stanęły siły liberalne i lewicowe, przede wszystkim intelektualiści i artyści, między innymi Max Berg, którzy wyrazili swoją opinię na łamach prasy: „Komentarze wokół przedstawienia Gerharta Hauptmanna mogłyby sugerować, że ma on na Śląsku samych przeciwników, czujemy się w obowiązku wyjaśnić, [...] że nie widzimy tu ani apoteozy Napoleona, ani szyderstwa z patriotycznych uczuć. [...] Mimo takich refleksji rościmy sobie pretensje do bycia patriotami". Zakontraktowana na piętnaście przedstawień inscenizacja Festspiel in deutschen Reimen po jedenastym została zdjęta ze sceny. Sam Gerhart Hauptmann powiedział członkom wrocławskiego magistratu, że „cała sprawa, powiązania i intryga mają swoje źródła w Berlinie". Skandal odbił się szerokim echem w prasie europejskiej. Nieporozumienia narosłe podczas wznoszenia Hali Stulecia i realizacji przedstawienia Gerharta Hauptmanna ujawniają rozdźwięk między artystami a oczekiwaniami przedstawicieli ancien régime'u. Sztuka i architektura w założeniach artystycznych nie miały być już apoteozą władzy, warstw

90 Wystawa Wschodnioniemiecka (Ostdeutsche Ausstellung) w Poznaniu w 1911 r., Wieża Górnośląska w nocy, karta pocztowa; Archiv Nordostdeutsches Kulturwerk w Lineburgu.

91 Hala Stulecia w nocy, 2004, fot. S. Klimek.



92 Monument Żelaza — pawilon na wystawie budowlanej w Lipsku w 1913 r., projekt Bruno Taut, wg „Der Profanbau" 1913.

Pozostaje jednak otwarte pytanie, jaką koncepcję dekoracji przedsięwziął Max Berg dla Hali Stulecia. Pomocne mogą być tutaj materiały zachowane w artystycznej spuściźnie architekta, znajdujące się w Deutsches Museum w Monachium, a dotyczące krematorium projektowanego wspólnie z Oskarem Kokoschką w latach 1911–1916. We wrześniu 1914 roku, w liście skierowanym do Kurta Wolfa, wydawcy pisarzy i poetów ekspresjonistycznych, Oskar Kokoschka wspominał: „Przed wybuchem wojny otrzymałem od Maksa Berga z Wrocławia zlecenie na przygotowanie szkiców do monumentalnego malarstwa dla nowo budowanego krematorium, zrobił mi on również nadzieję na ozdobienie tamtejszej Festhalle". Gdyby prace te wykonał Oskar Kokoschka, byłoby to malarstwo i byłyby to witraże o stylistyce ekspresjonistycznej. Witraże zastąpiłyby zapewne szyby okienne, z kolei w kopule polichromie zdobiłoby pendentywy wielkich łuków i stropy poszczególnych uskoków kopuły. Wskazuje na to również odręczny rysunek Maksa Berga, zamieszczony na marginesie manuskryptu dotyczącego akustyki Hali Stulecia, sugerują to również niektóre zachowane szkice Oskara Kokoschki. Należy podkreślić, że elementy konstrukcyjne hali miały być utrzymane w surowym betonie ze śladami szalunku. Planowane dekoracje ograniczały się do okien i elementów, które zostały pokryte materiałem wspomagającym akustykę budowli.

93 Bruno Taut - pawilon szklany na wystawie Werkbundu w Kolonii w 1914 r., Bildarchiv Foto Marburg Kunstgeschichtliches Institut der Philipps-Universität w Marburgu.

Na lata 1911–1912 przypadają związki Maksa Berga z kręgiem artystów berlińskiego Sturmu. Wówczas to, zapewne za pośrednictwem Herwartha Waldena, poznał Oskara Kokoschkę, być może również zetknął się z architektami związanymi później z „Gläserne Kette" czy z Paulem Scheerbartem, wizjonerem „szklanych domów". W kwietniu 1912 roku w liście do Herwartha Waldena, wydawcy pisma „Der Sturm", propagującego i animującego w Berlinie nową sztukę, Oskar Kokoschka wspominał o zleceniu, które było związane z jakimś projektem Maksa Berga. Malarz nie sprecyzował tego faktu, być może myślał już o krematorium. Wydaje się jednak bardzo prawdopodobne, że chodziło tu jeszcze o współpracę przy Hali Stulecia. W sierpniu 1911 roku rozpoczęto prace przy budowie Hali Stulecia, w kwietniu 1912 roku przygotowywano szalunki pod żebra kopuły. Max Berg mógł już wówczas myśleć o kolorystycznej dekoracji wnętrza. W liście do Almy Mahler z maja 1914 roku Oskar Kokoschka napisał, że otrzymał od Maksa Berga list, w którym architekt prosi go o namalowanie widoku Hali Stulecia wielkości 3 m na 3 m, który chce zaprezentować na wystawie w San Francisco. Współpraca Oskara Kokoschki i Maksa Berga w latach 1912–1913 dotyczyła dwóch projektów – Hali Stulecia i krematorium.

Koncepcja zastosowania polichromii w Hali Stulecia była również ściśle związana z wykorzystaniem szkła i witraży. Szkło, białe i barwione, miało w harmonii z surowym betonem kształtować estetykę nowej architektury. Motyw szklanej architektury pojawiał się w poematach Paula Scheerbarta, w których szkło – ze względu na przezroczystość – było bliskie strukturze kryształu, fascynującej artystów modernizmu. Kryształ, jak to ujął Peter Behrens, symbolizował przez swoją naturę przemianę „surowego nieukształtowanego życia w egzystencję porządku i piękna", był „symbolem nowego życia" – nowej sztuki. Inspirującym dziełem stał się słynny potem Pałac Kryształowy, wzniesiony na pierwszą wystawę światową w Londynie w 1851 roku według projektu Josepha Paxtona. Pawilon wystawowy wykonany z żelaza i szkła był dla architektów z pokolenia Maksa Berga symbolem przezwyciężenia historycznych stylów przez odmaterializowanie architektury i skierowanie jej ku „czystej formie". Ucieleśniał „ideę absolutnego opanowania natury" i niezachwianej wiary w możliwości techniki. Fascynacja strukturą kryształu przyczyniała się także do zainteresowania „krystalicznymi liniami gotyku". Jak napisał Bruno Taut, „gotycka katedra stanowi preludium do architektury szkła". Twierdził także, że przestrzeń katedry gotyckiej – z jej charakterystycznym światłem – prowadzi ludzi do Boga, a wraz z wykorzystaniem nowych możliwości technicznych może być przekształcona w „katedrę przyszłości", w której człowiek będzie mógł doświadczyć odbicia kosmosu w spirali kolorów szklanej kopuły.

Pierwowzorów formy krystalicznej i efektów świetlnych szklanej architektury dopatrywano się w gotyckich budowlach sakralnych. Max Berg, podobnie jak Hans Poelzig wywodzący się z neogotyckiej szkoły Carla Schäfera, znali te teorie. Stąd nieobce były im także wizje architektury ze szkła i światła Paula Scheerbarta, które zostały opublikowane w latach dziewięćdziesiątych XIX wieku, na długo przed ukazaniem się w 1914 roku Gläserne Architektur. Paul Scheerbart publikował między innymi w czasopiśmie „Der Morgen" wydawanym przez Wernera Sombarta, członka wrocławskiego kręgu intelektualistów skupionych wokół Alberta i Toni Neisserów oraz Carla Hauptmanna. Max Berg należał również do tego grona. Skłonność Paula Scheerbarta do mistyki mogła wzbudzić zainteresowanie Maksa Berga, Hansa Poelziga i Carla Hauptmanna, być może w tym kręgu omawiano także idee związane ze szklaną architekturą.

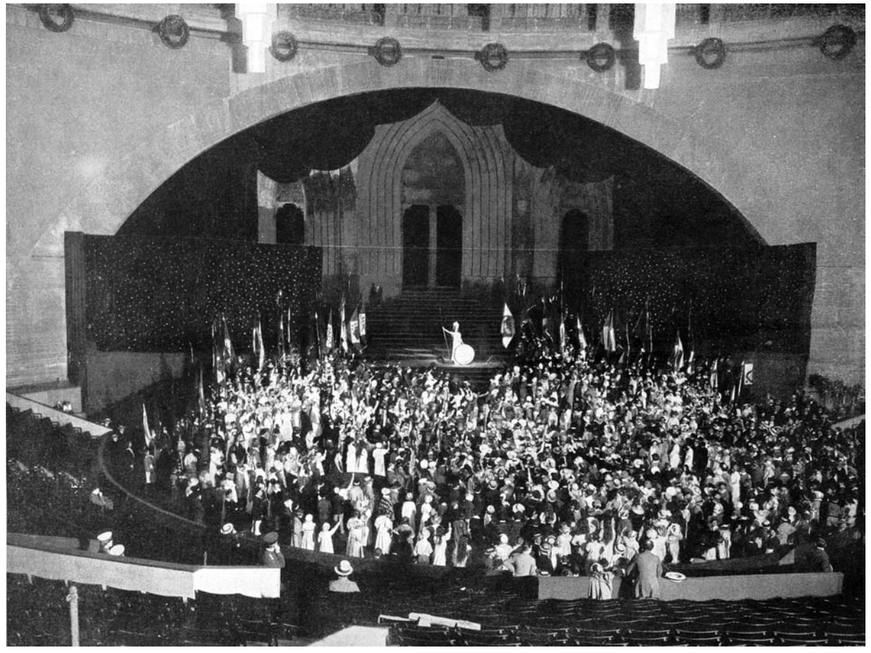
Niemal równocześnie z Halą Stulecia z inspiracji szklaną architekturą powstała w Poznaniu słynna Wieża Górnośląska Hansa Poelziga. Architekt mógł zrealizować to, z czego Max Berg musiał zrezygnować we Wrocławiu, mianowicie zastosowanie w trzonie wieży barwionego szkła. „Idee szklanej architektury, które legły u podstaw konstrukcji Hali Stulecia i Wieży Górnośląskiej, widać szczególnie wyraźnie w sugestywnych, nocnych widokach obu budowli, które były rozpowszechniane między innymi w formie kart pocztowych. Wieża, w ciągu dnia widoczny znak Wystawy Wschodnioniemieckiej, przeistaczała się nocą w rodzaj latarni morskiej, której iluminację

94 Plakat i strona tytułowa programu spektaklu Festspiel in deutschen Reimen Gerharta Hauptmanna, 1913; Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu, Gabinet Śląsko-Łużycki.

uprzywilejowanych, ale wyrażać odczucie szerokich rzesz społeczeństwa. Miały być przeznaczone i dostępne dla mas.

W 1922 roku Max Berg w artykule Festiwal Gerharta Hauptmanna drogą do teatru ludowego napisał: „Wspominam z radością moje pierwsze wrażenia z inscenizacji Maksa Reinhardta przed dwudziestu laty. Byłem zaskoczony prostotą sceny". W tym samym artykule architekt zawarł refleksje dotyczące sztuki dramatycznej. Berg rozróżniał dwa rodzaje przedstawień dramatu – recytację (Wortdrama) i spektakl (Schaudrama lub Schauspiel). Uważał, że dotychczas w centrum zdarzenia teatralnego znajdowało się słowo. „Odbiór dramatu, poezji przede wszystkim skupia się na percepcji przez zmysł słuchu. Właściwe »widowisko« rozgrywa się przez rozwój dramatu słowa". Doskonale wyreżyserowane dzieło może poruszyć najszersze masy społeczeństwa. Dramat powinien być wystawiony w pełnej prostoty scenografii, tak aby słowo uzupełniało plastyczny obraz sceny, podobnie jak w średniowiecznych misteriach. Przemyślenia Maksa Berga potwierdzają, że musiał on znać zamierzenia Georga Fuchsa, który pragnął zrealizować wraz z Peterem Behrensem w 1901 roku, w związku z wystawą na Mathildenhöhe, nowy typ teatru w Darmstadt. Georg Fuchs również przedkładał teatr sceniczny nad literacki, chcąc zlikwidować „teatr loży" z jego społeczną hierarchią. Sztuka Gerharta Hauptmanna miała sięgać do założeń klasycznego dramatu antycznego, dlatego zaprojektowany przez Maksa Berga amfiteatr swoją półkolistą formą nawiązywał do widowni antycznej. Max Berg od początku zakładał, że będzie to widownia prowizoryczna, wybudowana specjalnie na przedstawienie Gerharta Hauptmanna i otwarcie Wystawy Stulecia. Przejęcie z Wagnerowskiej idei Gesamtkunstwerku układu antycznej sceny uwidoczniło istotę tego, co architekci modernizmu wyciągnęli z doświadczeń Richarda Wagnera podczas projektowania jego budynku festiwalowego w Bayreuth. Ze względów estetycznych Richard Wagner i późniejsi reformatorzy wzywali do prostoty i likwidacji ornamentu. „Zniesione zostały loże, a w trakcie spektaklu wyciemniono widownię. Oba te fakty narzucały publiczności nowy sposób zachowania w teatrze, tak w zakresie kontaktów między widzami, jak i w stosunku do spektaklu. Widowisko zostało skoncentrowane na scenie. Zmiany układu sali zmuszały widzów do skupienia i narzucały im stanowisko obserwatorów spektaklu. Nowością było też usytuowanie orkiestry, która – umieszczona w fosie pod sceną – nie kolidowała z obrazem scenicznym". Taki typ teatru prowadził do „demokratyzacji" przestrzeni widowni.

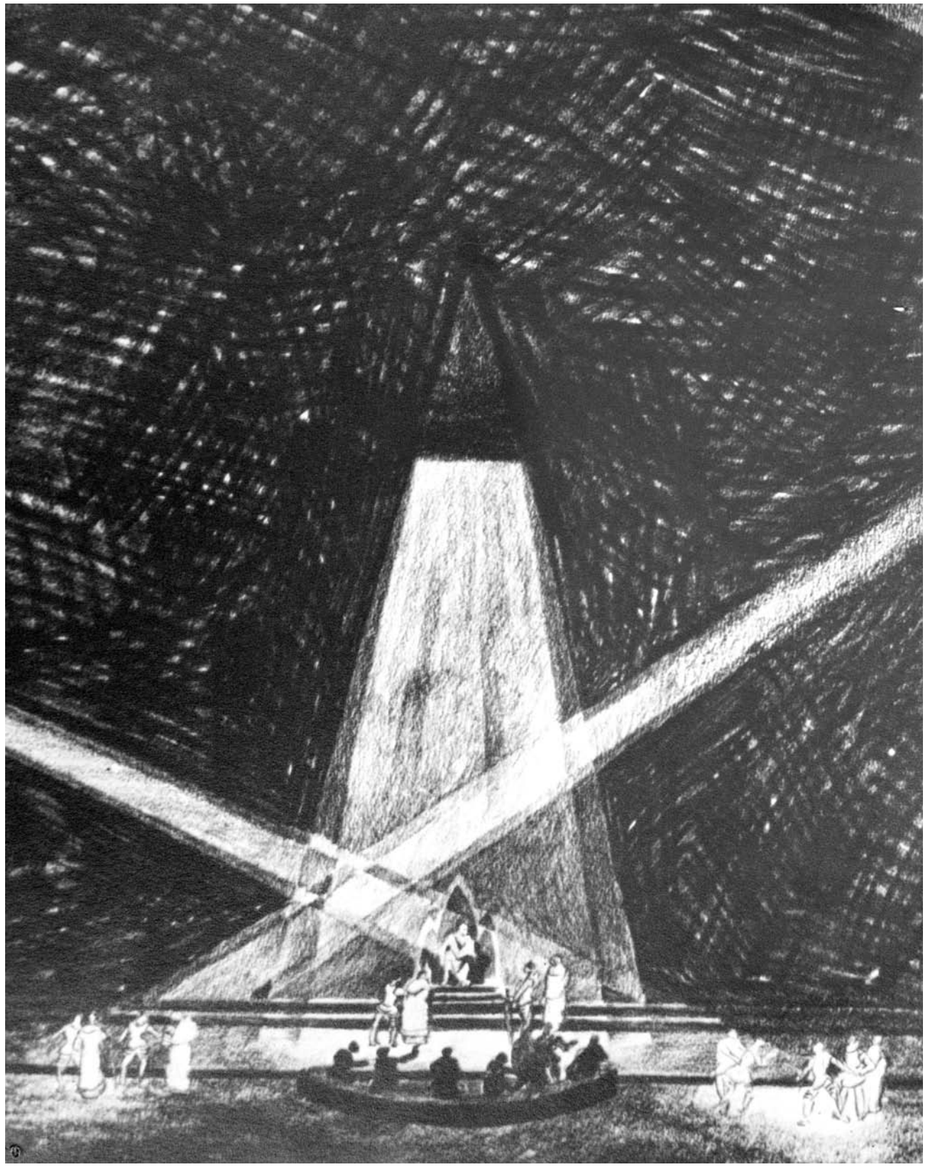
Około 1900 roku z innego już powodu Peter Behrens (szczególnie przy okazji wystawy na Mathildenhöhe w Darmstadt), a za nim Bruno Taut, wprowadzając amfiteatralny kształt widowni, dążyli do jej zupełnego zjednoczenia ze sceną – potraktowania publiczności jako równorzędnego partnera dla aktora i artysty. Adolphe Appia wzywał nawet: „Przestańmy być widzami". Wykorzystując wynalazki techniczne, reformatorzy teatru zmieniali scenę, a światło stawało się najważniejszym elementem kreacji. Dla Edwarda Gordona Craiga „światło jest tak ważne dla sceny jak smyczek dla skrzypiec". W Hellerau Adolphe Appia do realizacji dzieła Émile Jaques-Dalcroze'a stworzył z tysiąca żarówek świetlistą dużą salę, „zdatną do przemian, jednoczącą pod wspólnym dachem widza i aktorów, która była »katedrą przyszłości«". We Wrocławiu efekty oświetleniowe do sztuki Gerharta Hauptmanna zaprojektował i wykonał Rudolf Dworski z Deutsches Theater w Berlinie. W ten sposób nowy teatr jako symbol kultury kieruje się ku idealnej wspólnocie, idealnemu społeczeństwu. W konsekwencji takiego podejścia do kształtowania teatru pojawiły się monumentalne inscenizacje przeznaczone dla masowego widza. Pierwszą była głośna inscenizacja Maksa Reinhardta Król Edyp Sofoklesa. Sztukę wystawiono w 1910 roku na scenie Musikfesthalle w Monachium, a następnie przeniesiono do liczącego przeszło 5 tysięcy miejsc cyrku Schumanna w Berlinie. W 1911 roku na łamach „Tygodnika Ilustrowanego" ukazała się recenzja pod znamiennym tytułem Przyszła scena ludowa. Krytyk pisał: „Widownia i scena tworzą jedną, zespoloną organicznie całość. […] Reinhardt w Edypie pokazał, czym właściwie w dramacie jest tłum statystów. Ten tłum rozstrzyga o losach całego dramatu". Drugim przedstawieniem w monumentalnej inscenizacji było wystawienie w 1910 roku



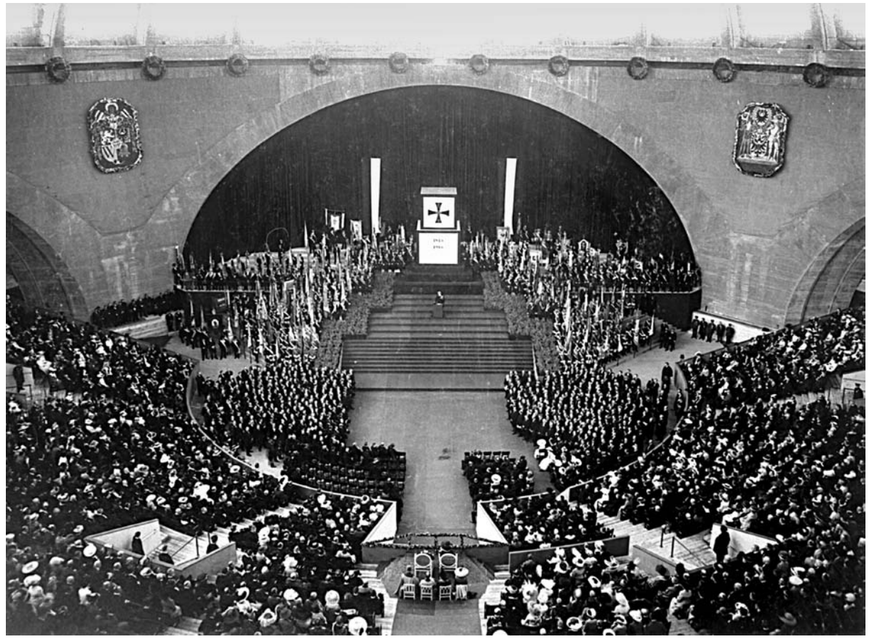
95 Scena końcowa Festspiel in deutschen Reimen Gerharta Hauptmanna, Niemcy-Atena piewcą pokoju, połączenie się widzów z aktorami, fotografia z 1913 r., wg „Schlesische Zeitung. Sondernummer" 1913.

w Olimpia Hall w Londynie Das Mirakel Karla Vollmoellera z muzyką Engelberta Humperdincka. Były to misteria opowiadające średniowieczne legendy o Matce Boskiej. Wszystkie te wielkie, masowe inscenizacje odbywały się w adaptowanych pomieszczeniach, nierzadko nieprzystosowanych do przyjęcia dużej masy ludzi. Dlatego Max Reinhardt niektóre swoje przedstawienia, jak choćby Jedermann według Hugona von Hofmannsthala, wystawiał na wolnym powietrzu przed katedrą w Salzburgu. Dopiero współpraca po pierwszej wojnie światowej Maksa Reinhardta z Hansem Poelzigiem i przebudowa w latach 1919–1920 w Berlinie dawnego cyrku Schumanna na Großes Schauspielhaus pozwoliła realizować przedstawienia dla masowego widza w przystosowanej do tego przestrzeni. Wcześniej jednak Max Reinhardt zaprezentował swoją trzecią wielką inscenizację właśnie w Hali Stulecia. O przedstawieniu Gerharta Hauptmanna we wrocławskiej budowli Max Berg napisał: „Inscenizacja ta wskazała wyraźnie drogę do osiągnięcia głębszego i bardziej wewnętrznego przeżycia i odczucia myśli poetyckiej. Przedstawienie udowodniło, że droga ta prowadzi do celu, jakim jest teatr ludowy".

W Hali Stulecia zmaterializowała się ekspresjonistyczna idea „teatru dla pięciu tysięcy", o jaką walczył Max Reinhardt. W końcowej scenie dramatu Gerharta Hauptmanna nastąpiło zjednoczenie aktorów z widzami, i to, co zainicjował Max Berg w swojej hali-teatrze, było dążeniem wielu artystów skłaniających się ku ekspresjonizmowi, a także twórców z kręgu Bauhausu, jak Walter Gropius czy Piscator, z ich „totalnym teatrem". Paradoksalnie, te modernistyczne eksperymenty inscenizatorskie mogły wywrzeć wpływ na aranżację masowych wystąpień



96 Hans Leistiko, szkic do scenografii przedstawienia Gerhardta Hauptmanna w Hali Stulecia, 1922 r., Deutsches Museum Monachium, archiwum, spuścizna Maksa Berga sygn. NL050-177.



97 Uroczystość Otwarcia Wystawy Stulecia w hali 20 maja 1913 r., reprodukcja z fotografii, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner koło Berlina.

filmowanych przez Leni Riefenstahl.

Inną artystyczną atrakcją wystawy w 1913 roku było wykonanie VIII Symfonii Gustawa Mahlera, zwanej Symfonią Tysiąca. W prasie pojawiły się komentarze: „Kolosalna budowla Hali Stulecia daje odpowiednie ramy dla gigantycznego dzieła Mahlera". W niedzielę 26 października 1913 roku, na zakończenie Wystawy Stulecia, wykonano IX symfonię Ludwiga van Beethovena.

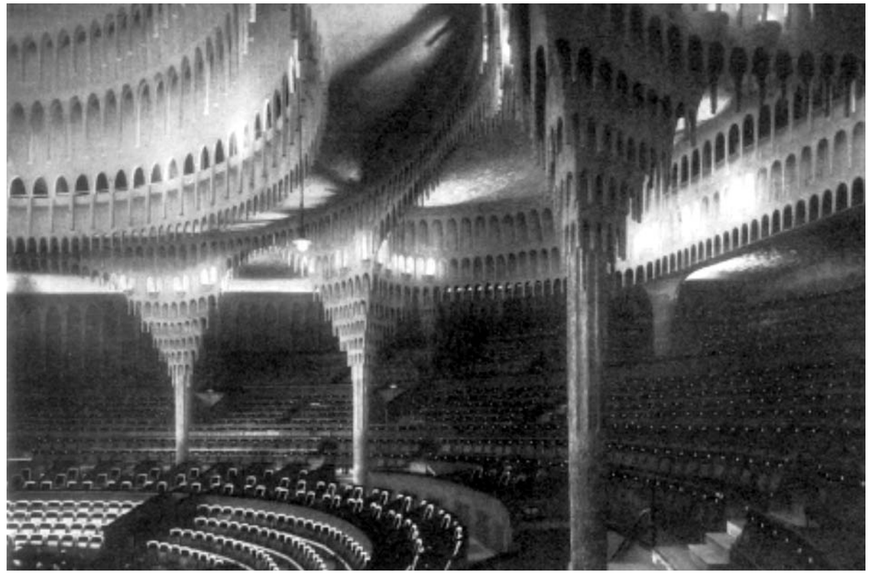
Max Reinhardt w czasie Wystawy Stulecia zaprezentował również widowisko Das Mirakel z udziałem chóru i 2 tysięcy statystów. Inscenizacja ta miała stanowić rekompensatę dla organizatorów wystawy, a także mieszkańców Wrocławia, za skandal spowodowany wystawieniem sztuki Gerharta Hauptmanna.

Korelacja Hali Stulecia i pozostałych pawilonów wystawowych z innymi dziedzinami sztuk pięknych – muzyką, plastyką i sztuką ogrodową – wykraczała poza idee Gesamtkunstwerku. Max Berg i Hans Poelzig stworzyli we Wrocławiu totalne dzieło sztuki, „totalny environment".

Tuż po pierwszej wojnie światowej Max Berg w manifeście artystycznym Przyszłe budownictwo miejskie we Wrocławiu jako wyraz przyszłej kultury pisał: „Wraz z rozwojem demokracji powstaną budowle, w których idee i dzieła sztuki będą dostępne dla każdego. Powstaną hale i małe sale przeznaczone na przedstawienia drama-

98 Plakat koncertu końcowego na Wystawie Stulecia, Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu, Gabinet Śląsko– Łużycki.

tyczne, muzyczne i na spotkania naukowe. Kosztowność przedstawień sztuki muzycznej i dramatycznej musi prowadzić do uproszczenia wystroju sceny według wzorów antycznych, gdyż celem jest podniesienie poziomu szerokich mas społeczeństwa. Wrocław stworzył już w okresie przedwojennym swoją »katedrę demokracji«, jak zwano Halę Stulecia". „Katedra demokracji" wskazuje również bardzo popularną przed pierwszą wojną światową ideę „domu ludowego". Zapatrywania polityczne Maksa Berga, mimo początkowych sympatii socjaldemokratycznych, można by raczej określić jako „socjalizm apolityczny". Istotę takiego politycznego myślenia określił Bruno Taut: „Istnieje słowo, za którym podąża biedny i bogaty, które wszędzie wydaje odgłos i tak samo obiecuje chrześcijaństwo w nowej formie [...]. By czuć się solidarnym ze wszystkimi ludźmi [...] socjalizm w sensie niepolitycznym, nadpolitycznym, daleki od wszelkiej formy panowania, jako prosty, skromny wzajemny związek ludzi, przechodzi ponad rozpadliną wojujących ze sobą stanów i narodów, łączy ludzi z ludźmi. Jeśli coś może ukoronować dzisiaj miasto, to jest to przede wszystkim wyraz tej myśli". Dla Brunona Tauta myśl tę wyrażała „Stadtkrone", dla Maksa Berga wyrażały ją wielkie hale, które miały „łączyć ludzi z ludźmi".
Kathleen James w studium o wrocławskiej budowli podkreśla, że Hala Stulecia była jednym z pierwszych przykładów architektury dla masowego odbiorcy w demokratyzującym się społeczeństwie epoki wilhelmińskiej. Autorka uważa, że w Niemczech przeciwnicy demokracji już od końca XIX stulecia próbowali wykorzystać kulturę masową do celów socjalnej i narodowej jedności. Polityczna sytuacja Niemiec skomplikowała się tuż przed pierwszą wojną światową. W 1912 roku partia socjaldemokratyczna stała się najsilniejszą partią w Reichstagu, elektorat zwrócił się tak mocno na lewo, że stanowiło to zagrożenie dla dotychczasowego status quo w parlamencie, w którym występowała równowaga między siłami liberalno-konserwatywnymi, reprezentującymi burżuazję, a arystokracją dworu cesarskiego. Sytuacja ta była nawet zagrożeniem dla ukonstytuowania nowego rządu. Z drugiej strony, wybory ujawniły głębokie przepaści klasowe, które zostały zdemaskowane przez socjalistów oraz zachwiały fundamentami mitu o niemieckiej jedności i zbieżnych interesach różnych klas społecznych. Kathleen James twierdzi, że sytuacja polityczna u schyłku epoki wilhelmińskiej zwróciła uwagę elit na możliwość utraty kontroli nad polityką narodową oraz systemem ekonomicznym przez wzrost roli mas pracowniczych. Jednocześnie pracodawcy zdawali sobie sprawę z możliwości konsumpcyjnych tych pracowników, którzy mogli wchłonąć wytwarzane towary, produkowane w takich ilościach, że dotychczasowy bogaty odbiorca już nie był w stanie tego uczynić. Nowy odbiorca był również konsumentem produktów kultury i rozrywki, kina, radia, teatru i innych. To właśnie przedsiębiorcy i architekci utworzyli Deutscher Werkbund, który miał się zająć poprawą jakości towarów, między innymi przez indywidualny i nowoczesny projekt artystyczny. Idee propagowane przez Deutscher Werkbund jeszcze przed pierwszą wojną światową były skierowane ku masowemu odbiorcy. Max Berg i miejskie władze Wrocławia starali się pozyskać dla idei budowy Hali Stulecia szerszy krąg odbiorców, wychodzący poza wyedukowaną burżuazyjną elitę, która dominowała w polityce i życiu kulturalnym miasta. Według pierwotnych założeń, budowla była przeznaczona dla 10 tysięcy osób, które mogły się tam znaleźć niezależnie od swojego statusu społecznego i doświadczać tych samych wrażeń estetycznych. Przez fakt wspólnego przebywania w jednym miejscu ludzie mogli tworzyli wspólnotę, która przełamywałaby bariery klasowe. Odpowiadało to doskonale bardzo popularnym w ówczesnych Niemczech teoriom socjologicznym, między innymi Maksa i Alfreda Weberów, Georga Simmla, Wernera Sombarta, przede wszystkim zaś Ferdinanda Tönniesa, zawartym w jego książce Gemeinschaft und Gesellschaft. Grundbegriffe der reinen Soziologie. Ferdinand Tönnies wyróżniał dwie formy życia ludzkiego – wspólnotę i społeczeństwo. Oparta na patriarchalnej rodzinie wspólnota była zjednoczoną wewnętrznie organizacją, obejmującą więzy krwi, miejsca i świadomości, utrzymującą się z uprawy ziemi. Była to naturalna forma więzów społecznych, której autor przeciwstawiał społeczeństwo – mechaniczną organizację nowoczesnego, zurbanizowanego życia w ramach narodowego państwa. Za Karolem Marksem podnosił krytykę współczesnego mu kapitalizmu, z nostalgią patrząc na przedindustrialne



99 Hans Poelzig, Großes Schauspielhaus w Berlinie, wg. G.A. Platz, Die Baukunst der neusten Zeit, Berlin 1930, s. 345.

formy społeczne, dążąc do zrekonstruowania tych mitycznych wspólnot przez likwidację podziałów w nowoczesnym życiu społecznym. Idee politycznej reformy wiązały się z powstałą w końcu XVIII wieku romantyczną tradycją niemiecką, w której sztuka miała być również refleksją nad społeczeństwem. W sztuce i architekturze symbolizowały ją historyczne epoki – style, dla których znakiem był na przykład centralny układ renesansowego kościoła czy gotycka katedra. Dopiero pod koniec XIX wieku nastąpiło przewartościowanie poglądów, a genezy architektury dopatrywano się bardziej w formie, konstrukcji i geometrii niż w historii. Według Kathleen James, około 1910 roku nastąpiła „fuzja teorii estetycznych, politycznych i eksperymentalnej architektury". Centralna przestrzeń Hali Stulecia była rozumiana przez współczesnych jako unikalna budowla wpisująca się w potrzeby nowego użytkownika – mas społecznych, dla których przestrzenna jedność stanowiła symbol społecznej harmonii. „Budowle, takie jak Hala Stulecia, symbolicznie rekonstruowały »organiczne« wspólnoty, które jedynie chwilowo zostały podzielone". Tym celom służył również niemiecki eksperyment w teatrze, jak choćby inscenizacja Maksa Reinhardta sztuki Gerharta Hauptmanna. Eksperymenty te – odwrotnie niż we Francji, gdzie artyści tworzyli dla wysublimowanego i wykształconego odbiorcy – awangardowi artyści niemieccy kierowali ku masowemu odbiorcy, przede wszystkim proletariatowi. Hala Stulecia, od początku przeznaczona na organizację przedstawień dramatycznych i koncertów, przez swoją nowatorską formę architektoniczną była wyznacznikiem nowego demokratycznego społeczeństwa.
Wystawa Stulecia i Hala Stulecia wywarły wielki wpływ na dalszą twórczość Maksa Berga i Hansa Poelziga.

Urzeczywistniona wówczas idea połączenia sztuki dramatycznej i muzycznej oraz masowych imprez z wielką przestrzenią architektoniczną zainspirowała Hansa Poelziga do rozwijania tego zagadnienia. Dzięki niemu myśl ta stała się motywem przewodnim ekspresjonistycznej fazy w historii architektury. Hala Stulecia antycypowała późniejsze dokonania Hansa Poelziga – jak Große Schauspielhaus i hala sportowa w Berlinie czy Festspielhaus w Salzburgu – i pod tym względem była pierwszym w pełni dojrzałym dziełem architektonicznym ekspresjonizmu. Po pierwszej wojnie światowej Max Berg próbował dalej rozwijać motyw monumentalnej architektury podobnego typu, tworząc wiele szkiców projektowych sali koncertowej dla Wrocławia, usytuowanej na dzisiejszym rondzie placu Powstańców Śląskich, w których z kolei dają się zauważyć czytelne związki z projektami Hansa Poelziga.

3.

Status dziedzictwa i konserwacji

3. Status dziedzictwa i konserwacji

3.1. Prawne uwarunkowania i ograniczenia (polskie i międzynarodowe)

3.1.1. Prawo polskie

Hala Stulecia, towarzyszące jej historyczne budowle i Tereny Wystawowe są objęte ochroną prawną wynikającą z wpisu do rejestru zabytków oraz uznania za pomnik historii. Zakres obowiązków właściciela wobec zabytków, ograniczenia prawa własności oraz zasady udzielania pozwoleń na prowadzenie prac remontowych i konserwatorskich regulują następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 23 lipca 2003 roku o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. z 2003 r., Nr 162, poz. 1568 ze zm.; tekst jednolity ogłoszony 10 września 2014 roku – Dz.U. z 2014 r., poz. 1446). Ustawa określa przedmiot, zakres i formy ochrony zabytków oraz opieki nad nimi, a także organizację organów ochrony zabytków. Na jej podstawie zostały wydane rozporządzenia określające zasady prowadzenie prac konserwatorskich, restauratorskich i robót budowlanych przy zabytkach.
- Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego z dnia 27 lipca 2011 roku w sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, prac restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich, badań architektonicznych i innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych (Dz.U. z 2011 r., Nr 165, poz. 987).
- Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego z dnia 13 marca 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, prac restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich, badań architektonicznych i innych działań przy zabytkach wpisanych do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych (Dz.U. z 2015 r., poz. 383).
- Rozporządzenie Ministra Kultury z dnia 6 czerwca 2005 roku w sprawie udzielania dotacji celowej na prace konserwatorskie, restauratorskie i roboty budowlane przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków (Dz.U. z 2005 r., Nr 112, poz. 940).

- Rozporządzenie Ministra Kultury z dnia 26 maja 2011 roku w sprawie prowadzenia rejestru zabytków, krajowej, wojewódzkiej i gminnej ewidencji zabytków oraz krajowego wykazu zabytków skradzionych lub wywiezionych za granicę niezgodnie z prawem (Dz.U. z 2011 r., Nr 113, poz. 661).

Ochrona zabytków wpisanych do rejestru zabytków jest uwzględniona w następujących aktach prawnych związanych z prawem budowlanym i zagospodarowaniem przestrzennym, które wymagają zgody konserwatora zabytków na przeprowadzenie prac budowlanych lub zmianę formy użytkowania terenu objętego ochroną konserwatorską:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane (tekst ujednolicony: Dz.U. z 1994 r., Nr 89, poz. 414 ze zm.).
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tekst ujednolicony: Dz.U. z 2003 r., Nr 80, poz. 717 ze zm.).
- Ustawa z dnia 3 października 2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2008 r., Nr 199, poz. 1227 ze zm.).

3.1.2. Prawo międzynarodowe

Hala Stulecia wraz z obszarem Terenów Wystawowych została wpisana w 2006 roku na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturalnego i Przyrodniczego Organizacji Narodów Zjednoczonych dla Wychowania, Nauki i Kultury (w skrócie: World Heritage List UNESCO lub Lista Światowego Dziedzictwa UNESCO). Podstawę prawną wpisu oraz monitoringu i kontroli organu wykonawczego, jakim jest Centrum Światowego Dziedzictwa, stanowią:

- Konwencja w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego, przyjęta w Paryżu dnia 16 listopada 1972 roku, ratyfikowana przez Polskę w 1976 roku, (Dz.U. z 1976 r., Nr 32, poz. 190).
- Wytyczne operacyjne do realizacji Konwencji Światowego Dziedzictwa Organizacji Narodów Zjednoczonych dla Wychowania, Nauki i Kultury (obowiązuje wersja przyjęta 8 lipca 2015 roku – Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention – 8 July 2015 (WHC.15/01)).

3.2. Status dziedzictwa

3.2.1. Rejestr zabytków

Decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków z 24 kwietnia 1962 roku Hala Stulecia została wpisana do rejestru zabytków pod numerem A/5291/198 i objęta ochroną prawną jako zabytek o wartościach artystycznych, historycznych i naukowych, którego zachowanie leży w interesie publicznym.

Decyzją z 15 kwietnia 1977 roku – nr rejestru A/5259/343/Wm – zakres ochrony poszerzono o „Zespół Hali Stulecia i dawnych Terenów Wystawowych", obejmujący: Halę Stulecia, Pawilon Czterech Kopuł, pawilon restauracyjny, pergolę, kolumnadę i iglicę.

Decyzją z 19 kwietnia 2013 roku – nr rejestru A/5867 – objęto ochroną Pawilon Przemysłu Wystawy Ziem Odzyskach, obecnie siedziba Instytutu Automatyki Systemów Energetycznych (IASE).

Decyzją z 12 czerwca 2014 roku – nr rejestru A/5926 – objęto ochroną dawne sanatorium dzienne dla dzieci, następnie jedne z pawilonów Wystawy Ziem Odzyskanych.

Decyzją z 28 lutego 2015 roku – nr rejestru A/5953 – objęto ochroną Pawilon Targowy zwany Halą Państw obecnie siedziba Centrum Technologii Audiowizualnych CeTA.

3.2.2. Pomnik Historii ustanowiony w 2005 roku

Status pomnika historii jest przyznawany przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej wpisanym do rejestru zabytków zabytkom nieruchomym o szczególnej wartości historycznej, naukowej i artystycznej, materialnym i niematerialnym, utrwalonym w powszechnej świadomości i mającym duże znaczenie dla dziedzictwa kulturalnego Polski.

Hala Stulecia została uznana za Pomnik Historii rozporządzeniem Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 kwietnia 2005 roku (Dz.U. z 2005 r., Nr 64, poz. 570). W rozporządzeniu stwierdzono, że celem ochrony pomnika historii „Wrocław – Hala Stulecia" jest „zachowanie, ze względu na wartości architektoniczne i przestrzenne, budowli uznawanej za jedno z najważniejszych dzieł architektury światowej XX stulecia".

3.2.3. Wpis na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO w 2006 roku

W 2006 roku Hala Stulecia została wpisana przez Komitet UNESCO na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO (Hala Stulecia we Wrocławiu – Decyzja: WHC-14/38.COM/8E Doha, Katar, 15-25 czerwca 2014 – Retrospektywne orzeczenie wyjątkowej uniwersalnej wartości).

Krótki opis

Hala Stulecia we Wrocławiu, kamień milowy w historii architektury żelbetowej, została wzniesiona w latach 1911–1913 przez architekta Maksa Berga. Budowla w rzucie ma kształt symetrycznego czterolistka z ogromnym okrągłym pomieszczeniem centralnym, nakrytym żebrową kopułą zwieńczoną latarnią. Jej wnętrze może pomieścić do 10 tysięcy osób.

Hala Stulecia to wybitny przykład wczesnego modernizmu i innowacyjnego wykorzystania konstrukcji żelbetowych w budownictwie. W momencie budowy była to największa wzniesiona dotychczas kopuła z żelbetu na świecie. Odegrała ważną rolę w stworzeniu nowego rozwiązania technologicznego o wysokiej wartości estetycznej, które stało się istotnym punktem odniesienia w projektowaniu przestrzeni publicznych i w dalszej ewolucji tej technologii. Budynek nawiązuje do form historycznych, jednocześnie zaś jest pionierskim dziełem odpowiadającym na kształtujące się potrzeby społeczne, które obejmowały następujące funkcje: sala zgromadzeń, sala widowiskowa, przestrzeń wystawiennicza czy miejsce wydarzeń sportowych. Budowla stanowi przełom w historii współczesnej architektury.

Tereny Wystawowe, których głównym elementem jest zlokalizowana na przecięciu głównych osi kompozycyjnych Hala Stulecia, stanowią integralną całość przestrzenną. Zostały one zaprojektowane wspólnie przez Maksa Berga i Hansa Poelziga. Po zachodniej stronie Hali Stulecia znajduje się monumentalny plac wzorowany na starożytnym forum, poprzedzony wzniesioną w 1925 roku kolumnadą wejścia głównego. Po północnej stronie placu mieści się Pawilon Wystawy Historyczno-Artystycznej, znany pod nazwą Pawilonu Czterech Kopuł, wzniesiony w latach 1912–1913 według projektu Hansa Poelziga. W północnej części Terenów Wystawowych znajduje się betonowa pergola otaczająca staw. Od Hali Stulecia oddziela ją budynek mieszczący restaurację z otwartym tarasem.

W projekcie Terenów Wystawowych połączono nowe elementy z południową częścią dziewiętnastowiecznego

parku Szczytnickiego, wykorzystaną do prezentacji tematycznych ekspozycji ogrodowych, których przykładem jest Ogród Japoński, i czasowej Wystawy Sztuki Cmentarnej, której pozostałością jest osiemnastowieczny drewniany kościół, przeniesiony tutaj z Górnego Śląska w 1912 roku.

Kryterium I

Hala Stulecia we Wrocławiu to przykład kreatywności i innowacji w zakresie rozwoju technologii budowy wielkoprzestrzennych konstrukcji żelbetowych. Hala Stulecia zajmuje kluczową pozycję w ewolucji metod wzmacniających w architekturze i stanowi jeden z punktów kulminacyjnych w historii zastosowania metalu we wzmacnianiu konstrukcji.

Kryterium II

Hala Stulecia to pionierskie dzieło inżynierii i architektury modernistycznej, odzwierciedlające istotną wymianę wpływów na początku XX wieku, stanowiące kluczowy punkt odniesienia w późniejszym rozwoju konstrukcji żelbetowych.

Kryterium IV

Stanowiąca część wrocławskich Terenów Wystawowych Hala Stulecia to wyjątkowy przykład modernistycznej architektury rekreacyjnej, która służyła wielu celom – od organizacji konferencji i wystaw, przez koncerty, po spektakle teatralne i operowe.

Integralność

Tereny Wystawowe wraz z Halą Stulecia zachowały swoją integralność kompozycyjną w granicach dobra. Jako całość utrzymały strukturalną i wizualną integralność. Także sposób użytkowania Terenów Wystawowych pozostaje zgodny z pierwotnie zamierzonymi funkcjami.

Od czasu wzniesienia Hala Stulecia pozostaje w pełni kompletna i oryginalna pod względem konstrukcji i użytych materiałów. Budynek przeszedł wiele remontów, które miały na celu utrzymanie go w odpowiednim stanie technicznym i wymianę instalacji zgodnie z obowiązującymi normami bezpieczeństwa dla obiektów użyteczności publicznej.

W granicach dobra znajduje się cała zachowana centralna część Terenów Wystawowych. Po zakończeniu Wystawy Stulecia w 1913 roku usunięto czasowe elementy architektoniczne i sezonowe nasadzenia ogrodowe. Niektóre stałe konstrukcje, jak dach kolumnady wejścia głównego czy budynek restauracyjny z otwartym tarasem, zostały zniszczone w wyniku drugiej wojny światowej.

Mimo pewnych strat Tereny Wystawowe zachowały najważniejsze elementy umiejscowione przy dwóch głównych osiach kompozycyjnych: Halę Stulecia, Pawilon Czterech Kopuł, kolumnadę wejścia głównego i pergolę wraz ze stawem. Zachowały się ponadto Ogród Japoński i drewniany barokowy kościół.

W 1948 roku kompozycja Terenów Wystawowych została uzupełniona stalową iglicą projektu Stanisława Hempla, którą umieszczono pośrodku „forum".

Wszystkie inwestycje planowane na terenie dobra i jego strefy buforowej wymagają wnikliwego przeanalizowania, aby uniknąć ich niekorzystnego wpływu na wyjątkową uniwersalną wartość dobra.

100 Dyrektor generalny UNESCO Koichiro Matsuura i prezydent miasta Wrocławia Rafał Dutkiewicz z certyfikatem wpisu w 2006 roku Hali Stulecia na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Naturalnego UNESCO, fot. 4.06.2007, Muzeum Architektury.

Autentyczność

Hala Stulecia i Tereny Wystawowe w granicach wpisu zachowały oryginalny spójny układ przestrzenny i stałe elementy kompozycji. Hala Stulecia jest budowlą w pełni autentyczną pod względem formy architektonicznej, specyficznej techniki budowy i materiałów. Budynek znajduje się w dobrym stanie po przeprowadzonych pracach renowacyjnych, mających na celu konserwację oraz funkcjonalną i techniczną modernizację

Pozostałe obiekty zespołu wystawowego charakteryzują się zróżnicowanym stanem technicznym i zachowania substancji zabytkowej. Dobro jest wykorzystywane zgodnie z pierwotnie zamierzonymi funkcjami.

Ochrona i zarządzanie

Cały obszar dobra (36,69 ha) jest objęty ochroną prawną na mocy przepisów o ochronie zabytków, których realizację prowadzą państwowe i samorządowe służby konserwatorskie.

Uzupełnieniem systemu ochrony prawnej obszaru są wieloletnie działania samorządu lokalnego, dzięki którym cały obszar w strefie buforowej (189,68 ha) został objęty miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego chroniącymi obszar dobra na poziomie prawa miejscowego zgodnie z zapisami Ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym.

Wszystkie prace konserwatorskie i inwestycyjne są poprzedzane stosownymi studiami historycznymi i badaniami oraz analizami środowiskowymi uwzględniającymi uwarunkowania przestrzenne. Działania te wymagają każdorazowo zatwierdzenia programu prac i stosownego pozwolenia ze strony służb konserwatorskich.

Obszar dobra pozostaje w gestii kilku podmiotów prawnych o różnym profilu działalności, w związku z czym poszczególne budynki i przestrzenie pełnią zróżnicowane funkcje. Główna część kompleksu Hali Stulecia pełni funkcję centrum wystawienniczo-konferencyjnego i powszechnie dostępnego terenu rekreacyjnego, zgodnie z jej pierwotnym przeznaczeniem.

Wszystkie inwestycje planowane na terenie dobra i jego strefy buforowej muszą być podporządkowane ochronie wyjątkowej uniwersalnej wartości, zachowaniu jego charakteru i historycznych uwarunkowań przestrzennych.

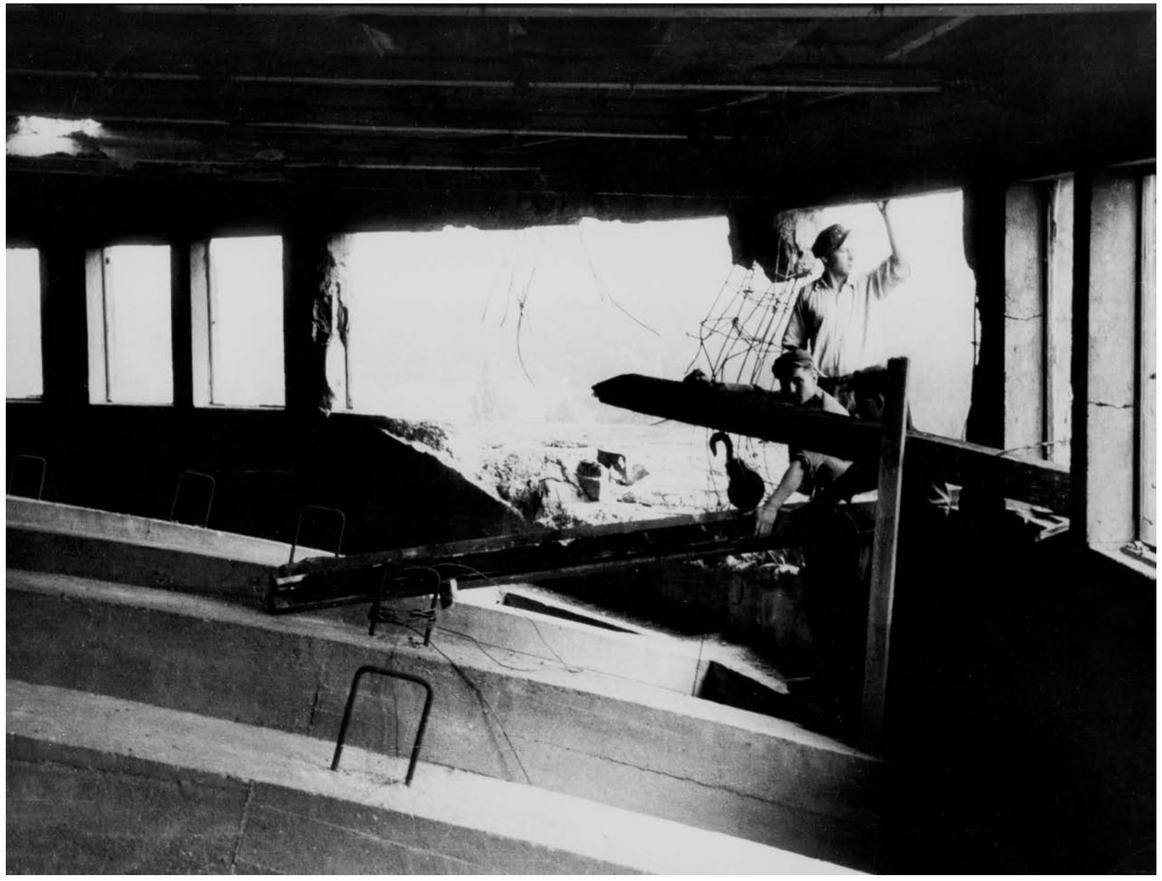
Osiągnięciu tego celu będzie służył Konserwatorski Plan Zarządzania dla obszaru wpisanego na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO. Zadaniem dokumentu jest skoordynowanie działań w obszarze zarządzania oraz monitoringu kompleksu Hali Stulecia i strefy buforowej. Dokument ten zapewni zrównoważone wykorzystanie i funkcjonowanie całego kompleksu – przy uwzględnieniu kwestii społecznych, środowiskowych i ekonomicznych – oraz pełnego wykorzystania potencjału turystycznego i walorów krajobrazowych budynku i jego otoczenia.

3.3. Historia i stan konserwacji

3.3.1. Remonty i zmiany dokonane w Hali Stulecia w latach 1945–2007

Daty roczne oznaczają czas realizacji prac lub wykonania projektów zachowanych w archiwach (z wyjątkiem ostatniego remontu w latach 2009–2011), ponieważ realizacja często następowała później. Nie ma jednak pewności, czy wszystkie projekty były realizowane. W wielu wypadkach nie sporządzano dokumentacji powykonawczej. W większości rezultaty prac wykonywanych do 2009 roku nie są już widoczne.

101 Zniszczenia Hali Stulecia, fotografia z 1945 roku, Zakład Narodowy im. Ossolińskich we Wrocławiu.



102 Zniszczenia Hali Stulecia, fotografia z 1945 roku, Zakład Narodowy im. Ossolińskich we Wrocławiu.

Spis nie obejmuje zmian dokonywanych w instalacjach: elektrycznej, wodno-kanalizacyjnej, centralnego ogrzewania, wentylacyjnej, przeciwpożarowej, gazowej, akustycznej, telefonicznej i telewizyjnej – jeśli projekty dotyczył wyłącznie instalacji bez robót budowlanych zmieniających architekturę budynku.

1946–1948
Prowizoryczne zabezpieczenie budynku. Następnie – do 1948 roku – usunięcie zniszczeń wojennych. Naprawa miejscowo uszkodzonych stropów tarasowych dachów kopuły, naprawa i odtworzenie zniszczonych filarów bębna latarni od strony południowej. Całkowita wymiana przeszkleń okien z żółtych na bezbarwne, naprawa uszkodzonej stolarki okiennej. Demontaż organów, które przeniesiono do wnętrza odbudowanej wrocławskiej katedry.

1960
Przebudowa pomieszczeń biurowych. Projekt obejmował prace budowlane, instalację elektryczną i centralnego ogrzewania.

1972
Zmiana kolorystyki okien. Projekt niezrealizowany.

1974
Remont świetlików nad obejściem. Dokumentacja obejmowała inwentaryzację i projekt techniczny.

1978
Wymiana żelbetowych elementów attyk parteru. Projekt, opracowany przez architekta J. Stasiunkiewicza w 1976 roku, obejmował inwentaryzację, ekspertyzę techniczną zakresu i sposobu przeprowadzenia remontu, obliczenia statyczne, projekt formy do produkcji prefabrykowanych elementów attyk.

1980
Adaptacja pomieszczeń na cele zaplecza sportowego – szatnie, pomieszczenia sanitarne. Projekt obejmował prace budowlane oraz instalacje elektryczną, wentylacyjną, centralnego ogrzewania i wodno-kanalizacyjną.

1983–1984
Przebudowa części pomieszczeń obejścia przeznaczonych na zaplecze imprez. Projekt obejmował prace budowlane oraz instalacje elektryczną i wodno-kanalizacyjną.

1985
Budowa schodów na zasceniu.

1985
Instalacja stropu podwieszonego i schodów żelbetowych w trzech pomieszczeniach zaplecza o wysokości pierwotnej 5,93 m.

1985–1987
Modernizacja sali recepcyjnej (dawna kawiarnia „Pod Iglicą", obecnie Sala Cesarska) i jej zaplecza gastrono-

103 Wnętrze Hali Stulecia, fotografia 1970, Muzeum Architektury.

104 Wnętrze Hali Stulecia, fotografia 1970, Muzeum Architektury.

micznego. Projekt obejmował prace budowlane oraz instalacje elektryczną, centralnego ogrzewania, wodno-kanalizacyjną, przeciwpożarową i wentylacyjną.

1993
Wymiana trzech par drzwi zewnętrznych na wzorowane na historycznych.

1994
Wymiana części okien kopuły żebrowej (16 na poziomie pierwszym od góry, 64 na poziomie drugim od góry, 96 na poziomie trzecim od góry) i remont stolarki okiennych na tych trzech poziomach.

1996–1997
Modernizacja wnętrza według opracowanej w 1995 roku koncepcji konkursowej architekta Leszka Konarzewskiego. Prace dotyczyły: głównej sali, strefy wejścia głównego, obejścia i dachów całego budynku.
Projekt obejmował zmianę kolorystyki wnętrz, prace budowlane oraz instalacje sanitarne, elektryczne, elektroakustyczne, TV, wentylacyjne, przeciwpożarowe, systemów audiowizualnych.
Sala główna – sala widowiskowa:

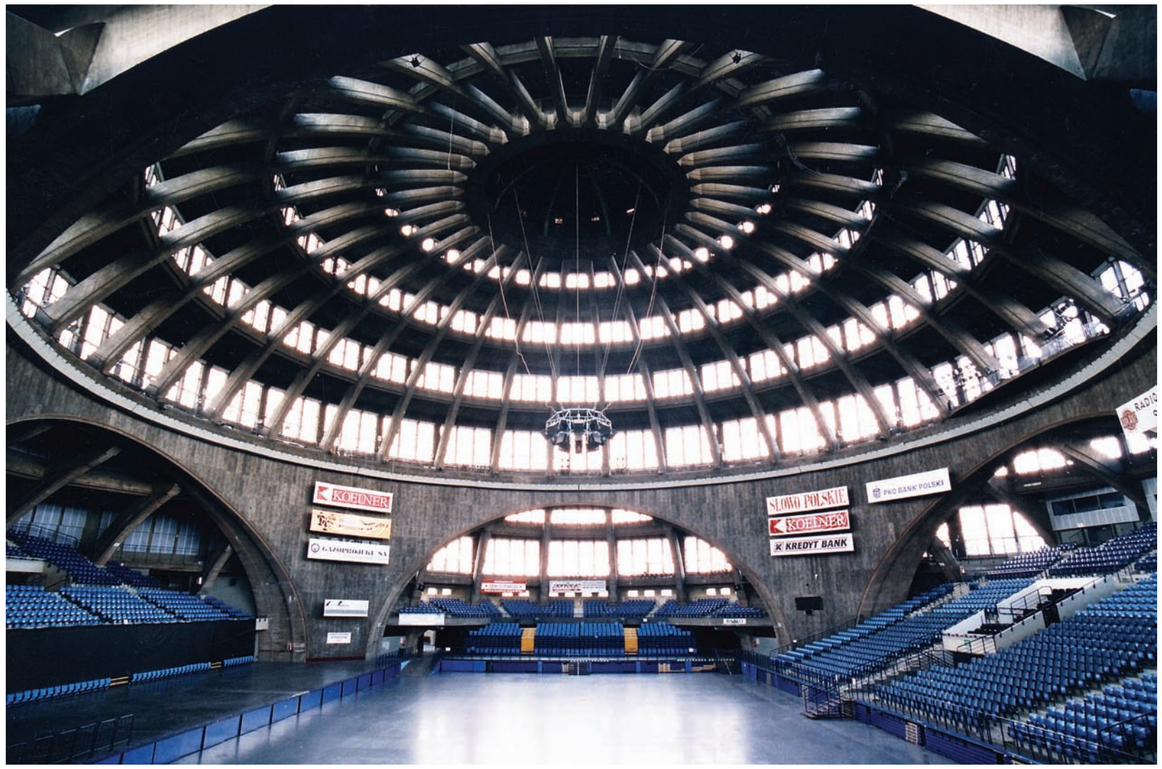
- iniekcyjne wzmocnienie posadowienia fundamentów widowni i estrady (poz. 183 w spisie A),
- przebudowa areny (obniżenie poziomu posadzki o 1,20 m),

105 Hala Stulecia widok od wschodu, fotografia 2004, Stanisław Klimek.

106 Hala Stulecia widok od zachodu, wejście główne, fotografia 2004, Stanisław Klimek.

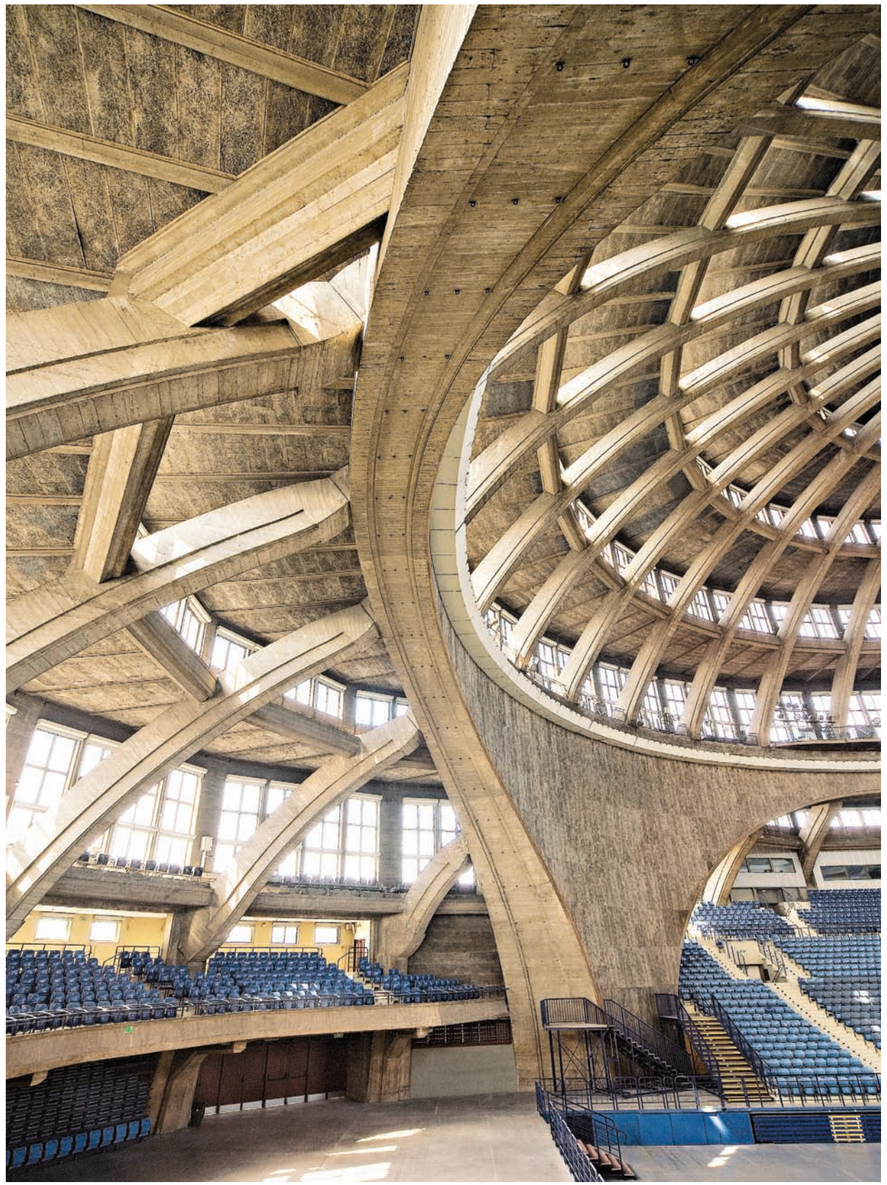
107 Hala Stulecia, wnętrze, fotografia 1998, Waldemar Borski, Muzeum Architektury we Wrocławiu.

108 Hala Stulecia, wnętrze, fotografia 1998, Waldemar Borski, Muzeum Architektury we Wrocławiu.



109 Hala Stulecia, wnętrze, fotografia 1998Waldemar Borski, Muzeum Architektury we Wrocławiu.

110 Hala Stulecia, wnętrze, fotografia 1998, Waldemar Borski, Muzeum Architektury we Wrocławiu.



111 Hala Stulecia, wnętrze, fotografia 2004, Stanisław Klimek.

- przebudowa apsydy wschodniej – estradowej (nowa żelbetowa płyta trybuny za estradą, część podziemna – fundamenty, schody, kanał instalacyjny, kanał ekranu),
- przebudowa widowni apsydy zachodniej – wejścia głównego, (remont żelbetowej trybuny od poziomu 0,00 do poziomu +5,94 m oraz budowa żelbetowej trybuny od poziomu +6,29 i wyżej), w tym poręcze i balustrady,
- balkony apsyd południowej i północnej – winda osobowa i towarowa, podnośnik śrubowy, podesty z krat stalowych, kanały instalacyjne i studzienki, ekrany i pochłaniacze akustyczne, podest zdejmowany dla niepełnosprawnych w loży, balustrada pochylni zewnętrznej dla niepełnosprawnych,
- zainstalowanie nowych siedzisk widowni apsydy zachodniej i balkonów apsyd południowej i północnej,
- remont schodów z obejścia na widownie balkonów empor południowej i północnej,
- wykonanie rampy wjazdu dla samochodów ciężarowych na arenę sali głównej.

Dachy:

- pokrycie i izolacja termiczna dachu obejścia,
- wymiana na szkło organiczne górnych przeszkleń świetlików obejścia.

Obejście:

- przebudowa toalet (poza strefą wejścia głównego),
- remont sal kwadratowych i poligonalnych,
- remont posadzki,
- remont stolarki i ślusarki drzwi,
- wymiana części okien obejścia,
- malowanie ścian na podstawie badań stratygraficznych Jana Żelbromskiego,
- nowa aranżacja wnętrza restauracji.

1996

Modernizacja baru w sali obejścia i przekształcenie na restaurację o ograniczonej działalności gastronomicznej.

1998

Dostosowanie sali głównej do zawodów bokserskich. Remont pokrycia dachu sali głównej.

1999

Wykonanie przesłon (rolety) w oknach kopuły żebrowej sali głównej.

2000–2001

Dostosowanie ruchomej widowni sali głównej do widowisk sportowych i estradowych. Nowy system numeracji miejsc. Wentylacja sali poligonalnej. Przebudowa zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części obejścia (pomieszczenia nr 39, 40, 47).

2004–2005

Modernizacja i remont obejścia:

- przebudowa czterech zespołów toalet w obejściu,
- przebudowa dwóch zespołów toalet w obejściu,

- klimatyzacja sali owalnej nr 56, instalacja elektryczna i teleelektryczna,
- wymiana drzwi zewnętrznych wejścia głównego z powtórzeniem form historycznych,
- renowacja drzwi wewnętrznych strefy holu głównego,
- renowacja posadzki i słupów holu głównego,
- renowacja ścian foyer pod widownią główną w apsydzie zachodniej,
- renowacja ścian holu południowego,
- wymiana posadzki wiatrołapu wejścia głównego,
- renowacja schodów z obejścia na widownię,
- renowacja żelbetowych kolumn portyku,
- roboty malarskie ścian i sufitów holu głównego, holów od południa i wschodu oraz sali konferencyjnej (Sali Cesarskiej) z uwzględnieniem nowej kolorystyki,
- wymiana drzwi zewnętrznych holi kwadratowych nr 7, 12, 17,
- wymiana ewakuacyjnych drzwi zewnętrznych z obejścia,
- wymiana okien w obejściu na poziomie parteru,
- renowacja drzwi wewnętrznych holi kwadratowych nr 4, 7, 12, 17, sal poligonalnych oraz pozostałych drzwi do pomieszczeń pomocniczych,
- renowacja wrót – drzwi zewnętrznych nr 16,
- renowacja bocznych drzwi wyjściowych z sali widowiskowej do obejścia,
- renowacja kamieniarki holu kwadratowego nr 7,
- malowanie ścian i sufitów lewej strony obejścia, holu nr 7, sal poligonalnych nr 31 i 42 oraz dolnej powierzchni świetlików,
- roboty budowlane w pomieszczeniach nr 44, 45, 46,
- remont instalacji wody zimnej w obrębie piwnic,
- klimatyzacja i ogrzewanie sali owalnej nr 31,
- wentylacja strony prawej obejścia w strefie holu głównego,
- wentylacja strony lewej obejścia w strefie holu głównego,
- wymiana instalacji elektrycznej holu kwadratowego nr 17,
- wymiana instalacji elektrycznej holu nr 7 oraz sal poligonalnych nr 31 i 42,
- instalacje teletechniczne holu nr 7 oraz sal poligonalnych nr 31 i 42,
- adaptacja i przebudowa lokalu gastronomicznego na galerię.

2006–2007

Modernizacja Baru Max w południowo-zachodniej części obejścia. Remont dachów (w tym świetlików) strefy obejścia – zmiana pokrycia i izolacji termicznej dachów wraz z wymianą świetlików, zamontowanie instalacji odgromowej. Naprawa uszkodzeń attyki nad obejściem, jej mocowania i kolumn portyku wejścia głównego.

3.3.2. Remont i konserwacja Hali Stulecia w latach 2009–2011

2009

Renowacja elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku oraz wzmocnienie dolnego pierścienia rozciąganego kopuły żebrowej.

Renowacja betonowej elewacji budynku została poprzedzona ekspertyzami technicznymi i badaniami stratygraficznymi powierzchni betonu. W tej części remontu wykonano:

112 Hala Stulecia, remont wnętrza, fotografia 2011, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

113 Hala Stulecia, remont wnętrza, fotografia 2011, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

- oczyszczanie elewacji w sposób niepowodujący uszkodzeń – zastosowano technologię strumieniowo-ścierną w osłonie wodnej (piaskowanie w osłonie wodnej) dwuetapowo (pierwszy etap – mycie i czyszczenie całej powierzchni w sposób nieniszczący faktury szalunku, drugi etap – czyszczenie mocniejsze tylko powierzchni do napraw betonu – ubytki i odspojenia),
- naprawę ubytków z koniecznym zabezpieczeniem zbrojenia, reprofilację nawiązującą do oryginalnej faktury sąsiadujących powierzchni,
- wzmocnienie struktury betonu impregnatem paroprzepuszczalnym,
- scalenie kolorystyczne za pomocą powłok laserunkowych w celu uzyskania koloru betonu nawiązującego do pierwotnej kolorystyki.

Renowacja stolarki okiennej (z wyjątkiem strefy parteru obejścia, gdzie okna zostały wymienione podczas poprzednich remontów w latach 1997–2006) – łącznie 613 okien i troje drzwi w strefie kopuły oraz 33 okna i dwoje drzwi w poziomie piwnic. Program prac oparto na wykonanych w 2007 roku szczegółowych badaniach konserwatorskich i ekspertyzie stanu zachowania stolarki okiennej. Prace obejmowały:

- demontaż ram i skrzydeł okiennych, ich oznaczenie i transport do stolarni w specjalnych pojemnikach,
- oczyszczenie stolarki (po usunięciu szyb i okuć) metodą termiczną i mechaniczną oraz szlifowanie i uzupełnienie ubytków za pomocą fleków lub szpachli,
- wymiana elementów stolarki zniszczonych biologicznie lub mechanicznie oraz odtworzenie w całości okien zniszczonych w ponad 50%,
- impregnacja i malowanie farbami nawierzchniowymi,
- szklenie stolarki szkłem ornamentowym o odcieniu żółtawym,
- montaż okien w budynku.

Renowacja stolarki okiennej w obrębie parteru obejścia – dostosowanie formalne do wzorów historycznych okien wymienionych w latach 1997–2006. Prace obejmowały:

- zamianę wewnętrznych międzyszybowych szprosów na zewnętrzne,
- dodanie drewnianych okapników do skrzydeł okiennych.

Renowacja pokrycia dachów budynku. Prace obejmowały:

- ocieplenie stropodachów na wszystkich poziomach kopuły,
- pokrycie papą i zastosowanie blachy miedzianej do opierzeń,
- renowację elementów stalowych – maszt flagowy składany, ośmiokątny pomost ażurowy wokół masztu, zewnętrzne drabiny, balustrada na dachu klatki schodowej.

Wzmocnienie dolnego pierścienia rozciąganego kopuły żebrowej.

Po badaniach konstrukcji pierścienia podjęto decyzję o wprowadzeniu dodatkowego wzmocnienia. Zastosowano wzmocnienie za pomocą kabli stalowych napiętych na powierzchni bębna pierścienia rozciąganego, zabezpieczonych antykorozyjnie i antyogniowo. Zamontowano 27 lin (z drutami ocynkowanymi w powłoce HDPE wypełnionej smarem) średnicy 15,7 mm, zestawionych w dziewięć kabli w rurach osłonowych średnicy 50 mm z tworzywa sztucznego, wypełnionych iniektem cementowo-wodnym. Wzmocnienie pokryto warstwą betonu niskoskurczowego, fakturą i kolorem dostosowaną do elewacji.

2011

Remont wnętrza.

Projekt obejmował prace budowlane oraz całkowitą wymianę instalacji wodno-kanalizacyjnej, centralnego ogrzewania, wentylacyjnej i klimatyzacyjnej, elektrycznej, telekomunikacyjnej i niskoprądowej, przeciwpożarowej, informatycznej i dozorowej.

114 Hala Stulecia, remont wnętrza, fotografia 2011, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

115 Hala Stulecia, remont wnętrza, fotografia 2011, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

116 Hala Stulecia, remont wnętrza, fotografia 2011, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

117 Hala Stulecia, remont wnętrza, fotografia 2011, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

118 Hala Stulecia widok od północy, fotografia 2014, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

W ramach remontu wnętrza wykonano:
w sali głównej – sali widowiskowej:

- przebudowę płyty posadzki w sali głównej – podwyższenie poziomu posadzki – powrót do oryginalnego z jednoczesnym powiększeniem i pogłębieniem strefy podziemnej do poziomu –3,70 m,
- przebudowę widowni i montaż nowych krzeseł – wyburzenie żelbetowych trybun z 1996 roku i montaż żelbetowej konstrukcji dla stalowych trybun teleskopowych,
- montaż centrali wentylacyjnej i kanałów wentylacji mechanicznej w przestrzeniach międzystropowych i pod trybunami,
- wymianę okładzin akustycznych typu „Heraklith" na powierzchniach czterech filarów dźwigających kopułę i w strefie widowni,
- nową izolację termiczną na podniebieniu stropu pierścienia nad widownią,
- instalację klap oddymiających w ostatnim pierścieniu kopuły,
- wzmocnienie konstrukcji latarni za pomocą taśm z włókien węglowych,
- wymianę okiennych żaluzji metalowych na materiałowe niepalne z pełną automatyką otwierania,

w obejściu:

- nowe betonowe posadzki obejścia z powodu konieczności wykonania kanału na instalacje wodno-kanalizacyjne i grzewcze, przy tym układ dylatacji posadzki powtórzył układ zastosowany w 1913 roku, zatarty podczas kolejnych remontów,
- wymianę wszystkich instalacji,
- zmianę wystroju holów wejściowych – usunięcie wtórnych kamiennych okładzin wprowadzonych w latach 1936–1937, usunięcie podwieszonego sufitu w holu zachodnim, odsłonięcie oryginalnej struktury architektonicznej ścian z surowego betonu w holu zachodnim i częściowo w holach południowym i północnym, oczyszczenie betonu metodą strumieniowania wodą w obiegu zamkniętym z dodatkiem detergentu, uzupełnienie ubytków, reprofilacja, scalenie kolorystyczne powierzchni betonowej ścian po dokonaniu napraw,
- przebudowę pomieszczeń dostępnych z obejścia – cztery zespoły szatni dla drużyn sportowych oraz pomieszczenia dla trenerów i obsługi zawodników,
- likwidację wszystkich pomieszczeń biurowych i pomocniczych w obejściu, które urządzono po 1913 roku,
- wydzielenie ściankami działowymi pomieszczenia gospodarczego na wschód od południowo-wschodniej sali poligonalnej,
- powiększenie pomieszczeń sanitarnych,

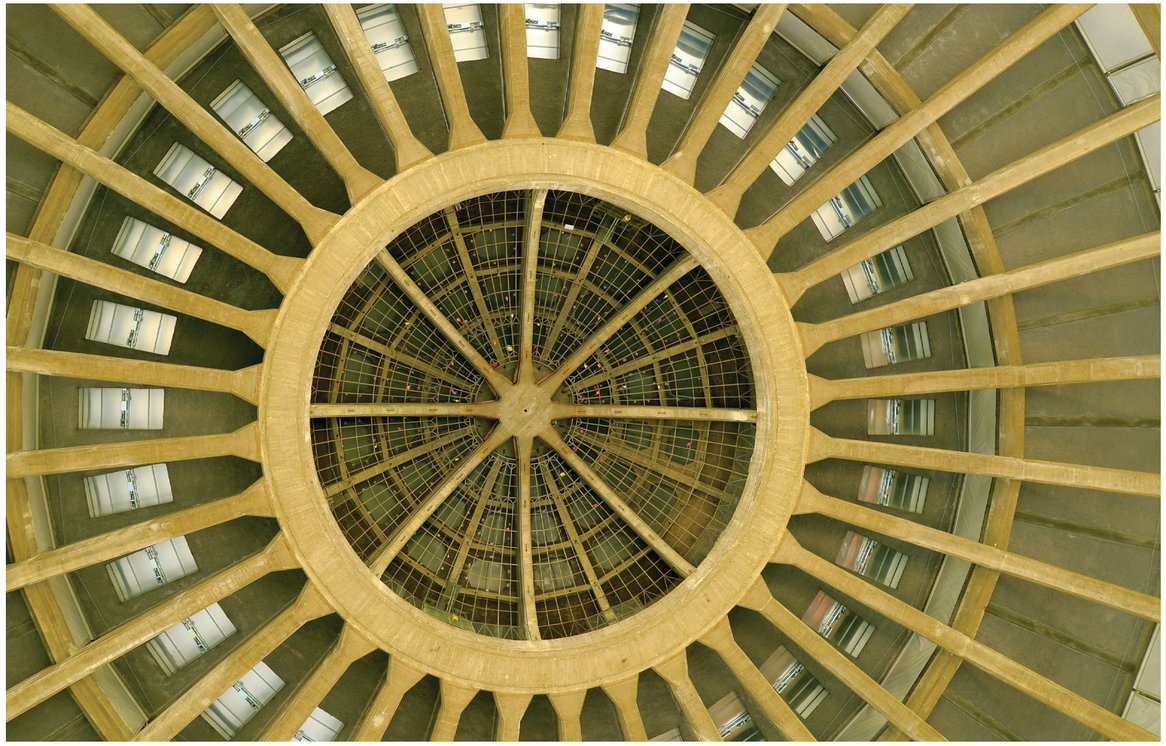
w Sali Cesarskiej:

- badania stratygraficzne mające na celu ustalenie pierwotnego sposobu opracowania ścian i kolorystyki,
- modernizację sali – położenie nowego drewnianego parkietu i malowanie ścian,
- montaż klimatyzacji,
- modernizację zaplecza sali.

2011–2012

Budowa w trzech sekcjach południowo-zachodniej części obejścia ekspozycji muzealnej zatytułowanej „Centrum Poznawcze", ukazującej historię Hali Stulecia na tle rozwoju modernizmu we Wrocławiu, w Niemczech i na świecie oraz modernistyczne obiekty na Liście Światowego Dziedzictwa UNESCO.

120 Hala Stulecia widok od zachodu, fotografia 2015, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.



121 Hala Stulecia wnętrze, żebra kopuły, fotografia 2015, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

122 Hala Stulecia wnętrze, fotografia 2015, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

123 Hala Stulecia wnętrze, obejście, fotografia 2015, Mirosław Łanowiecki, Muzeum Architektury.

3.3.3. Stan zachowania

Hala Stulecia znajduje się w stanie dobrym, co potwierdziły badania techniczne wykonane w ramach przygotowania Konserwatorskiego Planu Zarządzania. Przeprowadzone w latach 2009–2011 remonty i prace konserwacyjne miały na celu zachowanie autentyczności użytych pierwotnie materiałów budowlanych przy zastosowaniu technologii utrzymujących ich zabytkowy charakter. Współczesne wymagania stawiane obiektom użyteczności publicznej zostały spełnione według zasady dodawania instalacji do istniejącej struktury, bez naruszania oryginalnych elementów konstrukcji. Starano się przy tym dostosować nowe elementy do estetyki budynku w jego stanie z 1913 roku. Ze względu na koszty, prace mające na celu przywrócenie wyglądu holi wejściowych i korytarza obejścia wraz z salami poligonalnymi zostały wykonane tylko w ograniczonym zakresie.

Stan zachowania pozostałych budynków i budowli na Terenach Wystawowych przedstawia się następująco:

- pawilon restauracji tarasowej – stan dobry, budynek po generalnym remoncie i rozbudowie,
- kolumnada pergoli – stan dość dobry, miejscami widoczne wychylenia kolumn, konieczne badania i określenie sposobu naprawy,
- budynek IASE – stan dobry, budynek po generalnym remoncie i częściowej przebudowie, przylegający od wschodu teren po Hali Targowej z 1925 roku jest wykorzystywany jako parking,
- Pawilon Czterech Kopuł – stan dobry, budynek po generalnym remoncie i częściowej przebudowie na Oddział Muzeum Narodowego we Wrocławiu,
- budynek Hali Państw, obecnie Centrum Technologii Audiowizualnych – stan dość dobry. Budynek wymaga remontu,
- pawilon sanatorium dla dzieci (tak zwany pawilon pod misiami) – stan zły, budynek wymaga generalnego remontu,
- dom przy ulicy Zygmunta Wróblewskiego 2a – stan zły, budynek wymaga remontu,
- zieleń Terenów Wystawowych – stan dobry lub średni. Konieczne większe niż bieżące prace pielęgnacyjne przy drzewostanie.

4.

Kwestie kluczowe

4. Kwestie kluczowe

4.1. Własność obiektu i zarządzanie nim

Dzieje własności i zarządzania budynkiem:

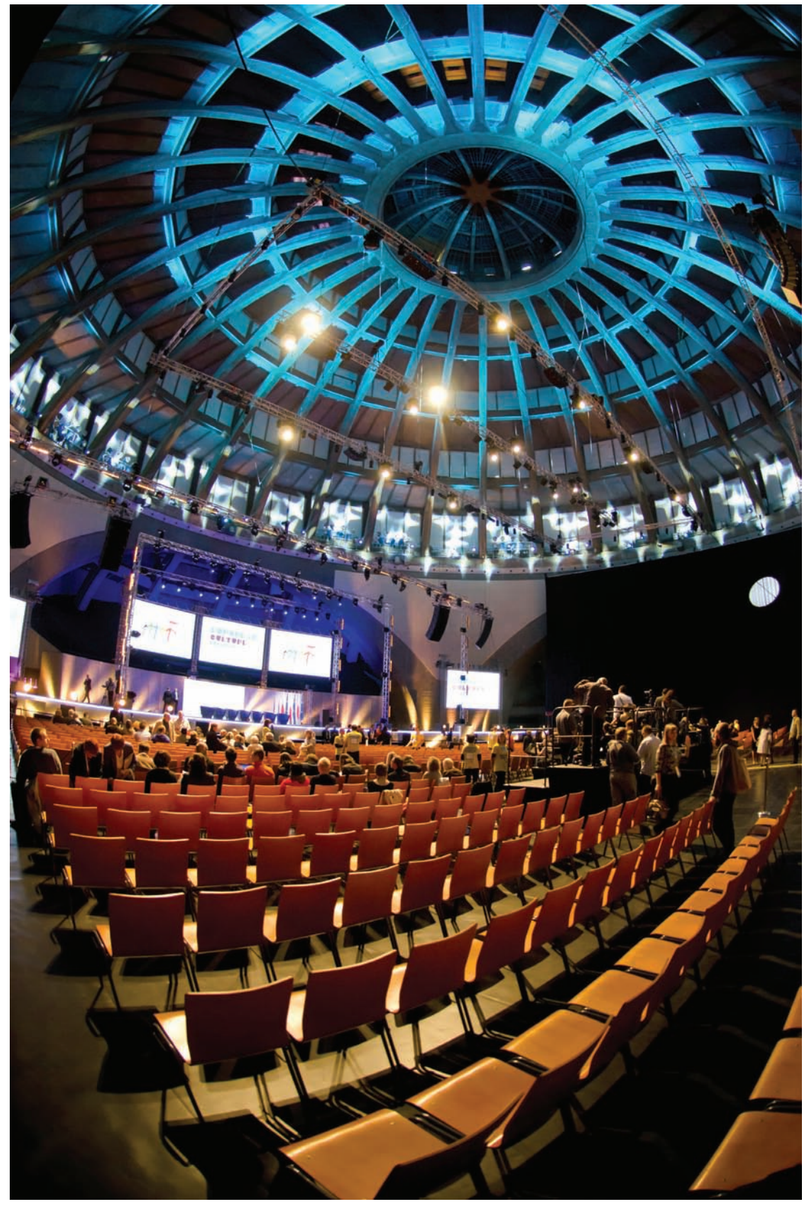
- od 1913 roku Hala Stulecia, położona na terenie należącym do miasta Wrocław, była zarządzana przez specjalny departament magistratu,
- od 1925 roku Hala Stulecia i Tereny Wystawowe były zarządzane przez Breslauer Messe G.m.b.H. (Wrocławskie Targi Sp. z o.o.), w której większościowe udziały miało miasto Wrocław,
- w 1945 roku Hala Stulecia i Tereny Wystawowe stały się własnością Skarbu Państwa,
- w 1948 roku Skarb Państwa przekazał zarządzanie miastu Wrocław, ale bez prawa własności terenu – do 1982 roku Hala Stulecia znajdowała się pod Zarządem Terenów Zielonych Miasta Wrocławia i funkcjonowała jako Wrocławski Park Kultury i Wypoczynku,
- w 1982 roku nastąpiło przekazanie w zarząd Urzędowi Wojewódzkiemu,
- w 2000 roku minister skarbu dokonał aktu komercjalizacji przedsiębiorstwa państwowego Wrocławskie Przedsiębiorstwo Hala Ludowa, przekształcając je w spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością, obejmującą jednocześnie 100% udziałów,
- w 2005 roku Skarb Państwa nieodpłatnie przeniósł część udziałów w wysokości 73% na województwo dolnośląskie i pod koniec roku wspólnicy (Skarb Państwa i województwo dolnośląskie) wyrazili zgodę na przystąpienie do spółki nowego wspólnika – Gminy Wrocław,
- od 2006 roku Gmina Wrocław sukcesywnie przejmowała udziały w spółce, zmniejszając udział pozostałych wspólników (województwo dolnośląskie, Skarb Państwa i pracownicy spółki, którzy nabyli tymczasem część udziałów w procesie komercjalizacji przedsiębiorstwa).

Po koniec 2015 roku struktura udziałów w spółce jest następująca:

- Gmina Wrocław – 97,87%,
- województwo dolnośląskie – 2,03%,
- pracownicy – 0,10%.

W obecnej sytuacji, ze względu na większościowy udział Gminy Wrocław w strukturze własności, decyzje o przy-

124 Hala Stulecia, Europejski Kongres Kultury, 2011, archiwum Przedsiębiorstwa Hala Ludowa sp. z o.o.



125 Hala Stulecia, Europejski Kongres Kultury, 2011, archiwum Przedsiębiorstwa Hala Ludowa sp. z o.o.

126 Hala Stulecia, Europejski Kongres Kultury, koncert Krzysztofa Pendereckiego i Jonny Greenwooda, 2011, archiwum Przedsiębiorstwa Hala Ludowa sp. z o.o.

127 Hala Stulecia, Europejski Kongres Kultury, koncert Krzysztofa Pendereckiego i Jonny Greenwooda, 2011, archiwum Przedsiębiorstwa Hala Ludowa sp. z o.o.

128 Hala Stulecia, Europejski Kongres Kultury, koncert Krzysztofa Pendereckiego i Jonny Greenwooda, 2011, archiwum Przedsiębiorstwa Hala Ludowa sp. z o.o.

szłości Hali Stulecia są w rękach lokalnego samorządu. Centralizacja własności, a co za tym idzie – odpowiedzialności, i procesu podejmowania decyzji jest ważna dla ułatwienia zarządzania miejscem dziedzictwa. Trzeba jednak zaznaczyć, że inna jest sytuacja całości Terenów Wystawowych, których własność jest podzielona, co utrudnia ochronę tego zabytkowego zespołu.

4.2. Grupy docelowe – obszar zainteresowań zewnętrznych interesariuszy (podmiotów)

Na podstawie zebranych materiałów związanych z różnymi grupami zainteresowań i ich realnym wpływem na procesy podejmowania decyzji dotyczących budynku można wyodrębnić dwie grupy docelowe:

Grupa pierwszego stopnia – mająca bezpośredni wpływ na projekty inwestycyjne realizowane na terenie Hali Stulecia oraz dysponująca uprawnieniami i kompetencjami w zakresie konserwacji.

Grupa drugiego stopnia – niemająca bezpośredniego wpływu na decyzje podejmowane w zakresie konserwacji, ważna jednak ze względu na usytuowanie swoich interesów w bezpośrednim otoczeniu (geograficznych i społecznym) Hali Stulecia.

Zgodnie z wyżej przyjętym podziałem, do grupy pierwszego stopnia należą głównie podmioty z prawem zarządzania w obszarze objętym niniejszym opracowaniem, mianowicie miasto Wrocław (Prezydent Wrocławia, Rada Miejska, Miejski Konserwator Zabytków, Biuro Rozwoju Wrocławia, Architekt Miejski) i dwie podległe miastu spółki – Wrocławskie Przedsiębiorstwo Hala Ludowa Spółka z o.o. we Wrocławiu oraz Zarząd Zieleni Miejskiej. Oprócz tego trzeba wymienić inne instytucje mające wpływ na procesy podejmowania decyzji dotyczących zarządzania, w tym: samorząd województwa dolnośląskiego (Marszałek Województwa Dolnośląskiego, Sejmik Województwa Dolnośląskiego), instytucje szczebla ogólnopolskiego – Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego (Narodowy Instytut Dziedzictwa, Komitet do spraw UNESCO), województwo dolnośląskie (Wojewoda Dolnośląski, Wojewódzki Konserwator Zabytków). Ważną grupę stanowią również różne podmioty prywatne i publiczne będące docelowymi użytkownikami Hali Stulecia, w tym organizatorzy i odbiorcy realizowanych projektów, turyści, przedsiębiorcy, firmy, organizatorzy wydarzeń.

Do grupy drugiego stopnia zaliczamy przede wszystkim podmioty z prawem własności na Terenach Wystawowych oraz w ich bezpośrednim otoczeniu, szczególnie:

- Centrum Technologii Audiowizualnych,
- Muzeum Narodowe we Wrocławiu,
- Instytut Automatyki Systemów Energetycznych Sp. z o.o.,
- Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta,
- rady osiedli Wrocławia,
- ogród zoologiczny (ZOO Wrocław),
- mieszkańcy dawnego osiedla WuWA,
- Dolnośląska Okręgowa Izba Architektów,
- Państwowa Inspekcja Pracy,
- Akademia Wychowania Fizycznego,
- Polska Akademia Nauk,
- Uniwersytet Wrocławski,
- szkoły i przedszkola,
- lokalne przedsiębiorstwa,
- mieszkańcy,
- organizacje pozarządowe, między innymi Akcja Park Szczytnicki, Towarzystwo Upiększania Miasta Wrocławia czy Stowarzyszenie Przyjazna Wyspa.

4.3 Dostęp publiczny (*visitor and public access*)

Dostęp publiczny do Hali Stulecia zawsze wymagał koordynacji umożliwiającej korzystanie z budynku przez dwie różne grupy – osoby zwiedzające budynek ze względu na jego wartość architektoniczną oraz osoby zaangażowane w organizację imprez i widzów. Pogodzenie oczekiwań obu tych grup często było bardzo trudne. W 2012 roku, wraz z zakończeniem wieloletniego procesu rewitalizacyjnego, nastąpiło otwarcie Centrum Poznawczego usytuowanego w obejściu budowli, które stwarza możliwość zapoznania się z historią Hali Stulecia nawet wtedy, kiedy w budynku odbywają się imprezy. Jednocześnie jest możliwe dodatkowe wejście do sali głównej poza czasem trwania spektakli. Rozwiązanie to stworzyło warunki zwiedzania Hali Stulecia na niespotykaną dotąd skalę.

Z drugiej strony, dotychczasowe wejście główne nadal służy uczestnikom imprez masowych, które odbywają się cyklicznie w obiekcie. Od zakończenia rewitalizacji Hala Stulecia ma nowoczesny system rezerwacji i organizacji imprez oraz znacznie poszerzoną ofertę komercyjną – przede wszystkim dzięki rozbudowie i modernizacji infrastruktury wspierającej organizację wydarzeń kulturalnych i biznesowych. Oprócz rewitalizacji budynku Hali Stulecia i wyposażenia go w nowoczesne rozwiązania multimedialne, główną rolę odgrywa uruchomienie Wrocławskiego Centrum Kongresowego w dawnym pawilonie restauracyjnym. Warto także podkreślić niebywały wzrost liczby osób zwiedzających Tereny Wystawowe w celach rekreacyjnych dzięki ich całościowej rewitalizacji, umieszczeniu w obrębie zabytkowej pergoli Fontanny Multimedialnej i wybudowaniu podziemnego parkingu.

4.4. Konserwatorska analiza SWOT w wymiarze zarządzania Halą Stulecia

Mocne strony	Słabe strony
• zakończony proces rewitalizacji • centralizacja własności i zarządzania • zorganizowany system korzystania z budynku	• brak stałego rozwiązania dotyczącego procesu konserwacji budynku w zgodzie z wymaganiami statusu zabytku o najwyższym poziomie ochrony • rozproszona własność Terenów Wystawowych • niski poziom świadomości społecznej w zakresie konieczności stosowania właściwych zasad ochrony konserwatorskiej
Szanse	**Zagrożenia**
• możliwość wprowadzenia jasnych procedur konserwatorskich • zaangażowanie szerokiego grona specjalistów do konsultacji i promocji • wypracowanie i upowszechnienie dobrych praktyk	• ryzyko realizacji projektów niezgodnych z Konserwatorskim Planem Zarządzania • niespójność polityk konserwatorskich na różnych szczeblach

4.4.1. Mocne strony

Zakończony proces rewitalizacji

Doświadczenia związane z zakończonym w 2013 roku długoletnim i skomplikowanym procesem rewitalizacji umożliwiają właściwe zaplanowanie dalszych działań dotyczących renowacji w przyszłości. Po dłuższym okresie intensywnych prac inwestycyjnych można się obecnie skupić na odpowiednio prowadzonych remontach i utrzymaniu budynku.

Centralizacja własności i zarządzania

Obecna sytuacja własnościowa pozwala wypracować stabilne wzorce zarządzania i eksploatacji obiektu.

Zorganizowany system korzystania z budynku

Wraz z zakończeniem rewitalizacji wprowadzono procedury korzystania z budynku Hali Stulecia i przyległych obiektów, które zapewniają kontrolę nad przepływem zwiększonej liczby osób korzystających z infrastruktury w różnych celach (osoby zwiedzające, widzowie, organizatorzy imprez, uczestnicy konferencji i spotkań, osoby zwiedzające Tereny Wystawowe i korzystające z parkingu z podziemnego oraz klienci lokali gastronomicznych). Procedury te zapewniają właściwą eksploatację i minimalizują potencjalne niekorzystne wpływy.

4.4.2. Słabe strony

Brak stałego rozwiązania dotyczącego procesu konserwacji budynku w zgodzie z wymaganiami statusu zabytku o najwyższym poziomie ochrony

Obecnie brakuje stałego rozwiązania dotyczącego procesu konserwacji budynku, który brałby pod uwagę wymagania konserwatorskie związane ze statusem Hali Stulecia jako zabytku o najwyższym poziomie ochrony. Problem ten został rozwiązany podczas ostatniej rewitalizacji, w latach 2007–2011, przez powołanie Rady Konserwatorskiej przy Zarządzie Wrocławskiego Przedsiębiorstwa Hala Ludowa Spółka z o.o. we Wrocławiu, która pełniła funkcję organu doradczo-nadzorującego wszystkie prace rewitalizacyjne.

Rozproszona własność Terenów Wystawowych

Obecnie Tereny Wystawowe – będące obszarem wpisanym na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO – są własnością kilku instytucji publicznych. Sytuacja ta (krytykowana wielokrotnie przez UNESCO) stwarza trudności w ochronie konserwatorskiej i stosowaniu dobrych praktyk wypracowanych w trakcie rewitalizacji Hali Stulecia na całym obszarze.

Niski poziom świadomości społecznej w zakresie konieczności stosowania właściwych zasad ochrony konserwatorskiej

Obecnie trzeba stwierdzić, że brakuje wystarczającej wiedzy wśród grup docelowych na temat wartości Hali Stulecia i właściwych sposobów postępowania konserwatorskiego. W budynku tej klasy należy dążyć do zachowania jak największej ilości oryginalnej substancji zabytkowej. Trzeba w związku z tym podjąć działania natury edukacyjnej, dla której CMP powinien stanowić bazę.

4.4.3. Szanse

Możliwość wprowadzenia jasnych procedur konserwatorskich

Niniejszy dokument powinien stanowić wytyczne w zakresie użytkowania i konserwacji Hali Stulecia w przyszłości. Może on stanowić wzór postępowania dla innych zabytkowych budynków znajdujących się na Terenach Wystawowych.

Zaangażowanie szerokiego grona specjalistów do konsultacji i promocji
Obecny stan – Hala Stulecia po gruntownej rewaloryzacji, w trakcie której zarząd spółki korzystał z szerokiego grona ekspertów z Polski i zagranicy – umożliwia ustanowienie stałego grona doradców i jednocześnie ambasadorów, którzy mogliby działać na rzecz konserwacji i promocji budynku. Jednocześni, CMP stanowi narzędzie, które może wspomagać te działania.

Wypracowanie i upowszechnienie dobrych praktyk
Pionierskie w kraju opracowanie CMP może być dobrym przykładem nie tylko dla obiektów sąsiadujących z Halą Stulecia, ale także dla innych cennych budynków w Polsce, wprowadzając nową jakość zarządzania konserwatorskiego.

4.4.4. Zagrożenia

Ryzyko realizacji projektów niezgodnych z Konserwatorskim Planem Zarządzania
Niebezpieczeństwem w procesie użytkowania budynku w przyszłości mogą być presja wywierana na zarząd spółki w celu zwiększenia zysków za cenę utraty substancji zabytkowej. W niniejszym dokumencie zebrano pełną wiedzę dotyczącą Hali Stulecia od momentu jej powstania do dziś. Powinna być to jedyna baza wspomagająca decyzje konserwatorskie. Niewzięcie jej pod uwagę może grozić realizacją nieodwracalnych w skutkach inwestycji.

Niespójność polityk konserwatorskich na różnych szczeblach
Ponieważ istnieją różne stopnie ochrony konserwatorskiej dotyczące samego budynku Hali Stulecia oraz Terenów Wystawowych – najwyższy stopień ochrony (wpis na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO) jest zaś najmniej z nich sformalizowany – istnieje zagrożenie stosowania niższych stopni ochrony przy realizacji remontów i inwestycji w przyszłości. Niniejszy dokument wymusza stosowanie zasad gwarantujących właściwy poziom ochrony zabytku.

5.

Zalecenia konserwatorskie i plan działań

5. Zalecenia konserwatorskie i plan działań

5.1 Ogólne zalecenia konserwatorskie dla Hali Stulecia

Zalecenia konserwatorskie precyzują zakres ochrony wartości, które stały się podstawą dokonanego w 2006 roku wpisu Hali Stulecia i Terenów Wystawowych na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO. Wartości te zostały zdefiniowane w przyjętym w 2014 roku dla Hali Stulecia retrospektywnym orzeczeniu wyjątkowej uniwersalnej wartości (Retrospective Statements of Outstanding Universal Value – RSOUV). Zachowanie określonych w tym orzeczeniu wartości Hali Stulecia, jakimi są autentyczna forma architektoniczna, specyficzna technika budowy i użyte materiały, powinno decydować o sposobie prowadzenia prac remontowych i konserwatorskich. Wszystkie działania modernizacyjne muszą być podporządkowane zachowaniu RSOUV, dopiero zaś w następnej kolejności odpowiadać na potrzeby współczesnego użytkownika. Będzie to wymagać każdorazowego poprzedzenia prac konserwatorskich i inwestycyjnych uzupełniającymi studiami historycznymi, badaniami technologicznymi a przede wszystkim analizami, które winny określić czy planowane przedsięwzięcie wpłynie lub nie na wyjątkowe uniwersalne wartości. Jeżeli wpłynie, to w jakim zakresie. Zgodnie z zasadami wynikającymi z Wytyczny Operacyjnych do Konwencji UNESCO z 1972 roku (Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention) tak opracowany materiał przed podjęciem ostatecznej decyzji winien zostać przesyłany przez inwestora do Narodowego Instytutu Dziedzictwa w celu ewentualnego uzyskania opinii Centrum Światowego Dziedzictwa (UNESCO World Heritage Centre).

Zgodnie z zapisami przyjętymi w RSOUV bezwzględnej ochronie w Hali Stulecia podlegają stworzone w 1913 roku – plan, bryła i elewacje budynku wraz ze stolarką okienną i drzwiową, wnętrza i ich oryginalne elementy wyposażenie.

Na podstawie analizy kompozycji urbanistycznej Terenów Wystawowych i obszaru strefy buforowej wyznaczono ramy dla ewentualnych działań inwestycyjnych, kierując się tymi samymi założeniami – prymatem cech określonych w RSOUV nad współczesnymi zamierzeniami inwestycyjnymi. Również w tym wypadku niezbędnym elementem poprzedzającym prace projektowe powinno być przeprowadzenie studiów historycznych i szczegółowych analiz przestrzennych.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa wszystkie prace remontowe i rewaloryzacyjne na całym obszarze Terenów Wystawowych należy prowadzić pod ścisłym nadzorem konserwatorskim, w oparciu o wydane pozwolenia konserwatorskie i zatwierdzoną przez konserwatora zabytków dokumentację. Sugeruje się, aby konserwator zabytków przed wydaniem zasięgał opinii eksperckich wśród osób zajmujących się badaniem i ochroną architektury modernistycznej w wypadkach prac konserwatorskich, nowych inwestycji lub rozbudowy istniejących budynków.

5.2 Szczegółowe zalecenia konserwatorskie dla Hali Stulecia

Ustalenie poziomów ochrony konserwatorskiej.

Dla budynku Hali Stulecia zaproponowano trzy poziomy ochrony konserwatorskiej:

PODSTAWOWY – obejmujący niektóre pomieszczenia techniczne i gospodarcze znajdujące się w oryginalnej strukturze budynku związane z wybudowanymi w 2011 trybunami widowni wschodniej i zachodniej, wszystkie pomieszczenia techniczne, użytkowe i sanitarne znajdujące się w wybudowanych w 2011 podziemiach pod salą główną.

WYŻSZY – obejmujący pochodzące z 1913 roku pozostałe pomieszczenia gospodarcze i techniczne, w części przebudowane w 1937 lub 2011 roku.

NAJWYŻSZY – obejmujący główną salę widowiskową, salę cesarską, obejście wraz z salami poligonalnymi oraz cztery hole wejściowe wraz z westybulami. Są to wnętrza, które zachowały najwięcej autentycznych elementów. Najwyższym poziomem ochrony konserwatorskiej objęto również elewację oraz stolarkę okienną i drzwiową.

Zgodnie z powyższymi zasadami, ustala się następujący zakres ochrony i następujące zasady postępowania.

5.2.1 Budynek Hali Stulecia

Budynek w stanie dobrym. W 2009 przeprowadzono konserwację elewacji i stolarki okiennej oraz naprawę stolarki drzwiowej. W 2011 roku przeprowadzono remont wnętrza, a pod centralną salą widowiskową wybudowano pomieszczenia techniczne.

NAKAZY

Rzut i bryła budynku Hali Stulecia nie mogą być zmieniane poprzez jakiekolwiek przebudowy lub dobudowy.

Należy zachować autentyczność elementów konstrukcyjnych.

Układ wnętrza budynku należy pozostawić w jego obecnej formie, z centralną, wielką salą widowiskową nakrytą kopułą żebrową, korytarzem obejścia, salami poligonalnymi i czterema holami wejściowymi, salą cesarską nad holem wejścia głównego i pomieszczeniami pomocniczymi.

Konieczne jest coroczne szczegółowe sprawdzanie stanu zachowanie autentycznych elementów budynku przez służby konserwatorskie.

W przypadku prowadzenia prac remontowych w miejscach nie objętych do tej pory badaniami konserwatorskimi, należy je uzupełnić, zwłaszcza jeśli chodzi o badania stratygraficzne powłok malarskich.

ZALECENIA

Wszelkie instalacje techniczne muszą się mieścić w obecnym obrysie bryły Hali Stulecia. Wskazane jest wykorzystanie dla ich przeprowadzenia pomieszczeń piwnic oraz kanałów technicznych pod korytarzem obejścia. Niedopuszczalne jest naruszanie oryginalnej struktury budynku dla przeprowadzenia nowych kanałów instalacji technicznej. W wypadku instalacji technicznych wymaganych przepisami specjalnymi dotyczącymi budynków użyteczności publicznej należy dążyć do ich ograniczenia z wykorzystaniem dopuszczalnych prawem odstępstw od norm lub stosować rozwiązania indywidualne, dostosowane do estetycznego wyrazu wnętrz o najwyższym poziomie ochrony konserwatorskiej.

5.2.1.1 Główna sala widowiskowa Hali Stulecia

Wnętrze po remoncie przeprowadzony w 2011 roku. Zachowana została w całości oryginalna struktura konstrukcji z 1913 roku. Podczas remontu w 2011 roku usunięto wtórne okładziny ścian czterech filarów podstawy kopuły odsłaniając oryginalną strukturę surowego betonu. Usunięto również wtórne okładziny podbicia dachów tarasowych kopuły żebrowej odsłaniając oryginalne podziały żebrowe konstrukcji dachów. Nowe elementy to wybudowane w 2011 roku dwie widownie: wschodnia i zachodnia. Zastąpiły one nieoryginalne konstrukcje z lat 30. XX wieku, kilkakrotnie później przebudowywane. Zachowano poziom posadzki z 1913 roku.

NAKAZY

W nakrytej kopułą żebrową centralnej sali widowiskowej należy bezwzględnie utrzymać obecny poziom posadzki, który odpowiada poziomowi z 1913 roku. Jest to bardzo istotne dla zachowania wyznaczonych przez Maksa Berga proporcji wnętrza.

Nie jest dopuszczalne przebudowywanie lub dobudowywanie do obecnej widowni wschodniej i zachodniej oraz balkonów empor południowej i północnej jakichkolwiek trwałych elementów. Dopuszcza się jedynie instalowanie tymczasowych konstrukcji na czas imprez sportowych lub scenografii dla imprez kulturalnych.

Niezmiernie ważne jest zachowanie pochodzącego z 1913 roku sposobu opracowania powierzchni żelbetowych ścian wewnętrznych, pozbawionych warstwy malarskiej i z widocznymi odciskami desek szalunku. W związku z tym należy surowo przestrzegać zakazu wykorzystywania ścian, filarów podstawy i żeber kopuły do zawieszania jakichkolwiek okazjonalnych dekoracji lub konstrukcji ingerujących w strukturę substancji zabytkowej.

Jedynym dopuszczalnym sposobem konserwacji powierzchni ścian jest ich mycie z użyciem wody i specjalnie dobranych przez konserwatorów-technologów detergentów. Następnie należy uzupełnić tylko większe ubytki przy zastosowaniu zaprawy o wzorowanej na oryginalnej strukturze betonu, a następnie dokonać reprofilacji uzupełnień.

ZALECENIA

W wypadku wymiany ekranów akustycznych umieszczonych w 2011 roku na żaglach czterech głównych filarów, należy dokonać korekty obrysu dolnej części, tak aby powtarzał obrys z 1913 roku oraz dostosować je kolorystycznie do oryginalnej barwy betonowej ściany – po jej wcześniejszym oczyszczeniu.

Należy w niezmienionej formie przestrzennej pozostawić emporę południową i północną.

Zaleca się korektę kolorystyki ścian zewnętrznych przejścia za siedziskami widowni na balkonach empor – z obecnej żółci na kolor szary, jak najbardziej zbliżony do barwy betonu sąsiadujących elementów. Przy czym należy zastosować farbę bez dodatków zmieniających fakturę malowanej powierzchni. Dopuszczalną alternatywą byłoby odsłonięcie oryginalnej struktury betonowych ścian z widoczną strukturą szalunku.

Umieszczony od zachodu, na wysokości dolnego pierścienia kopuły żebrowej, balkon drugich organów wymaga naprawy, która winna zachować oryginalne elementy konstrukcji, w tym stalową balustradę.

W latarni kopuły należy zachować oryginalną, wykonaną ze stali, ażurową konstrukcję kurtyny przeciwpyłowej.

W wypadku wymiany tynku akustycznego umieszczonego w podniebiu dachu tarasowego kopuły żebrowej należy zastosować taką grubość powłoki aby widoczne pozostały żebrowania pól dachu i dobrać jego kolorystykę do koloru betonu (tak jak postąpiono podczas remontu w 2011 roku).

SUGESTIE

Dopuszcza się odtworzenie świetlików kopuły latarni, których otwory zostały na początku lat trzydziestych zakryte drewnianą konstrukcją obecnego dachu.

Istotnym zadaniem związanym z należyty wyeksponowaniem walorów estetycznych wnętrza Hali Stulecia jest uruchomienie systemu podnoszenia wewnętrznych żaluzji okien. Spowodowane obecnymi problemami technicznymi niemal trwałe zaciemnienie wnętrza jest sprzeczne z ideą światła w architekturze, która była podstawą projektu Maksa Berga.

5.2.1.2 Obejście, sale poligonalne Hali Stulecia

Obejście

Wnętrze po remoncie w 2011 roku. Zachowano pochodzący z 1913 roku oryginalny układ przestrzenny obejścia obejmującego główną salę widowiskową. Opisane na rzucie czworoliścia (tetrakonchy), z salami poligonalnymi na końcu każdej z ćwiartek. Dodatkowo na osi symetrii każdej z ćwiartek znajdują się hole wejściowe, do których symetrycznie przylegają pomieszczenia gospodarcze, głównie mieszczące toalety. Wnętrze obejścia o układzie dwutrakowym z widocznym żelbetowym stropem kasetonowym z świetlikami. Układ ten został podczas remontu w 2011 roku zmieniony tylko w dwu miejscach. Wydzielono ścianą działową pomieszczenie ekspozycyjne Centrum Poznawczego (południo-zachodnia ćwiartka obejścia) oraz wydzielono niewielkie pomieszczenie gospodarcze na wschód od wejścia południowego. W obejściu zachowano oryginale klatki schodowe z 1913 roku: cztery dwubiegowe prowadzące z obejścia, po zewnętrznej stronie filarów podstawy kopuły na trybuny Sali głównej, z oryginalnymi drewnianym balustradami i jedną jednobiegową prowadzącą na dawną emporę organową od wschodu z oryginalną, metalową balustradą.

NAKAZY

W obejściu należy zachować jego obecną formę otwartego wnętrza nakrytego świetlikami.

Bezwzględnie należy zachować obecną formę klatek schodowych, wraz ze stopnicami i drewnianym poręczami.

ZALECENIA

Wszelkie instalacje techniczne muszą się mieścić w obecnym obrysie bryły. Wskazane jest wykorzystanie dla ich przeprowadzenia pomieszczeń piwnic oraz kanałów technicznych pod korytarzem obejścia. Niedopuszczalne jest naruszanie oryginalnej struktury budynku dla przeprowadzenia nowych kanałów instalacji technicznej. W wypadku instalacji technicznych wymaganych przepisami specjalnymi dotyczącymi budynków użyteczności publicznej należy dążyć do ich ograniczenia z wykorzystaniem dopuszczalnych prawem odstępstw od norm lub stosować rozwiązania indywidualne, dostosowane do estetycznego wyrazu wnętrz o najwyższym poziomie ochrony konserwatorskiej.

W wypadku malowania ścian wskazane jest zastosowanie w miejscu obecnej szorstkiej, gładkiej faktury.

Wskazane jest zlicowanie z murem zawieszonych na nich obudów urządzeń elektrycznych (jedynie tam

gdzie ma to miejsce na wtórnych ścianach, a nie na oryginalnych ścianach z 1913 roku).

Wskazane jest wyburzenie wtórnie wprowadzonych ścian wydzielających pomieszczenie gospodarcze przylegające od wschodu do południowo-wschodniej Sali poligonalnej i połączenie tego wnętrza z przestrzenią obejścia.

SUGESTIE

W wypadku likwidacji lub przebudowy Centrum Poznawczego wskazane jest wyburzenie ścian oddzielających obecne pomieszczenia wystawiennicze od obejścia i przywrócenie stanu z 1913 roku.

Usunięcie w obrębie obejścia późniejszych tynków – powrót do oryginalnej z 1913 roku powierzchni ściany betonowej z fakturą szalunku. Jeśli to, ze względu na koszty nie będzie możliwe, należy dokonać korekty kolorystyki ścian (zgodnie z wynikiem badań stratygraficznych powłok malarskich). Sugeruje się powrót do pierwszej wersji kolorystycznej, po pokryciu betonowych ścian tynkiem.

Sale poligonalne

Sale umieszczone w zewnętrznym trakcie obejścia, na osi filarów podstawy kopuły. Na ścianach proste ramowe podziały z szerokim gzymsem. Wnętrza nakryte stropem kasetonowym z wielobocznym świetlikiem pośrodku. Podczas remontu w 2011 roku w trzech salach (pd.-wsch., pn.-wsch., pn.-zach.) wprowadzono obudowy instalacji klimatyzacyjnej. W Sali pd.-zach. urządzono ekspozycję Centrum Poznawczego wprowadzając tymczasową konstrukcję wystawienniczą.

NAKAZY

W salach poligonalnych należy odtworzyć zamurowane w 1948 drzwi zewnętrznych, przywracając pierwotny układ trojga drzwi, którym odpowiadało troje drzwi wewnętrznych prowadzących do przestrzeni obejścia.

ZALECENIA

W wypadku remontu wnętrz sal proponuje się usunięcie lub przynajmniej znaczne ograniczenie wielkości wprowadzonych w 2011 roku kanałów mieszczących systemy klimatyzacyjne. Rozwiązanie to wyraźnie zakłóca wysmakowaną kompozycję wnętrza, wprowadzając dodatkowe podziały w ramową strukturę ścian.

SUGESTIE

Usunięcie późniejszych tynków – powrót do oryginalnej z 1913 roku powierzchni ściany betonowej z fakturą szalunku. Jeśli to, ze względu na koszty nie będzie możliwe, należy dokonać korekty kolorystyki ścian (zgodnie z wynikiem badań stratygraficznych powłok malarskich). Sugeruje się powrót do pierwszej wersji kolorystycznej, po pokryciu betonowych ścian tynkiem.

5.2.1.3 Hole wejściowe Hali Stulecia

Hol zachodni, wejścia głównego

Na rzucie prostokąta zamkniętego od zachodu półkolem, które zajmuje wiatrołap wejścia głównego. Przy dłuższych bokach prostokąta symetrycznie umieszczone schody do Sali cesarskiej. Podczas remontu w 2011 roku odsłonięto oryginalną strukturę stropu kasetonowego, pozostawionego w surowym betonie. Zachowano oryginalne biegi obu schodów wraz z balustradami.

NAKAZY

Należy zachować odsłoniętą i zakonserwowaną powierzchnię żelbetowych ścian i kasetonowego stropu.

Należy zachować schody wachlarzowe prowadzące do Sali Cesarskiej wraz ze stopnicami i metalową balustradą oraz sposobem pokrycia stopnic linoleum.

ZALECENIA

Wskazane jest usunięcie wszystkich instalacji, zwłaszcza projektorów multimedialnych i totemów informacyjnych, poza niezbędnymi ze względów bezpieczeństwa.

SUGESTIE

Zaleca się aby kontynuować odsłanianie powierzchni żelbetowych na ścianie zachodniej holu.

Sugeruje się aby zamontowane w 2011 kanały technologiczne zmniejszyć do niezbędnego minimum lub rozważyć inny przebieg mediów.

Hole – południowy i północny

Hole wejść południowego i północnego wybudowane na rzucie prostokąta, poprzedzone niższymi wiatrołapami. Wnętrze jednoprzestrzenne, nakryte kasetonowym stropem z prostokątnym świetlikiem. Zachowana oryginalna stolarka drzwi wejściowych z 1913 roku i nieco późniejszych z holu do obejścia. Podczas remontu w 2011 roku usunięto wtórne okładziny z wapienia i odsłonięto oraz zakonserwowano, jedynie do połowy wysokości, oryginalną, pozostawioną w surowym betonie strukturę ścian. Górną część ścian oraz podniebie sufitu pozostawiono w tynku.

NAKAZY

Należy zachować odsłoniętą i zakonserwowaną oryginalną powierzchnię dolnej części żelbetowych ścian wraz z drewnianymi obramieniami okienek kasowych i stolarką przeszklonych drzwi wahadłowych oraz drzwi pełnych prowadzących do pomieszczeń gospodarczych.

ZALECENIA

W wypadku kolejnego remontu holu zaleca się odsłonięcie oryginalnej struktury ścian betonowych, również w części górnej i na stropie kasetonowym.

Hol wschodni

Na rzucie prostokąta z niższym wiatrołapem wejścia od wschodu. Wnętrze jednoprzestrzenne, nakryte kasetonowym stropem z prostokątnym świetlikiem. Zachowana oryginalna stolarka drzwi wejściowych z 1913 roku i nieco późniejszych z holu do obejścia. Podczas remontu w 2011 roku zachowano nałożone w 1937 roku na ściany tynki oraz dekorację belek sufitu.

NAKAZY

W holu wschodnim należy pozostawić w formę nadaną mu ok. 1937, jako świadectwo przemian dokonanych w Hali Stulecia tamtym czasie.

Ściany powinny zachować obecne pokrycie tynkiem z oszczędną dekoracją architektoniczną, podobnie jak kasetonowy strop z przeszklonym czworobocznym świetlikiem.

5.2.1.4 Elewacja zewnętrzna Hali Stulecia

Elewacja w stanie dobrym, po konserwacji przeprowadzonej w 2009 roku. Pierwotnie pozostawiona w całości w surowym betonie z czytelnym układem desek szalunku. Następnie jedynie pomalowana cienką warstwą zabezpieczającą z użyciem szkła wodnego. Konserwacja polegała na maksymalnym zachowaniu oryginalnej struktury surowego betonu elewacji. Nadal widoczne jest zróżnicowanie użytych do budowy rodzajów betonu oraz sposób opracowania takich elementów jak obramienia otworów, gzymsy, okapy otwory przelotowe rur spustowych. Kolorystyka jest zbliżona do barwy, którą po kilkudziesięciu latach przybrała warstwa zabezpieczająca. Nowy element do liczący 8 cm grubości pas, który osłania dodatkowe zabezpieczenie dolnego pierścienia rozciąganego kopuły żebrowej. Został on dopasowany estetycznie do elewacji.

NAKAZY

Należy zachować obecną strukturę i barwę elewacji zewnętrznej. W wypadku kolejnego remontu należy powtórzyć przyjęty sposób postępowania: oczyszczenie, uzupełnienie ubytków masą o dobranej do oryginału strukturze i wypełnieniu, reprofilacja z dostosowaniem do sąsiadującego oryginału, pokrycie warstwą impregnacyjną.

Szczególnej opieki w całej Hali Stulecia wymaga stolarka okienna i drzwiowa, okna kas wejścia zachodniego oraz oryginalne lampy nad wejściami południowym, północnym i wschodnim.

Stolarka okienna kopuły żebrowej oraz apsyd podstawy i sali cesarskiej, winna być konserwowana i naprawiana zgodnie z zaleceniami sformułowanymi przez zespół pod kierunkiem prof. Jana Teichmana. Wszelkie naprawy winny polegać na konserwacji a nie wymianie, chyba że zniszczenie przekracza 50% stanu oryginału. Wskazane jest stosowanie tego samego lub zbliżonego gatunku drewna. Nie dopuszcza się modernizacji okien poprzez wprowadzenie podwójnych szyb lub wymianę okuć. Należy stosować oryginalne elementy lub nowe wykonane na wzór oryginału. W wypadku napraw zrekonstruowanych przeszkleń należy zastosować ten sam rodzaj szyb, jak wprowadzony w 2011 roku.

Okna obu kas wejścia głównego, zachodniego należy pozostawić w ich obecnej formie. W wypadku napraw, gdy zniszczenia oryginału wykluczą dalsze użytkowanie, należy powtórzyć oryginalne profile.

Należy bezwzględnie zachować i poddać konserwacji zachowawczej zespoły lampy nad wejściami południowym, północnym i wschodnim. Są to oryginalne lampy z 1913 roku, jedyny oryginalny element oświetlenia z tego czasu. Jest to zadanie pilne, gdyż stan lamp jest zły.

Należy zachować oryginalne granitowe progi wejść do obejścia, sal poligonalnych oraz przedsionków wejść głównych.

ZALECENIA

Przeprowadzona w 2015 roku ocena stanu zachowania w większości oryginalnych okien ścian osłonowych kopuły wykazała, że główną przyczyną uszkodzeń powstałych przy wyremontowanych i zakonserwowanych elementach stolarki są błędy w użytkowaniu. Zaleca się wykonanie w najbliższym sezonie budowlanym (2016) niezbędnych napraw oraz wzmocnień.

Jednocześnie użytkownik powinien kontrolować co rocznie stan okien, a przede wszystkim przeszkolić zatrudnionych pracowników technicznych, aby postępowali uważnie przy wszelkiego typu pracach wymagających otwierania okien kopuły. Ta sama uwaga dotyczy prac prowadzonych przez firmy zewnętrzne. W tym wypadku uwaga o konieczności szczególnego baczenia na stolarkę okienną wraz z zapisem o finansowej odpowiedzialności za poczynione szkody musi być stałym elementem umowy pomiędzy zleceniodawcą a wykonawcą.

Stolarka drzwiowa wewnętrzna i zewnętrzną w całej Hali Stulecia w wypadku uszkodzeń powinna być naprawiana z powtórzeniem oryginalnych profili i zachowanych oryginalnych pochwytów.

SUGESTIE

Zewnętrzne elewacje obejścia Hali Stulecia są częściowo obrośnięte pnączami. Konieczne jest ich systematyczne przycinanie, tak aby ograniczyć ekspansję zieleni na budynek.

5.2.2 Bezpośrednie otoczenie Hali Stulecia

Zieleń

Analiza historyczna i botaniczna pozwoliła ustalić, że otaczające Halę aleje lipowe i trawniki to projekt Maksa Berga zrealizowany w po 1918 roku, najpewniej w latach 1919-1920. Architekt zaproponował otoczenie budynku czterema trójkątami trawników o bokach wyznaczonych alejami lipowymi.

NAKAZY

Konieczne jest zachowanie obecnego układu dróg i ich obsadzenia formowanymi lipami. Przy tym niezmiernie ważne jest, aby w wypadku gdy któreś z drzew uschnie, na jego miejscu został posadzony egzemplarz tej samej odmiany lip, wcześniej uformowany w szkółce tak aby podstawa korony była identyczna z drzewami już rosnącymi.

ZALECENIA

Dotychczasowe, stosunkowo nieliczne uzupełnienia, do których użyto innej niż oryginalna odmian lipy należy przesadzić.

Wszystkie trójkątne powierzchnie pomiędzy alejami należy pozostawić jako trawniki likwidując parking w północno-wschodniej ćwiartce kompozycji.

Korekty wymagają nasadzenia drzew i krzewów od strony południowej. Powstały one w różnym czasie, często w sposób przypadkowy. Zaleca się aby w oparciu o przygotowane dla potrzeb CMP specjalistyczne opracowanie usunąć samosiewy i przesadzić drzewa i krzewy, które przesłaniają widok od południa na Halę Stulecia.

Architektura

NAKAZY

Łącznik pomiędzy Halą Stulecia a dawną Główną Restauracją Tarasową, obecnym centrum kongresowym – należy zachować w obecnej formie całą strukturę, a zwłaszcza podniebie dwuspadowego, żelbetowego dachu, z oryginalną fakturą i kolorystyką betonowej powierzchni z 1913 roku.

ZALECENIA

Ostatnio przeprowadzone prace naprawcze przy kolumnach wymagają korekty estetycznej. Konieczne jest bardziej staranne reprofilowanie zróżnicowanych faktur baz, trzonów kolumn i kapiteli oraz dobranie bardziej zbliżonej do oryginalne kolorystyki warstwy impregnacyjnej.

Nie jest dopuszczalne zawieszanie w tym miejscu jakichkolwiek reklam lub tablic informacyjnych.

5.2.3 Staw i kolumnada pergoli

NAKAZY

Paraboliczny staw należy pozostawić w obecnej formie, łącznie z betonowym obramieniem lustra wody, wybudowanej w 1978 roku.

Należy zachować obecny układ dróg i schodów pomiędzy kolumnadą i stawem oraz zarysu trawników. Nie jest dopuszczalne wprowadzanie do tego wnętrza jakichkolwiek stałych konstrukcji i elementów małej architektury.

ZALECENIA

Widoczne w części kolumnady spękania kolumn, ich odsunięcie od pionu wskazuje, że należy się liczyć z koniecznością interwencji technicznej, której zakres winna określić specjalistyczna dokumentacja. W wypadku podjęcia prac należy bardziej profesjonalnie niż do tej pory przyprowadzić prace wykończeniowe, starannie reprofilując zróżnicowane faktury baz, trzonów kolumn i kapiteli.

Wskazana jest zastąpienie asfaltu innym rodzajem nawierzchni, zalecane jest zastosowanie nawierzchni żwirowej.

5.2.4 Główna Restauracja Tarasowa, obecnie centrum kongresowe

NAKAZY

Bezwzględnie należy zachować centralny westybul z filarami wspierającymi taras górnej kondygnacji, oryginalne, żelbetowe schody przed elewacją południową budynku i schody tarasów przed elewacją północną.

ZALECENIA

Budynek uzyskał swoją obecną formę po generalnym remoncie i rozbudowie przeprowadzonym w roku 2010. Zaleca się aby nad centralną klatką schodową powstała forma ideowo lecz nie formalnie nawiązująca do rozebranej w 1924 roku umieszczonej na wysokim tamburze o schodkowej podstawie przeszklonej kopuły. Przy tym nie powinna to być rekonstrukcja.

5.2.5 Forum przed elewacją zachodnią Hali Stulecia

NAKAZY

Zakłada się zachowanie obecnego układu przestrzennego tego placu, zagłębionego w stosunku do otoczenia, a od południa i północy obramionego posadzonymi w latach 1919-1920 alejami lipowymi.

SUGESTIE

Ze względów kompozycyjnych wskazane jest, postulowane we wcześniejszych opracowaniach planistycznych, przesunięcie ustawionej w 1948 roku stalowej Iglicy poza obręb forum, w kierunku zachodnim.

5.2.6 Pawilon Czterech Kopuł, obecnie oddział Muzeum Narodowego

ZALECENIA

Zakłada się zachowanie formy budynku z 1913 roku, a odtworzonej podczas remontu zakończonego w 2015 roku.

SUGESTIE

Należy rozważyć, czy wprowadzone podczas ostatniego remontu przeszklenie dziedzińca wewnętrznego nie powinno zostać w usunięte. To dopuszczone ze względów funkcjonalnych rozwiązanie, często stosowane w budynkach muzealnych, budzi zastrzeżenia natury estetycznej i nie zostało zaakceptowane przez ekspertów z Centrum Światowego Dziedzictwa.

5.2.7 Pawilon Przemysłu, obecnie Instytutu Automatyki Systemów Energetycznych

NAKAZY

Zakłada się zachowanie budynku w jego obecnej formie, którą uzyskał po częściowej odbudowie w 1948 i podczas remontu w 1998.

ZALECENIA

Wskazane jest wybudowanie w miejscu po spalonej w 1945 roku hali wystawowej nowego budynku, który zarysem i bryłą będzie nawiązywał do poprzedniego. Winna to być struktura respektująca osiowość kompozycji pawilonu Wystawy Historyczno-Artystycznej, gabarytami dostosowana do otoczenia i nie dominująca estetycznie, harmonizująca z Halą Stulecia i pozostałymi budynkami. Jest to zabieg niezbędny dla wypełnienia południowej pierzei forum przed Halą Stulecia.

5.2.8 Hala Państw, obecnie Centrum Technologii Audiowizualnych

NAKAZY

Należy zachować obecną bryłę budynku, wraz z częścią dobudowaną w 1954 roku.

ZALECENIA

W wypadku budynków IASE i CETY istotne jest aby dążyć do ujednolicenia faktury i kolorystyki tynków oraz formy stolarki okiennej.

5.2.9 Kolumnada wejścia głównego na Tereny Wystawowe

NAKAZY

Konieczne się przeprowadzenie konserwacji technicznej żelbetowych kolumn.

ZALECENIA

Zaleca się odtworzenie drewnianego, kasetonowego stropu nad wejściem głównym.

5.2.10 Budynek pawilonu sanatorium dziecięcego z 1929, odbudowany w 1948

NAKAZY

Budynek należy zachować w zewnętrznej formie nadanej mu 1948 roku, jako przykład budownictwa wystawienniczego z czasu Wystawy Ziem Odzyskanych.

ZALECENIA

Dopuszcza się przekształcenie wnętrza.

5.2.11 Drewniany kościół pw. św. Jana Nepomucena

NAKAZY

Ze względu na szczególnie nietrwały materiał kościół należy systematycznie konserwować, zgodnie z zasadami konserwacji prewencyjnej, tak jak to uczyniono podczas remontu w 2015 roku.

Konieczne jest usunięcie części samosiewów, które przesłoniły stworzony w 1913 roku widok na budynek.

5.2.12 Dom mieszkalny wzorcowego gospodarstwa rolnego z 1929 roku

NAKAZY

Należy wpisać do rejestru zabytków budynek przy ul. Wróblewskiego 2A w jego obecnej formie.

Konieczne jest przeprowadzenie remontu remont konserwatorskiego.

5.2.13 Pozostałe Tereny Wystawowe przy Hali Stulecia i związane z nimi części Parku Szczytnickiego

ZALECENIA

Dawne ogrody historyczne i tematyczne Terenów Wystawowych – zaleca się opracowanie, w oparciu o badania historyczne i inwentaryzację dendrologiczną, projektu rewaloryzacji terenów. Przy czym nie uznaje się za uzasadnione odbudowanie budynku belwederu.

Ogród Japoński – położony na północny zachód od pergoli, po obu stronach Stawu Eichborna – należy zachować obecną formę, nadaną ogrodowi w latach 1997-1999 przez ogrodników z Japonii. Wskazane jest usunięcie asfaltu pozostawionego na drodze w części recepcyjnej ogrodu.

Parking podziemny położony po wschodniej stronie Hali Stulecia – należy zachować obecny sposób zagospodarowania górnej płyty parkingu. Wskazane jest rozpoczęcie formowania koron nowo nasadzonego szpaleru lip oddzielających parking od bezpośredniego otoczenia Hali Stulecia.

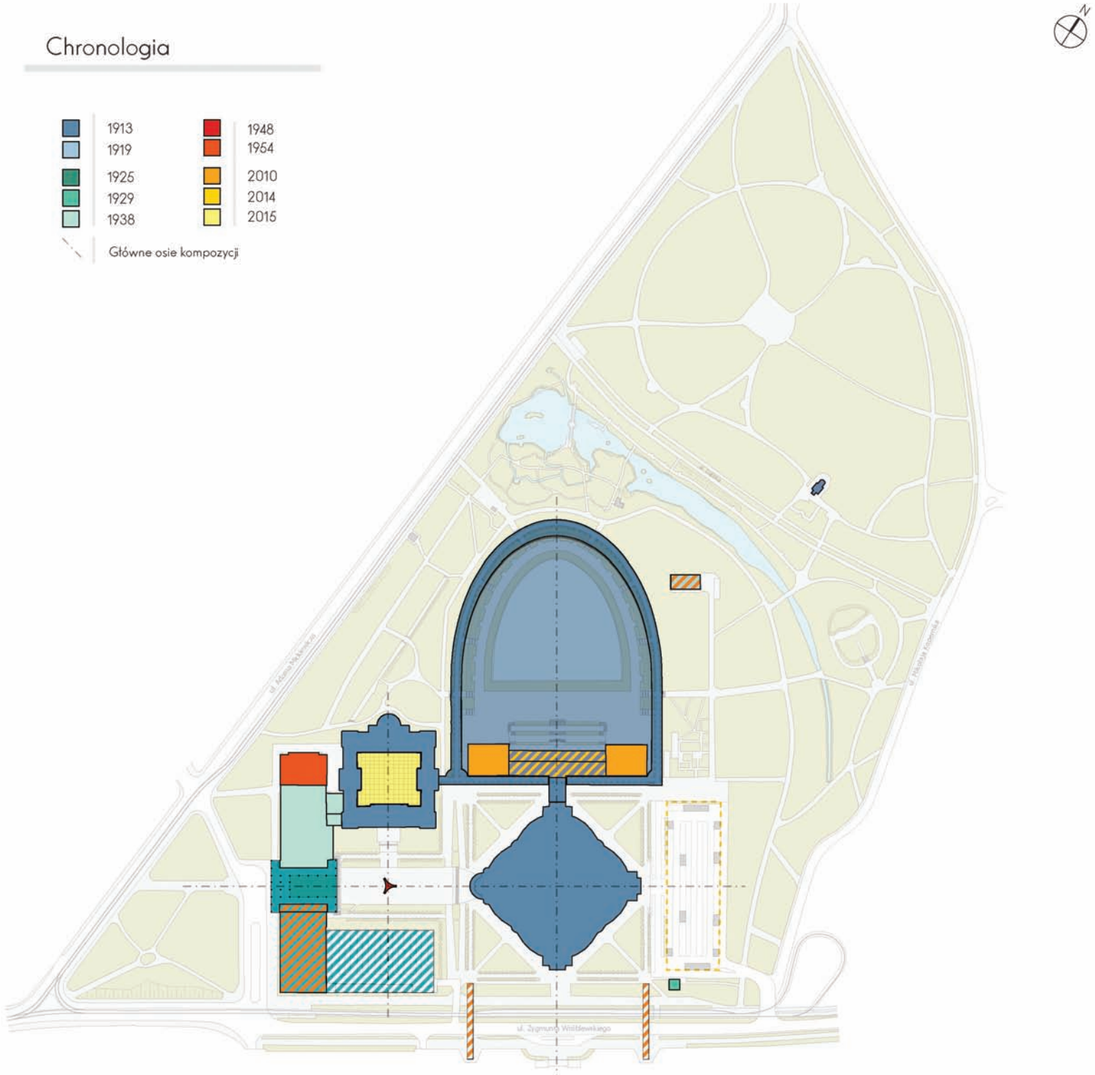
Teatr letni – położony na północny wschód od pergoli i sanatorium dla dzieci (Pawilon pod misiami) – wskazane jest odtworzenie teatru w jego formie z 1913 roku, co wymaga renowacji nasypu, budowy widowni i sceny.

Ogród Diany – fragment Parku Szczytnickiego u zbiegu ul. A. Mickiewicza i Z. Wróblewskiego oddzielony ul. Wystawową od Terenów Wystawowych nazwany Skwerem Zbyszka Cybulskiego – należy utrzymać obecny układ planistyczny tej części parku, z zachowaniem szerokiej drogi będącej kontynuacją głównej osi kompozycyjnej wschód-zachód Terenów Wystawowych. W wypadku decyzji o usunięciu Iglicy z placu Forum, wskazane jest aby została ona umieszczona w tym miejscu.

Ogród Wilhelma – fragment Parku Szczytnickiego pomiędzy al. A. Mickiewicza a Terenami Wystawowymi – należy opracować projekt renowacji tej części Parku Szczytnickiego, który uwzględni rolę zieleni jako bariery akustycznej od strony al. A. Mickiewicza.

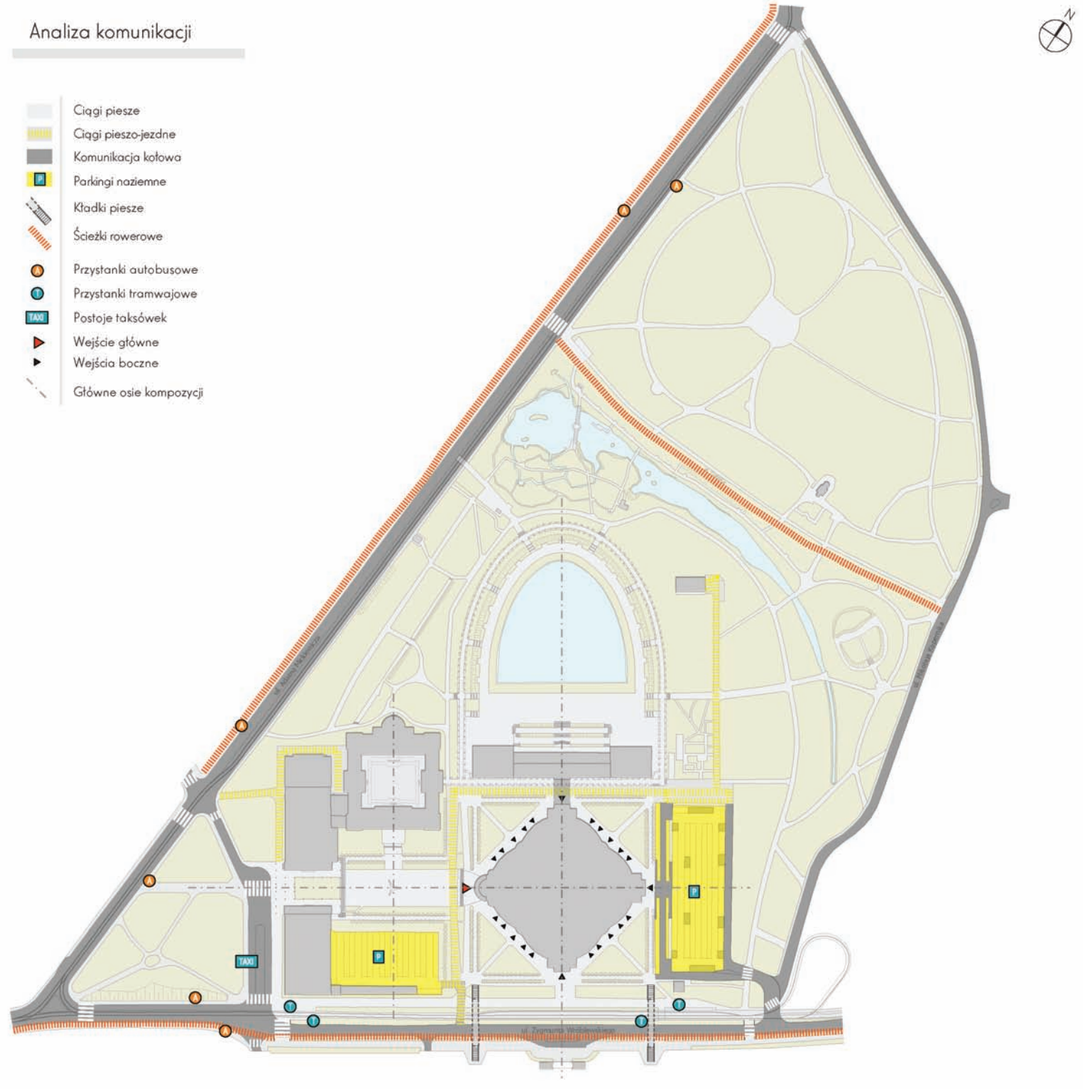
Gaj Göpperta – południowa część Parku Szczytnickiego, znajdująca się w granicach obszaru objętego wpisem na Listę Światowego Dziedzictwa. Związany funkcjonalnie z Terenami Wystawowymi przy Hali Stulecia. Przestrzennie oddzielony aleją Dąbską. Należy opracować projekt renowacji zieleni tej części Parku Szczytnickiego. Niedopuszczalne jest planowanie na tym obszarze jakichkolwiek kubatur lub urządzeń rekreacyjnych, nawet o charakterze tymczasowym.

Hala Stulecia i otoczenie
Zieleń
Zieleń projektu Maxa Berga
Szpalery lipowe
Architektura
1 Hala Stulecia
2 Łącznik pomiędzy Halą Stulecia a Główną Restauracją Tarasową
3 Staw i kolumnada pergoli
4 Główna Restauracja Tarasowa, obecnie centrum kongresowe
6 Forum przed elewacją zachodnią Hali Stulecia
6 Pawilon Czterech Kopuł, obecnie oddział Muzeum Narodowego
7 Pawilon Przemysłu, obecnie Instytut Automatyki Systemów Energetycznych (IASE)
8 Hala Państw, obecnie Centrum Technologii Audiowizualnych (CeTA)
9 Kolumnada wejścia głównego na Tereny Wystawowe
10 Dzienne sanatorium dla dzieci
11 Kościół św. Jana Nepomucena
12 Dom mieszkalny wzorcowego gospodarstwa rolnego wystawy WuWA
13 Teatr letni
14 Parking podziemny
16 Ogród Diany
16 Ogród Wilhelma
17 Ogród Japoński
18 Gaj Göpperta
Granice obszarów
ul. Adama Mickiewicza
ul. Mikołaja Kopernika
ul. Zygmunta Wróblewskiego


Chronologia
1913
1919
1925
1929
1938
1948
1954
2010
2014
2015
Główne osie kompozycji
ul. Adama Mickiewicza
ul. Zygmunta Wróblewskiego

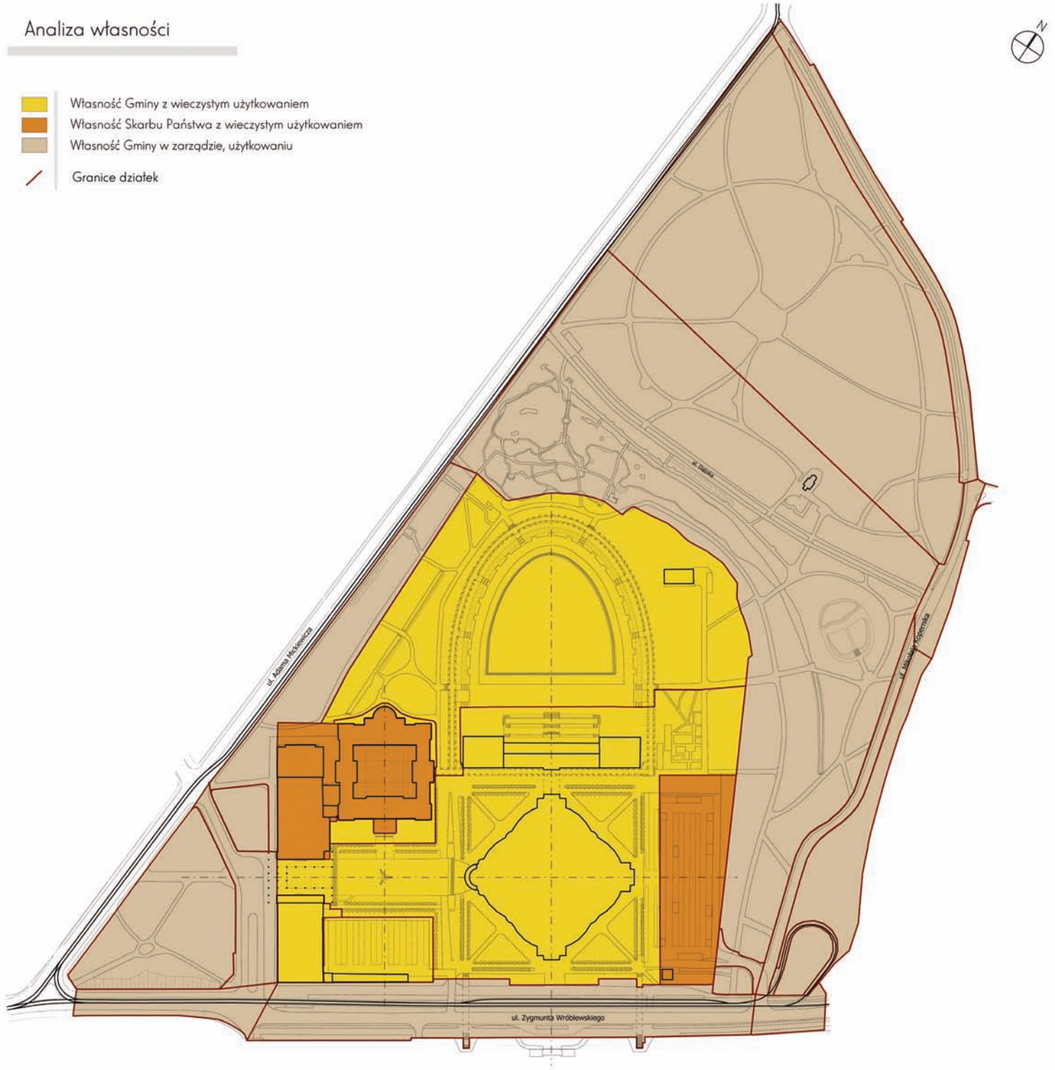
Granice terenów zielonych

Analiza komunikacji



Analiza własności

- Własność Gminy z wieczystym użytkowaniem
- Własność Skarbu Państwa z wieczystym użytkowaniem
- Własność Gminy w zarządzie, użytkowaniu
- Granice działek

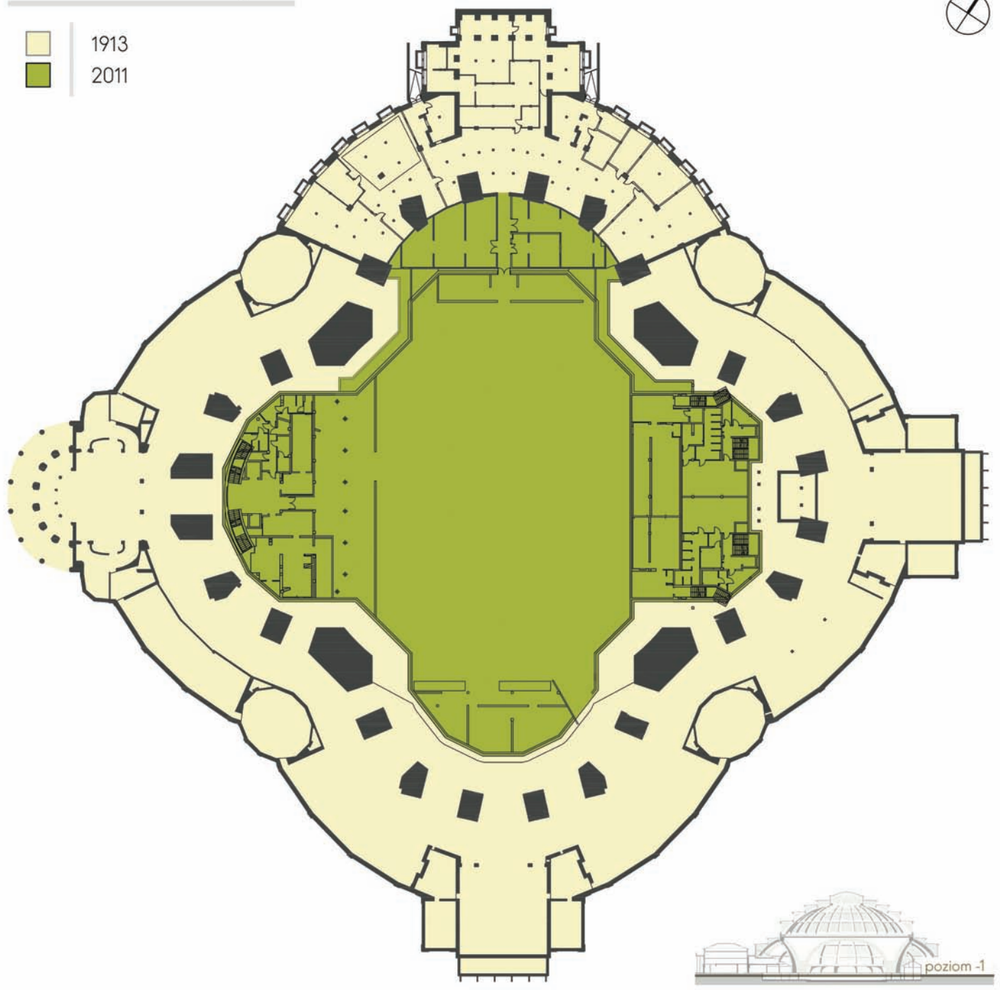


Formy ochrony budynków i terenu

- Hala Stulecia - Obiekt na Liście Światowego Dziedzictwa UNESCO
- Hala Stulecia - pomnik historii
- Obiekty objęte wpisem do rejestru zabytków
- 1 Hala Stulecia
- 2 Pawilon Czterech Kopuł, obecnie oddział Muzeum Narodowego
- 3 Główna Restauracja Tarasowa, obecnie centrum kongresowe
- 4 Pergola
- 5 Kolumnada wejścia głównego na Tereny Wystawowe
- 6 Iglica
- 7 Dzienne sanatorium dla dzieci
- 8 Kościół św. Jana Nepomucena
- 9 Pawilon Przemysłu, obecnie Instytut Automatyki Systemów Energetycznych (IASE)
- 10 Hala Państw, obecnie Centrum Technologii Audiowizualnych (CeTA)
- 11 Park Szczytnicki
- Obszar zespołu Hali Stulecia wpisany na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO
- Obszar zespołu Hali Stulecia uznany za pomnik historii
- Obszar zespołu objęty wpisem do rejestru zabytków Parku Szczytnickiego
- Główne osie kompozycji

Rozwarstwienie chronologiczne

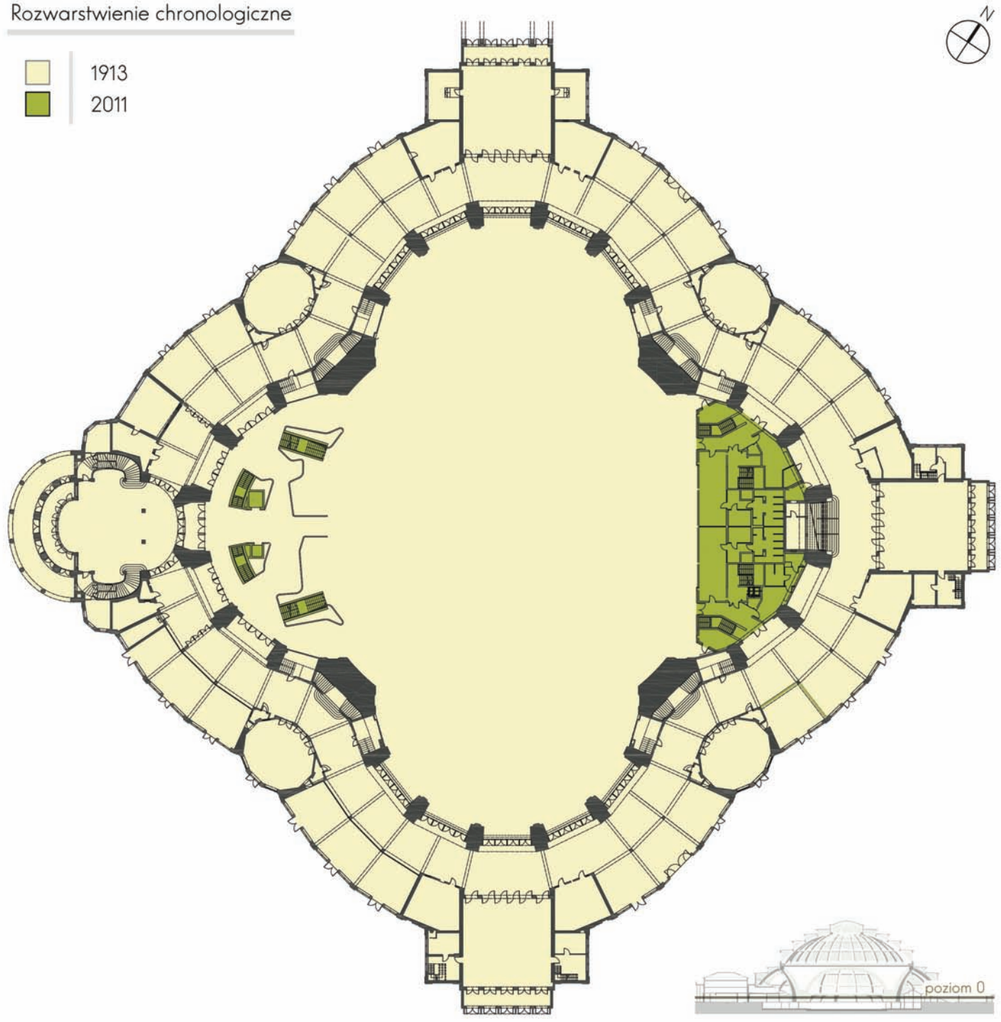
1913
2011



poziom -1

Rozwarstwienie chronologiczne

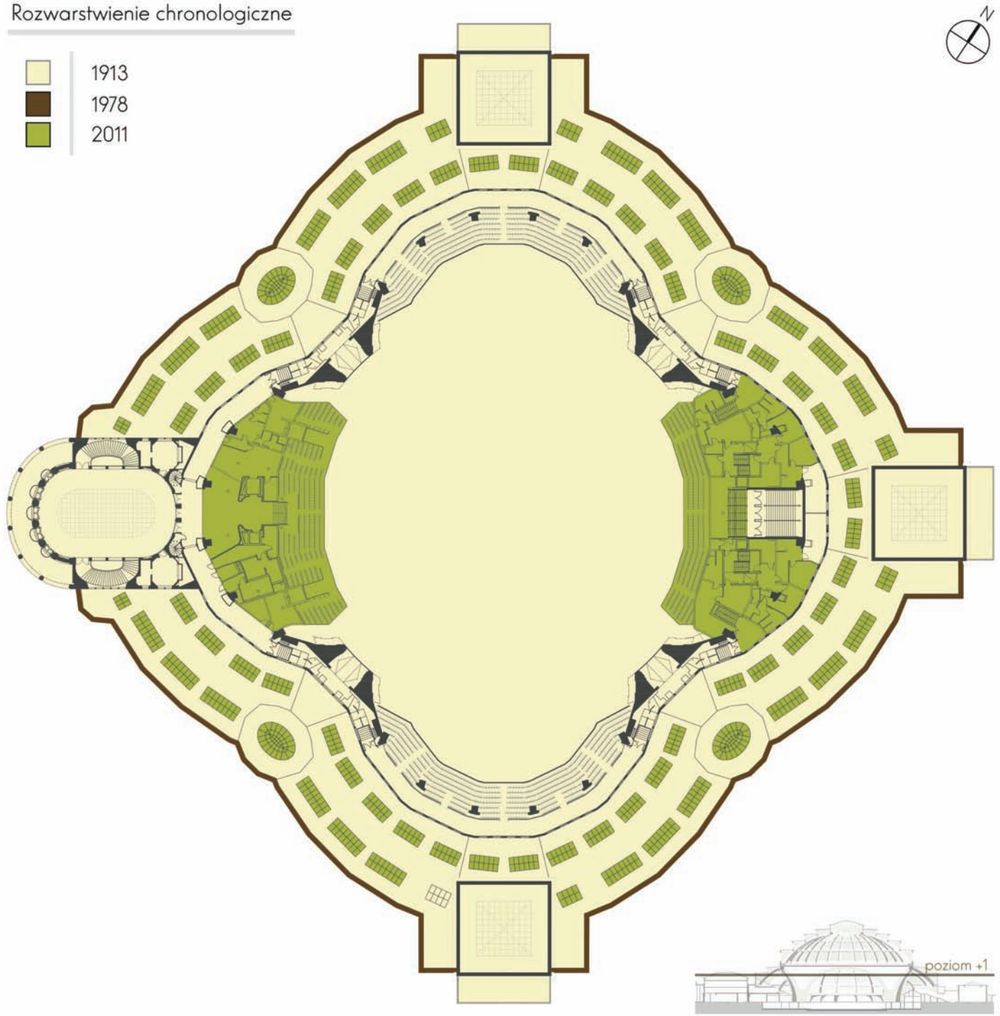
1913
2011



poziom 0

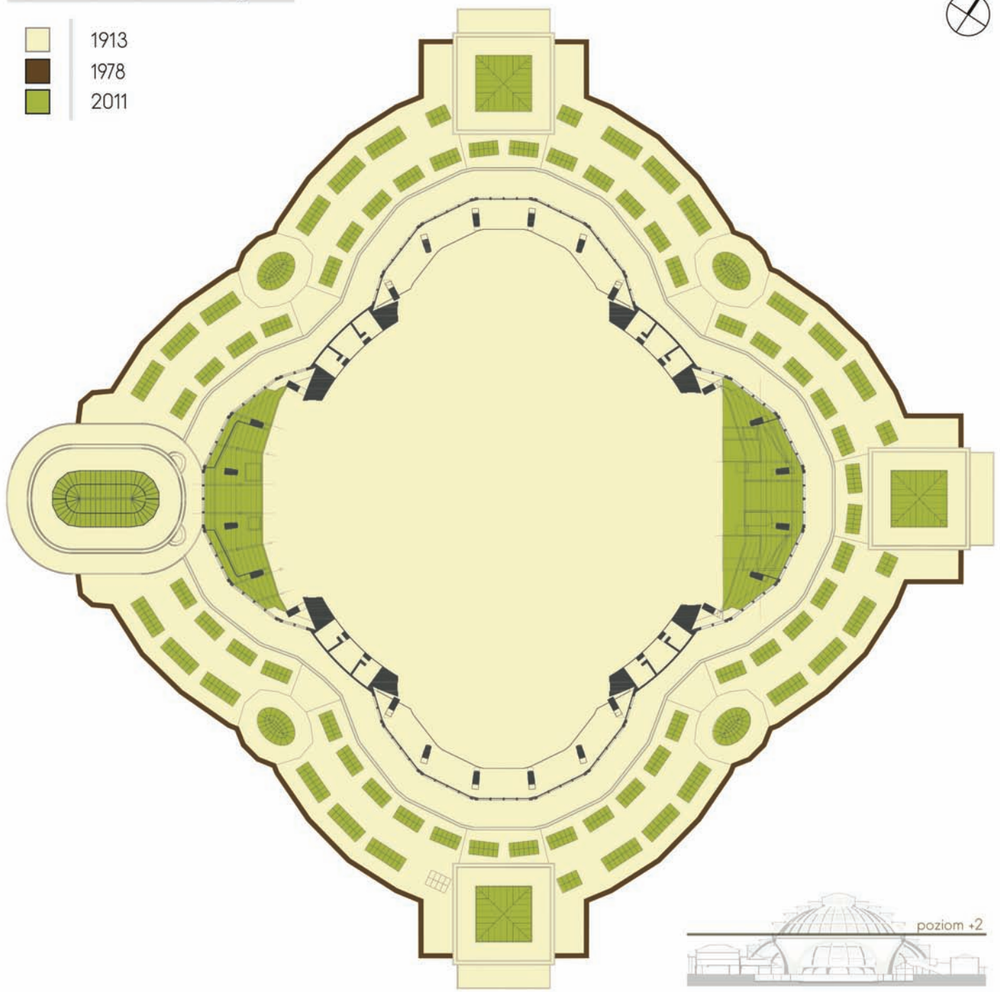
Rozwarstwienie chronologiczne

1913
1978
2011



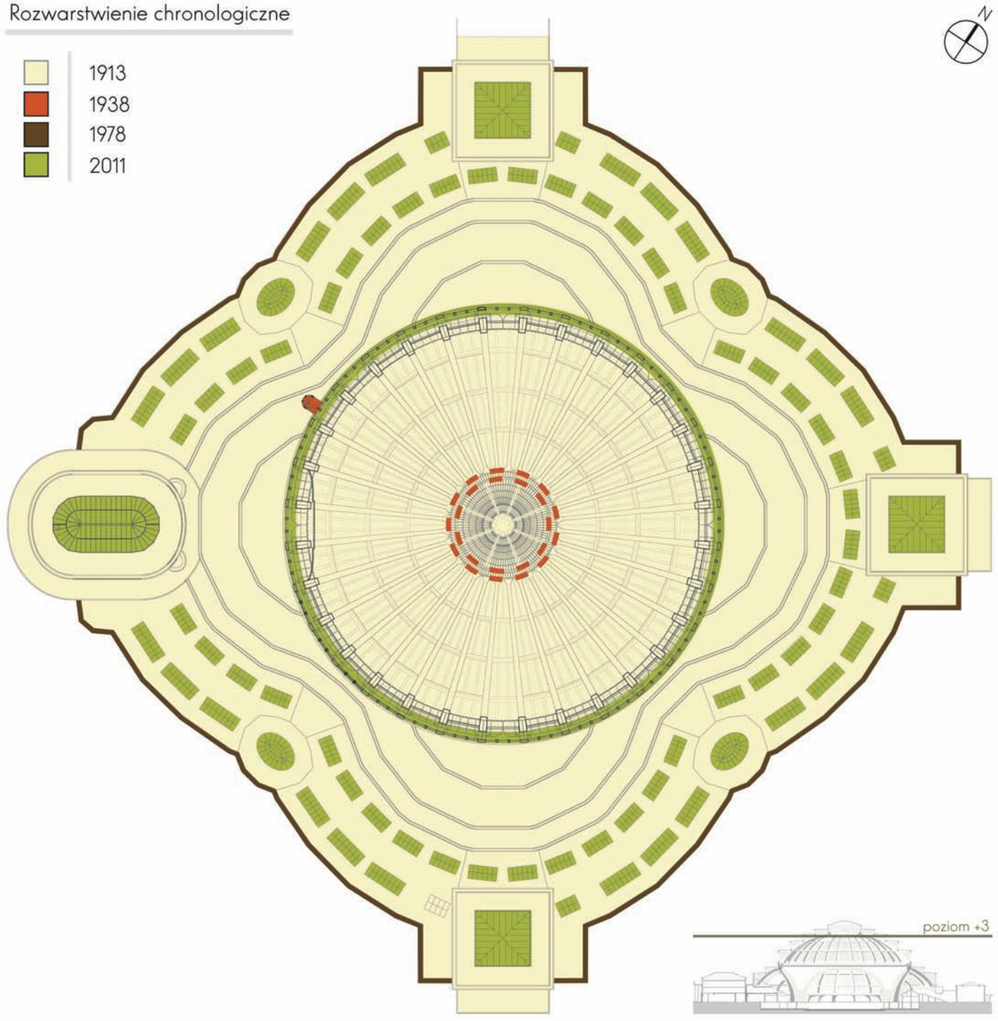
Rozwarstwienie chronologiczne

1913
1978
2011



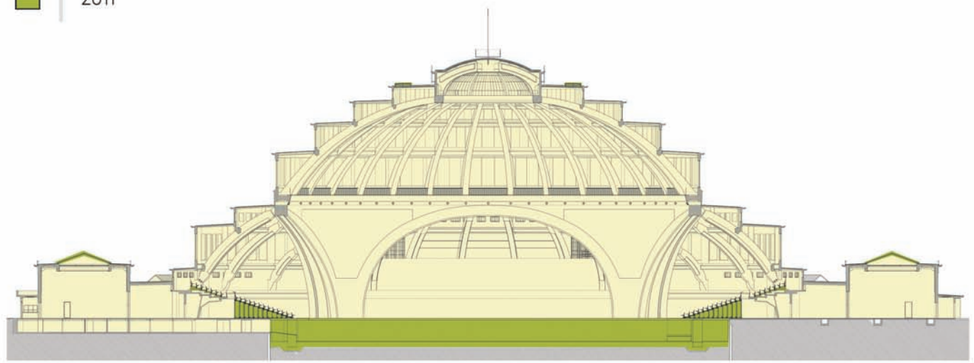
Rozwarstwienie chronologiczne

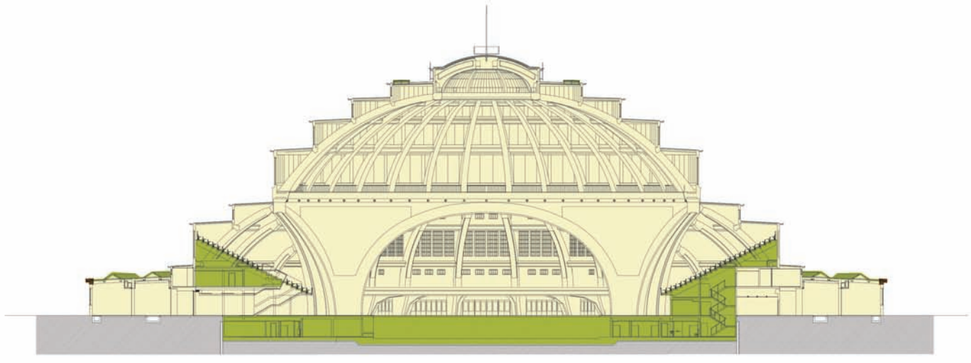
1913
1938
1978
2011



Rozwarstwienie chronologiczne

1913
1978
2011

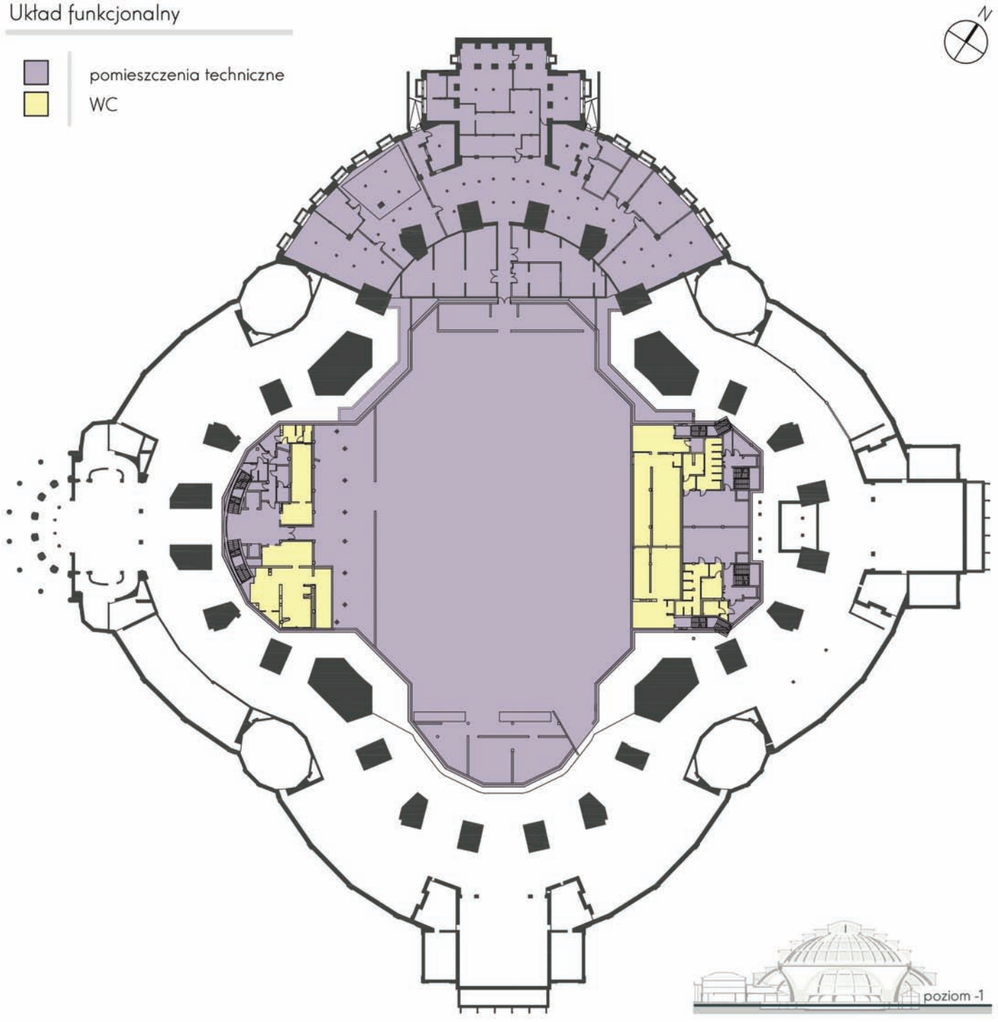




Układ funkcjonalny

pomieszczenia techniczne

WC



poziom -1

Układ funkcjonalny

sala główna

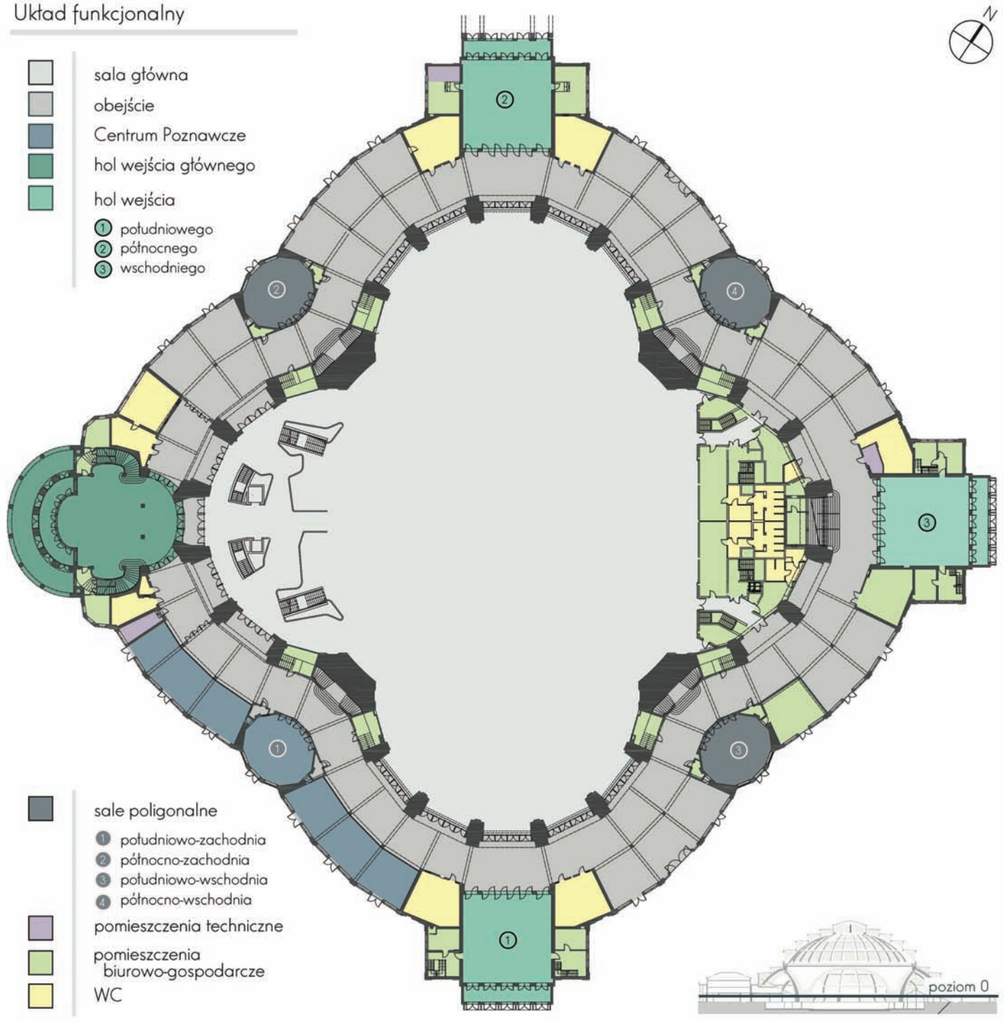
obejście

Centrum Poznawcze

hol wejścia głównego

hol wejścia

1 południowego
2 północnego
3 wschodniego



sale poligonalne

1 południowo-zachodnia
2 północno-zachodnia
3 południowo-wschodnia
4 północno-wschodnia

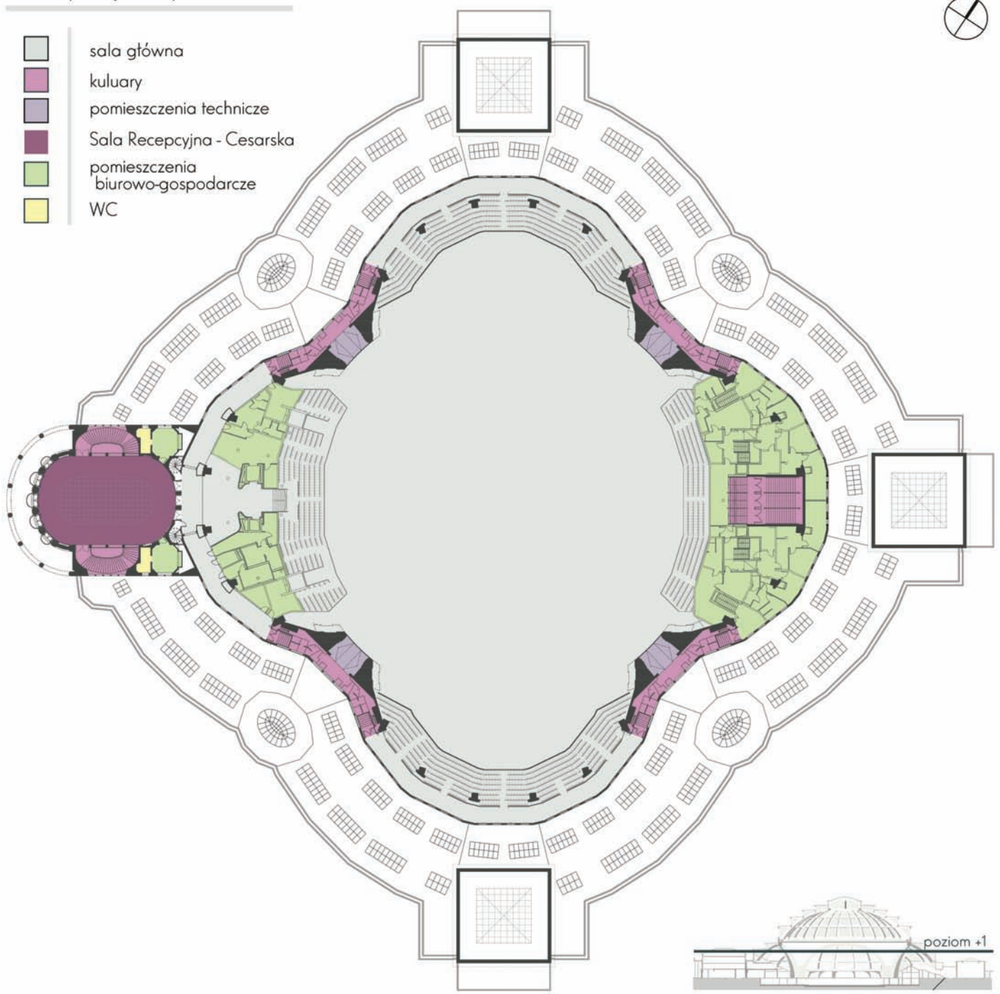
pomieszczenia techniczne

pomieszczenia biurowo-gospodarcze

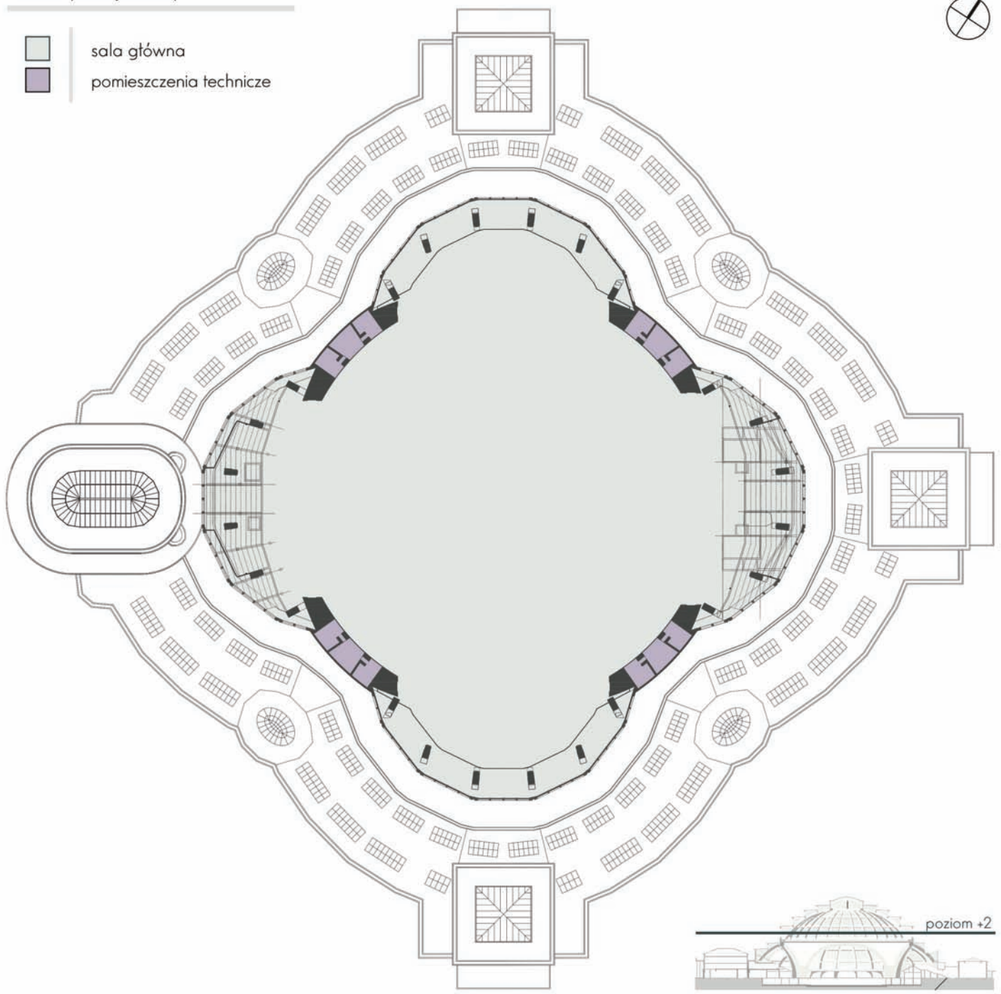
WC

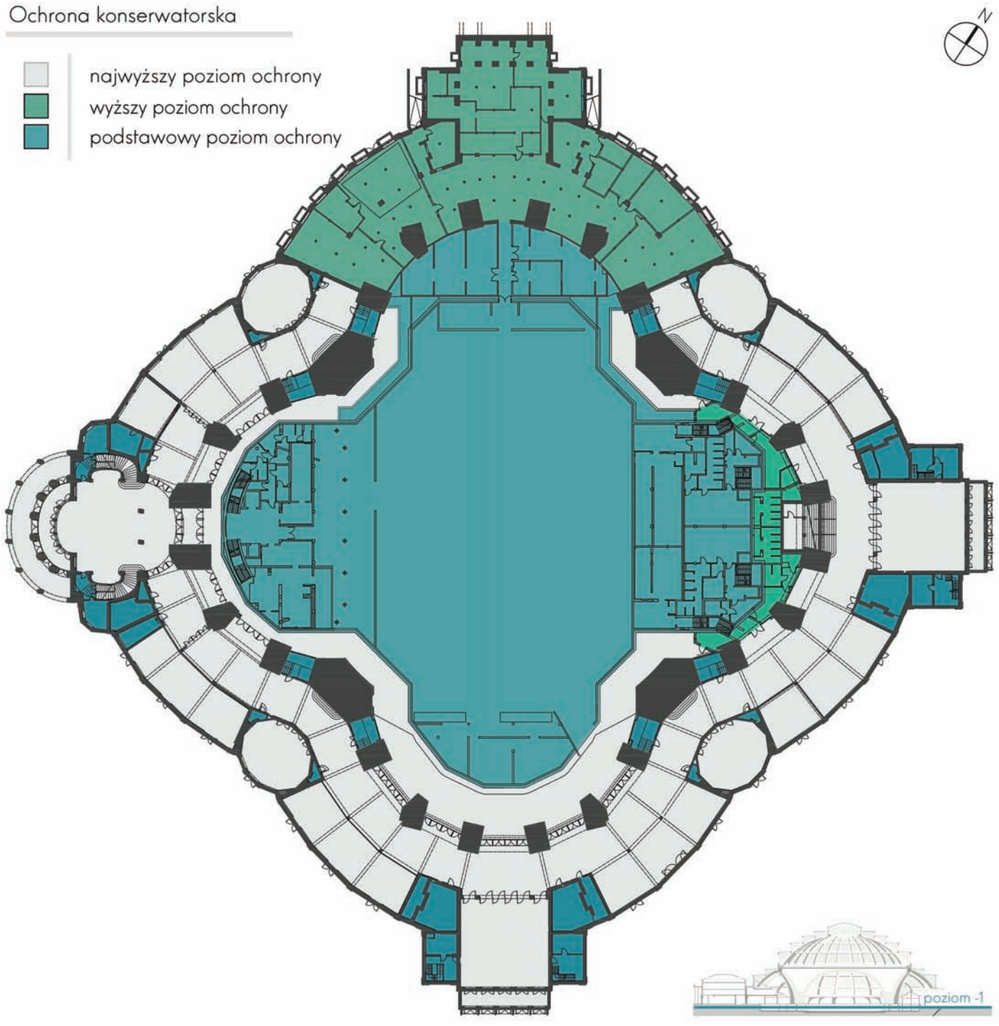
poziom 0

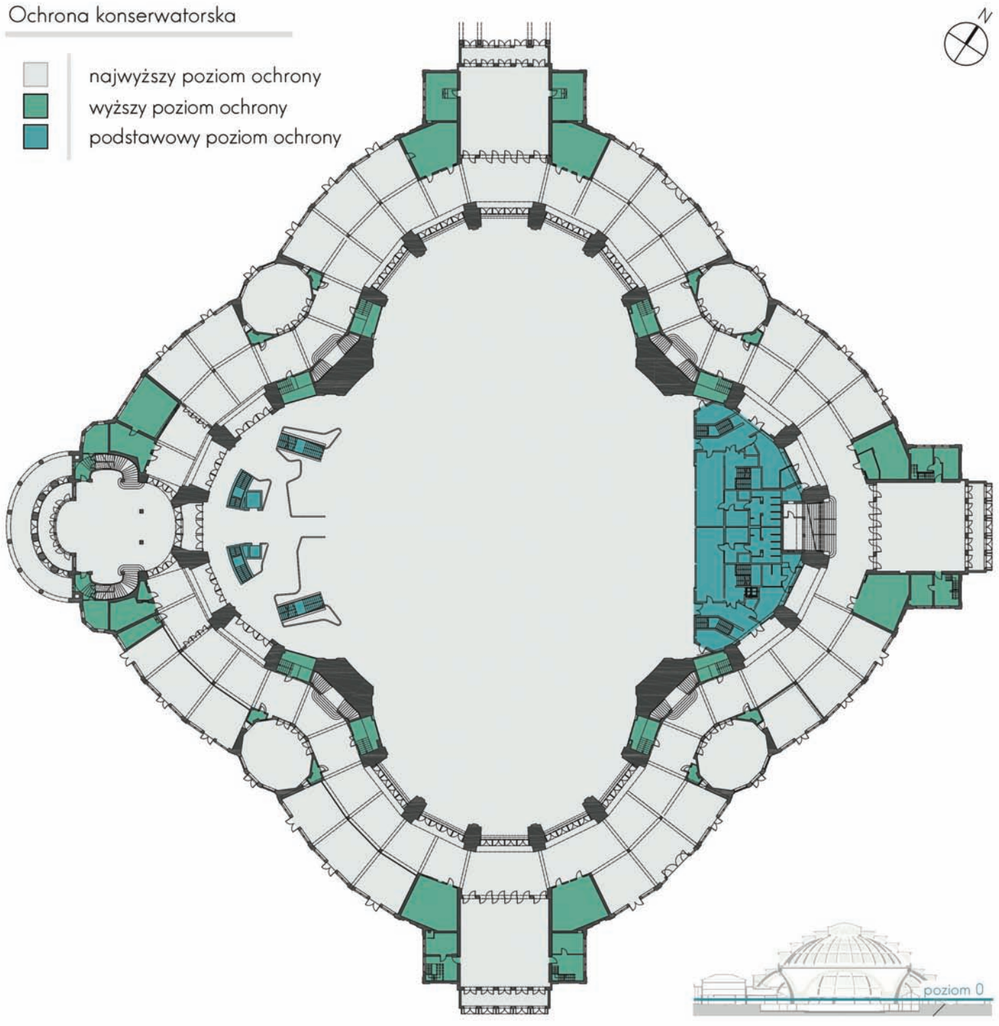
Układ funkcjonalny

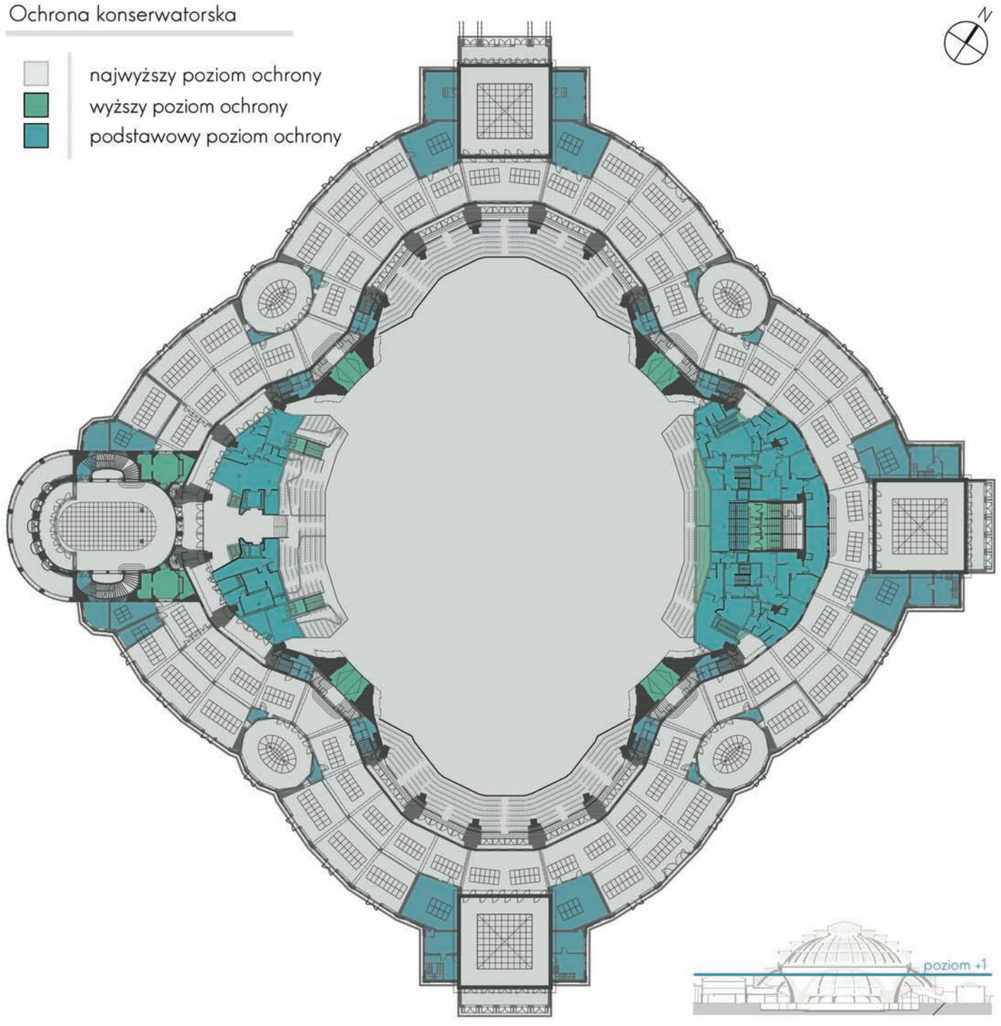


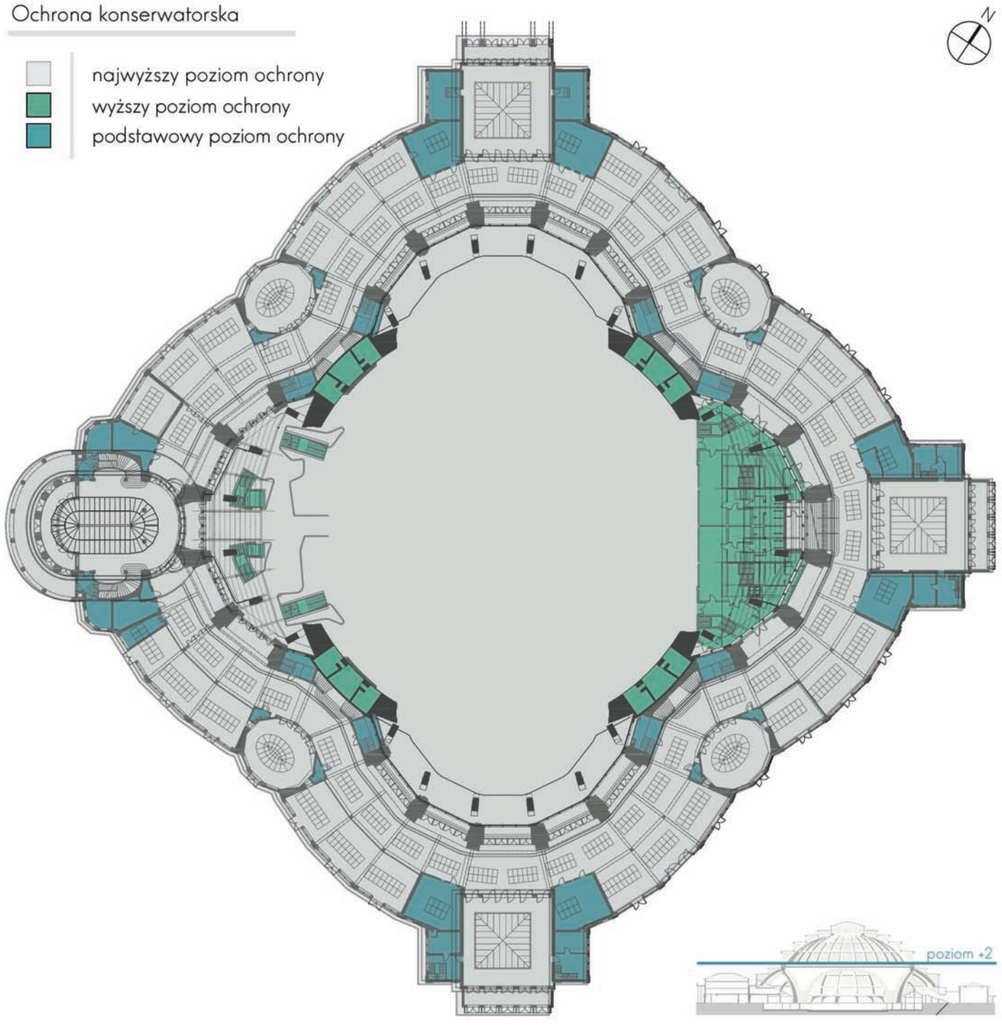
Układ funkcjonalny

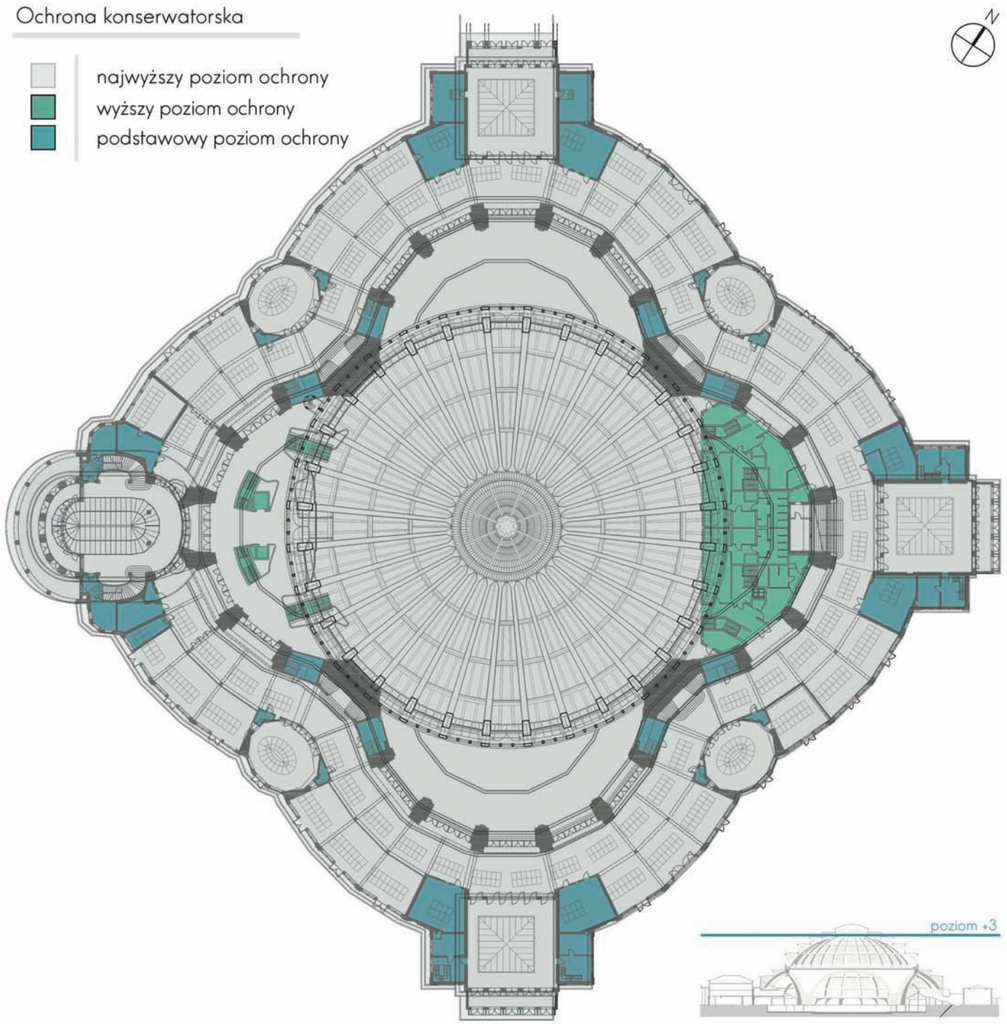


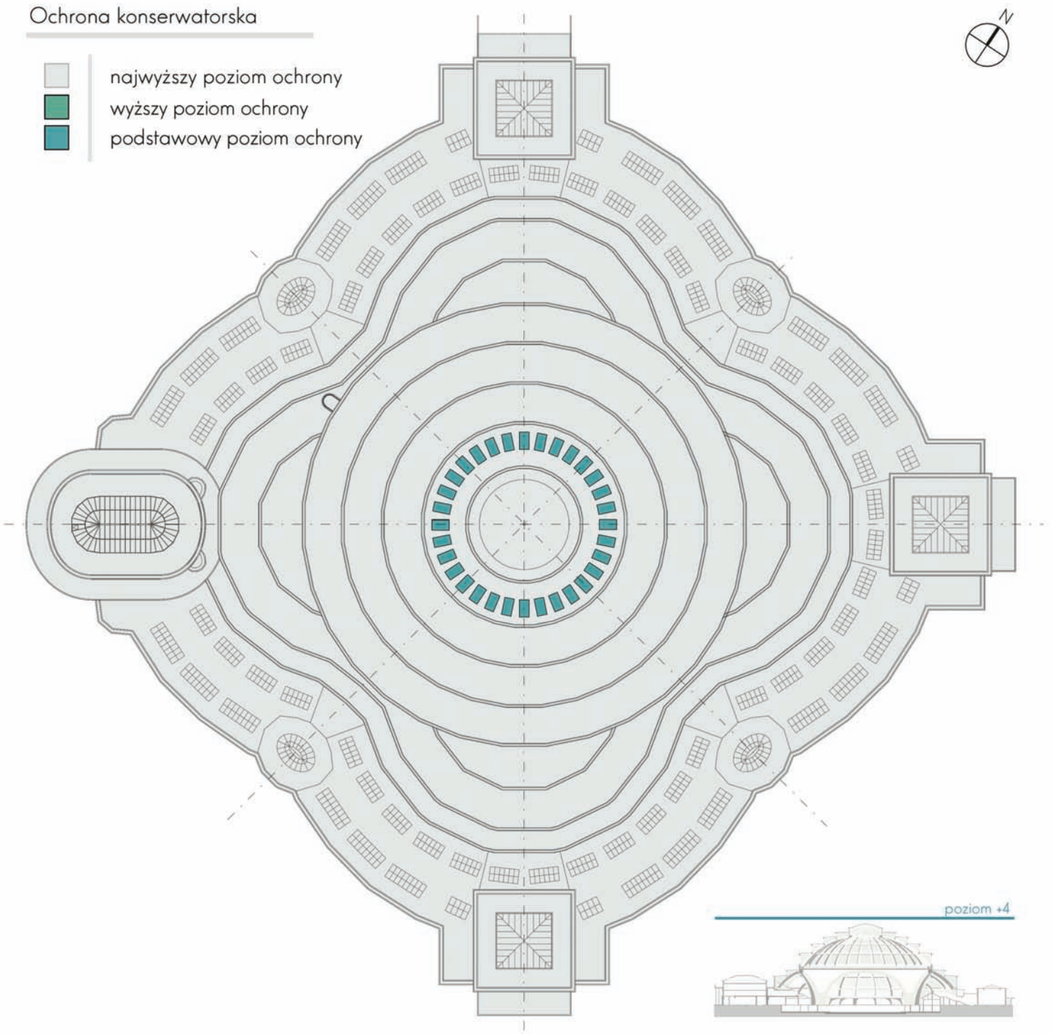

Ochrona konserwatorska
najwyższy poziom ochrony
wyższy poziom ochrony
podstawowy poziom ochrony
N
poziom -1


Ochrona konserwatorska
najwyższy poziom ochrony
wyższy poziom ochrony
podstawowy poziom ochrony
N
poziom 0


Ochrona konserwatorska
najwyższy poziom ochrony
wyższy poziom ochrony
podstawowy poziom ochrony
N
poziom +1


Ochrona konserwatorska
najwyższy poziom ochrony
wyższy poziom ochrony
podstawowy poziom ochrony
N
poziom +2


Ochrona konserwatorska
najwyższy poziom ochrony
wyższy poziom ochrony
podstawowy poziom ochrony
N
poziom +3


Ochrona konserwatorska
najwyższy poziom ochrony
wyższy poziom ochrony
podstawowy poziom ochrony
N
poziom +4

5.3. Wdrożenie i Plan Działania

Plan Działania dotyczy czterech podstawowych obszarów, będących wynikiem analiz przeprowadzonych w ramach przygotowania Konserwatorskiego Planu Zarządzania.

Instytucjonalne umocowanie Konserwatorskiego Plany Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu
Ponieważ Konserwatorski Plan Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu jest pierwszym tego typu dokumentem opracowanym w Polsce, nie istnieją wzorce jego zastosowania w praktyce. Wobec tego należałoby wypracować sposoby i zasady stosowania CMP przez jego zaakcentowanie przez odpowiednie instytucje jako dokumentu podstawowego dla konserwacji.

Ujednolicenie struktury własności i (lub) zarządzania konserwatorskiego Terenów Wystawowych
Rozproszenie własnościowe obiektów na Terenach Wystawowych stanowi jedno z największych zagrożeń i jedną z ważniejszych przeszkód właściwej ochrony konserwatorskiej. Zdając sobie sprawę ze złożoności wyzwania ewentualnego przekształcania majątkowego, konieczne wydaje się przynajmniej ujednolicenie zarządzania konserwatorskiego Terenów Wystawowych – nie tylko przez instytucję Miejskiego Konserwatora Zabytków, ale także, na przykład, przez stworzenie Rady Właścicieli, reprezentującej wszystkie instytucje działające na tym obszarze.

Powołanie Konserwatorskiej Rady Ekspertów
Związana z powyższym punktem wydaje się konieczność powołania Konserwatorskiej Rady Ekspertów, która stanowiłaby ciało doradcze dla Rady Właścicieli w zakresie planowania i realizacji remontów, inwestycji i wszystkich działań prowadzonych na Terenach Wystawowych.

Upowszechnienie Konserwatorskiego Plany Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu
Należy podjąć działania dotyczące zapewnienia pełnego dostępu do wiedzy zawartej w Konserwatorskim Planie Zarządzania dla Hali Stulecia we Wrocławiu. W tym celu tekst dokumentu zostanie opublikowany w wersji elektronicznej (w formie otwartego dostępu typu *open access*) i w wersji drukowanej. Wnioski i najważniejsze punkty wynikające z planu będą przedstawione podczas publicznych prezentacji i spotkań. Dokument zostanie przesłany i zaprezentowany grupom docelowym, obejmującym najważniejsze instytucje związane z ochroną i konserwacją tego zabytku.

6.

Dokumentacja

6.1.1. Badania konstrukcji, badania materiałowe, monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania obiektu
6.1.2. Rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu
6.1.3. Badania otoczenia Hali Stulecia – analiza stanu zieleni

Hala Stulecia we Wrocławiu

Obiekt Światowego Dziedzictwa UNESCO

Badania konstrukcji, badania materiałowe, monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania obiektu

Pracę wykonano w ramach grantu Fundacji J. Paul Getty'ego pt: "For the preparation of a conservation management plan for Max Berg's Centennial Hall in Wroclaw, Poland" inicjatywa: "Keeping It Modern", we współpracy z Muzeum Architektury we Wrocławiu.

Zespół realizujący:

- prof. dr hab. inż. Jerzy Jasieńko – Kierownik Zespołu
- dr inż. Łukasz Bednarz – Koordynator Zespołu
- prof. dr hab. inż. Bronisław Gosowski
- prof. dr hab. inż. Dariusz Łydżba,
- dr inż. Andrzej Moczko
- dr inż. Marta Moczko
- dr inż. Tomasz Nowak
- mgr inż. Piotr Organek
- mgr inż. Anna Pawlik
- dr inż. Magdalena Piechówka – Mielnik
- mgr inż. Zbigniew Powałka
- mgr inż. Magdalena Rajczakowska
- mgr inż. Krzysztof Raszczuk
- mgr inż. Michał Redecki
- mgr inż. Marcin Rutkowski
- mgr inż. Marcin Szyszka

W pracy przywołano ponadto wcześniejsze badania obiektu wykonane m.in. przez:

- dr. Grzegorza Grajewskiego
- dr. Jerzego Ilkosza
- prof. dr. hab. inż. Jana Biliszczuka
- mgr Ewę Bożejewicz
- mgr. inż. Renato Dżugaja
- mgr. inż. Zenona Jasińskiego
- dr. inż. arch. Leszka Konarzewskiego
- mgr. inż. arch Marka Konarzewskiego
- dr. inż. Jerzego Laskę
- dr. inż. arch. Stanisława Lose
- mgr. inż. Andrzeja Małolepszego
- prof. inż. arch. Ernesta Niemczyka
- dr. inż. Jerzego Onysyka
- mgr Maję Pawłowską
- inż. Stefana Perlińskiego
- dr. inż. Mariana Personę
- dr. inż. Bogdana Podolskiego
- mgr. inż. Przemysława Prabuckiego
- dr. inż. Krzysztofa Sadowskiego
- dr. Ulricha Schaffa
- prof. Jana Tajchmana
- dr. inż. Danutę Walę
- mgr. Ryszarda Wójtowicza
- mgr. inż. Tomasza Zająca
- mgr. inż. Jerzego Żuławskiego

i innych.

Spis treści

1. Wprowadzenie. Cel i zakres opracowania
1.1. Cel opracowania
1.2. Zakres opracowania
2. Rys historyczny – konstrukcja
2.1. Opis konstrukcji
2.2. Opis materiałów
2.2.1. Elementy betonowe
2.2.2. Stal zbrojeniowa
2.2.3. Elementy metalowe
2.2.4. Elementy drewniane
2.3. Badania uszkodzeń, zarysowań, wad
2.4. Przebudowy, naprawy, konserwacja
3. Badania konstrukcji i materiałów
3.1. Beton konstrukcyjny – badania wcześniejsze
3.1.1. Badania wytrzymałości betonu na ściskanie
3.1.2. Badania nasiąkliwości betonu
3.1.3. Sklerometryczne pomiary wytrzymałości betonu na ściskanie
3.1.4. Pomiary wytrzymałości betonu na odrywanie metodą "pull-off"
3.1.5. Pomiary głębokości karbonatyzacji betonu
3.1.6. Badania chemiczne betonu na zawartość szkodliwych soli
3.2. Beton konstrukcyjny – badania obecnie przeprowadzone (2015 r.)
3.2.1. Badania betonu żeber kopuły
3.2.2. Badania betonu filarów podporowych
3.2.3. Wnioski
3.3. Ocena ciągłości wybranych przekrojów betonowych, badań mikrostruktury oraz składu betonu
3.3.1. Wyniki badań
3.3.2. Wnioski
3.4. Stal zbrojeniowa
3.5. Metalowe elementy konstrukcyjne
3.5.1. Wnioski
3.6. Elementy drewniane – stolarka okienna (2015)
3.6.1. Badanie stanu materiału okien drewnianych przy użyciu metody oporu wiercenia
3.6.1.1. Określenie przedmiotu, celu i zakresu badań
3.6.1.2 Badania oporu wiercenia - opis metody
3.6.1.3 Wyniki badań rezystograficznych (oporu wiercenia)
3.6.1.4 Wnioski
3.6.2. Badanie stanu materiału okien metodą fali napięciowej – opis metody i wyniki
3.6.3. Ocena stanu zachowania okien
3.6.4. Wnioski
3.7. Wnioski, analiza pierwotnych rozwiązań, badań konstrukcyjnych i materiałowych w nawiązaniu do badań aktualnie przeprowadzonych (2015 r.)
4. Koncepcja monitoringu bezpieczeństwa obiektu oraz stanu zachowania

4.1. Model 3D
4.2. BIM (Building Information Modeling)
4.2.1. BIM I
4.2.2. BIM II
4.3. Model numeryczny MES – analiza statycznego zachowanie konstrukcji
4.3.1. Model koncepcyjny
4.3.2. Geometria
4.3.3. Dyskretyzacja
4.3.4. Model obliczeniowy
4.3.5. Wyniki analiz. Wnioski
4.3.6. Wnioski końcowe
4.4. Koncepcja projektowa całościowego monitoringu obiektu (Lista Światowego Dziedzictwa UNESCO)
4.4.1. Monitoring statyczny
4.4.2. Monitoring dynamiczny
4.4.3. Wnioski
4.5. Aparatura pomiarowa
4.5.1. Aparatura do pomiarów przemieszczeń
4.5.2. Skanery 3D
4.5.3. Czujniki dynamiczne
4.5.4. Drony
4.5.5. Systemy monitoringu
5. Wstępne obserwacje z monitoringu geometrii pierścienia dolnego i górnego konstrukcji kopuły
5.1. Rezultaty pomiarów
5.2. Wnioski
6. Koncepcja monitoringu bezpieczeństwa i stanu zachowania Hali Stulecia we Wrocławiu
7. Wnioski. Podsumowanie
Bibliografia

1. Wprowadzenie. Cel i zakres opracowania

Opracowanie jest efektem realizacji wraz z Muzeum Architektury we Wrocławiu grantu Fundacji J. Paul Getty'ego pt: "For the preparation of a conservation management plan for Max Berg's Centennial Hall in Wroclaw, Poland" inicjatywa: "Keeping It Modern".

Podjęte zadania obejmowały zagadnienia dotyczące:
- badań cech fizycznych i mechanicznych materiałów budowlanych wykorzystanych do budowy konstrukcji Hali Stulecia,
- pomiarów laserowych konstrukcji Hali Stulecia i stworzenia modelu 3D jako podstawy do budowy modeli cyfrowych,
- opracowanie modeli BIM (modelowanie informacji o budynku) i MES (metoda elementów skończonych) do opisu stanu zachowania konstrukcji Hali,
- opracowania koncepcji projektu monitorowania stanu konstrukcji Hali Stulecia i monitorowania jej bezpieczeństwa,

1.1. Cel opracowania

Celem głównym jest stworzenie materiału badawczego, służącego ocenie stanu technicznego konstrukcji i materiałów Hali Stulecia obecnie i stanowiącego punkt odniesienia dla cyklicznych badań obiektu wg. przedstawionej koncepcji monitoringu.

1.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania powiązano z monitoringiem bezpieczeństwa konstrukcji Hali oraz stanem zachowania obiektu, głównie w kontekście destrukcji materiałów i obejmuje on:
- kontrolę stanu materiałów i konstrukcji Hali Stulecia,
- badania i ocenę stanu technicznego stali zbrojeniowej,
- badania i ocenę stanu technicznego łożysk,
- badania cech fizycznych, chemicznych i mechanicznych betonu,
- ocenę wodoszczelności betonu,
- lokalizowanie zagrożeń korozyjnych,
- ocenę ciągłości przekrojów elementów betonowych,
- stworzenie interaktywnego modelu numerycznego Hali Stulecia na podstawie 3 podstawowych modeli: model MES (metoda elementów skończonych) do obliczeń konstrukcyjnych; model BIM (modelowanie informacji o budynku) wzór dla bieżących aktualizacji w zakresie infrastruktury budynku, jak również dla celów związanych z projektem; model LMS (system długotrwałego monitorowania) model ciągłego nabywania danych zebranych z czujników zainstalowanych w budynku i wokół niego.

Szczegółowy opis stanu zachowania materiałów i konstrukcji Hali Stulecia oraz program monitorowania zachowania budynku w czasie zapewnia podstawy naukowe i techniczne do monitorowania bezpieczeństwa i zmian w budynku w czasie.

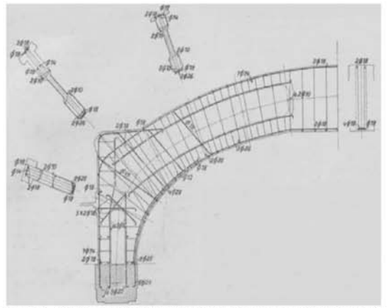
2. Rys historyczny – konstrukcja

2.1. Opis konstrukcji

Konstrukcja hali [3] składa się z wzniesionej centralnie kopuły o wysokości 42 m i rozpiętości w świetle 65 m, do której na dwóch głównych osiach przylegają 4 absydy na rzucie półkoli. Przestrzeń wolna od elementów konstrukcyjnych ma maksymalną szerokość 95 m wzdłuż osi głównych oraz powierzchnię 5500 m^2. Ten środkowy element konstrukcji budowli otaczają jednokondygnacyjne kuluary, w których znajdują się pomieszczenia dodatkowe mogące służyć celom wystawienniczym. Wejścia usytuowane są na osiach głównych. Wejście zachodnie, skierowane w stronę miasta, zostało skonstruowane jako wejście główne. Nad przestrzenią wprowadzającą znajduje się sala recepcyjna, z której zorientowano przejście na trybunę cesarską. Dokładnie naprzeciw niej znajdowała się pierwotnie trybuna dla artystów i organy z 200 rejestrami, największe ze zbudowanych w ówczesnym czasie na świecie. Hala planowo miał niemal 6.000 miejsc siedzących i prawie 10.000 miejsc stojących. Kopuła znacznie odbiega w swej formie od ogólnie przyjętych kanonów. Okalająca pomieszczenie powierzchnia nie ma formy kuli, lecz jest połączeniem schodzących poziomych pierścieniowych tarasów oraz pionowych cylindrycznych ścian okiennych. Ponieważ pionowe powierzchnie okien nie są wystawione na silne działanie czynników atmosferycznych, dobrze służą doświetleniu. Ten sam zabieg powtórzono także w absydach, a jedynie dolne kuluary są wyposażone w świetliki o często spotykanej formie.

Wg. [4] Hala Stulecia to obiekt złożony z cztery głównych części konstrukcyjnych.

– **Latarnia**, wieńcząca kopułę żebrową. Latarnia spoczywa na ściskanym pierścieniu zwornikowym, spinającym na wysokości około 36 m, 32 łuki główne kopuły. Konstrukcję latarni wykonano z czterech sztywnych ram, krzyżujących się w bloku zwornikowym (rys. 2.1). Ramy są też sztywno zamocowane w pierścieniu ściskanym, który ma średnicę wewnętrzną 14,4 m i przekrój 150 cm (szerokość) i 110 cm (wysokość).



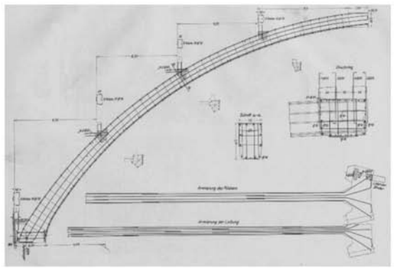
Rys. 2.1. Układ prętów zbrojeniowych w ramach latarni wg. [3].

– **Kopuła żebrowa** (rys. 2.2), składająca się z 32 łuków (rys. 2.3, 2.4), wprowadzonych u góry w pierścień zwornikowy, a u dołu zakotwionych w pierścieniu rozciąganym. Łuki główne na swojej długości od pierścienia rozciąganego do pierścienia zwornikowego podzielone są na cztery odcinki poziomymi ryglami obwodowymi, które usztywniają i zabezpieczają żebra kopuły przed skręceniem i wyboczeniem z płaszczyzny. Stanowią jednocześnie podstawy pod ściany okien i oparcia żeber pierścieniowych stropodachów. Na każdym ryglu – obręczy, ustawiono tarasowo przeszklone ściany elewacyjne.

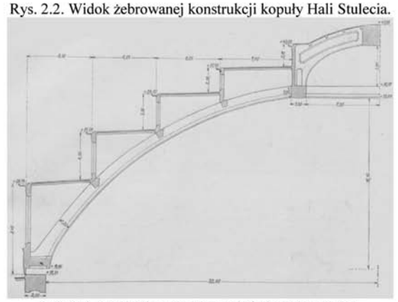
– **Cylinder,** stanowiący podstawę kopuły. Ma on wysokość 19 m, średnicę wewnętrzną 65 m i zmienną grubość (sztywność) ściany. W cylindrze wycięto, osiowo symetrycznie cztery arkady absyd, każda o wysokości 16,7 m i rozpiętości 41 m (rys. 2.5). Każdą absydę tworzy sześć łuków wsporczych, na których ustawiono po dwie ściany okienne i dwa tarasowe stropodachy.

– **Kuluary,** stanowiące zewnętrzną parterową część obudowy arkad i cylindra.

Rys. 2.2. Widok żebrowanej konstrukcji kopuły Hali Stulecia.



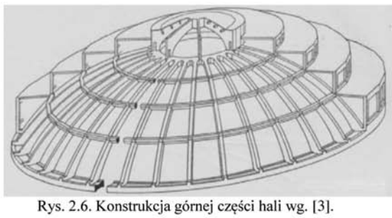
Rys. 2.3. Układ prętów zbrojeniowych w żebrze kopuły wg. [3].



Rys. 2.4. Przekrój przez konstrukcję kopuły wg. [3].

Rys. 2.5. Przekrój przez konstrukcję cylindra z wyciętymi osiowo symetrycznie arkadami absyd wg. [3].

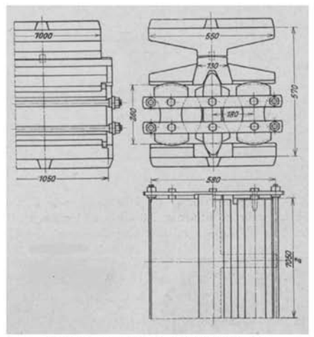
Wg. [3] kopuła została podzielona na dwie wyraźnie oddzielone konstrukcje, kopułę właściwą mającą 65 m rozpiętości w świetle oraz 23 m wysokości (rys. 2.6) i wysoką na 19 m dolną podbudowę kopuły (rys. 2.7).



Rys. 2.6. Konstrukcja górnej części hali wg. [3].

Rys. 2.7. Konstrukcja dolnej części hali wg. [3].

Konstrukcję nośną kopuły tworzą 32 żebra wspierające się na górze na pierścieniu ściskanym o średnicy w świetle 14,40 m, a u dołu na pierścieniu rozciąganym. Pierścień ściskany jest obciążony przez latarnię o wysokości 5,75 m składającą się z 4 krzyżujących się wiązarów. Kopuła spoczywa na podbudowie za pomocą 32 poruszających się w kierunku promienistym łożysk ze stycznymi mechanizmami uchylnymi (rys. 2.8), tak iż podbudowa jest wolna od oddziaływań poziomych, które występowałyby przy zdejmowaniu rusztowań i zmianie obciążeń termicznych kopuły w przypadku jej ciągłego połączenia z podbudową. Dzięki promienistemu ułożeniu wałków siły wiatru są przenoszone na podbudowę w kierunku stycznym, w którym kopuła charakteryzuje się największą nośnością na siły działające poziomo. Z punktu widzenia statyki podbudowa kopuły stanowi skomplikowaną konstrukcję i jest dość podatna na nieprzewidziane oddziaływania, stąd oprócz elementów, których zadaniem jest funkcja nośna, zastosowano wiele elementów pomocniczych, wspomagających sztywność globalną konstrukcji.



Rys. 2.8. Konstrukcja łożyska wg. [3].

Mimo swej prostej formy i równomiernie rozłożonych pionowych obciążeń, konstrukcja nośna kopuły stanowi, ze względu na wielokrotną niewyznaczalność schematu statycznego skomplikowaną strukturę. Najprawdopodobniej dolny pierścień rozciągany daje w wyniku niewielkich wymiarów przekroju w stosunku do średnicy kopuły i w wyniku zastosowania łożysk, jedynie niewielki opór przed skręcaniem wiązarów kopuły przy wezgłowiu, [3].

2.2. Opis materiałów

Autorzy analizujący stan zachowania hali w opracowaniach technicznych np. [4] twierdzą, że dokumentacja hali była zmieniana, poprawiana, aktualizowana, również w trakcie budowy. Dotyczy to głównie konstrukcji tarasowych dachów i ścian elewacyjnych, gdzie stwierdzono znaczące rozbieżności dotyczące głównie warunków rozmieszczenia zbrojenia, długości zakładów i kotwienia prętów zbrojeniowych, a także zagęszczenia, jednorodności i struktury betonu. Nie potwierdziły się też informacje archiwalne podające, że płyty stropowe i elementy konstrukcyjne ścian elewacyjnych były prefabrykowane. Prefabrykowane wydają się być jedynie filarki międzyokienne i niektóre nadproża o niewielkich przekrojach poprzecznych. Pozostałe konstrukcje wykonano w deskowaniach w miejscu wbudowania. Nie przestrzegano przy tym zasad rozmieszczenia zbrojenia, reżimów jednorodności i zagęszczenia betonu. Stal jest rozmieszczona chaotycznie, a beton (nawet w jednym elemencie) jest mocno zróżnicowany w sensie jakościowym.

2.2.1. Elementy betonowe

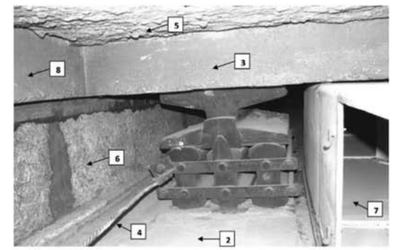
Wg. [3] beton żwirowy fundamentów w dolnej części ma proporcje mieszanki 1 część cementu : 7 części kruszywa, w części górnej 1 : 5 ½, w przekrojach z kotwionymi prętami stalowymi zastosowano proporcję 1 : 4, a do filarów beton tłuczniowy 1 część cementu : 6 części pospółki : 8 części drobnego kruszywa granitowego. We wszystkich fundamentach i słabo zbrojonych filarach o znacznych przekrojach beton zagęszczano przy pomocy sprężonego powietrza.
Proporcje mieszanki betonu do osadzania elementów stalowych na powierzchniach łuków były następujące: 1 część cementu, 3 części pospółki i 3 części drobnego kruszywa granitowego, natomiast do wewnętrznego rdzenia betonowego bez wypełnień stalowych, odpowiednio do występujących obciążeń – w części dolnej 1 : 6 : 8, w części środkowej 1 : 5 : 6 ½, a w części górnej 1 : 4 : 5 ½ i wreszcie do fragmentów zamykających w szczycie kopuły na 1 m długości łuku – 1 : 2 ½ : 2 ½ a w odcinku przylegającym – na długości 2,5 m 1 : 3 : 3.
Elementy żelbetowe przylegające do płyty łożyska ze staliwa zostały uzbrojone przy pomocy trzech warstw prętów zbrojeniowych ułożonych krzyżowo o średnicy 12 mm i wielkości oczka siatki – 5 cm, przy proporcji mieszanki 1 : 2 ½ : 2 ½. Wytrzymałość kostek betonowych o długości krawędzi 30 cm wynosiła po 28 dniach 260 kg/cm^2,. Jeśli natomiast ograniczono powierzchnię ściskania do jednej czwartej, a więc do kwadratu o wymiarach 15 cm x 15 cm, wówczas obciążenie zrywające odniesione do jednostki powierzchni tej mniejszej poddanej ściskaniu powierzchni podniosło się średnio do 567 kg/cm^2 przy niezbrojonych próbkach betonu, zaś do 927 kg/cm^2 – także po 28 dniach dla próbek, które zostały zbrojone prętami stalowymi. Po roku wielkość ta wzrosła nawet do 1089 kg/cm^2, można więc było przyjąć wytrzymałość na ściskanie betonu – 1000 kg/cm^2.
W przypadku łuków przyporowych beton trzeba było podawać jako mieszankę o proporcji 1 : 3 : 3 ze zwiększoną wilgotnością, ponieważ ze względu na przyłożone po obu stronach deskowania, nanoszenie i obrabianie betonu było możliwe jedynie od góry.
Beton użyty do konstrukcji nośnej kopuły był stosunkowo suchy, aby umożliwić dobre zagęszczenie tych elementów budowli narażonych na ściskanie i uniknąć przypadkowego „spływania", co miałoby miejsce przy płynnej konsystencji.
Produkowany podczas budowy Hali beton nie miał najlepszych parametrów technicznych i stąd liczne uszkodzenia elementów żelbetowych narażonych na destrukcyjne działanie czynników atmosferycznych.
Wg. [3] do budowy hali przyjęto beton zbliżony do klasy B12,5 (obecnie klasy C8/10 do C12/15), a lokalnie niższej. Wg. opracowań współczesnych np.: [4], [8], [9] klasa betonu konstrukcyjnego lokalnie może być znacznie wyższa i osiągać wartości odpowiadające klasie C30/37.

2.2.2. Stal zbrojeniowa

Wg. [3] w szczycie kopuły przy powierzchni pola zbrojenia 3,0 cm^2, procent zbrojenia w przekroju to 0,32%, w wezgłowiach przy powierzchni pola zbrojenia 21,0 cm^2, procent zbrojenia w przekroju to jedynie 0,06%. Ten niewielki procent zbrojenia stalowego, które zostało zastosowane, jest dowodem na to, że dla takich elementów konstrukcyjnych, żelbet w porównaniu z konstrukcjami stalowymi jest materiałem budowlanym doskonale się nadającym i korzystnym ekonomicznie. Ze względu na niskie co do wartości naprężenia skręcające ułożono dodatkowo kilka prętów poprzecznych w płaszczyznach łuków. Ponieważ przy tych dużych przekrojach nie było konieczności zastosowania zwykłych strzemion, zakotwiono pręty stalowe po wewnętrznej stronie czołowej łuków przy pomocy strzemion o długości 50 cm i kształcie typu „S", aby zapobiec odspajaniu warstwy betonu otaczającej stal zbrojeniową.

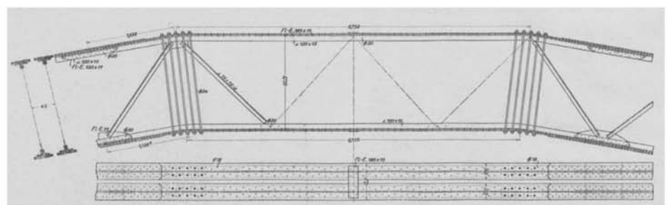
2.2.3. Elementy metalowe

Wg. [3], 32 łożyska kopuły zostały wykonane i obliczone dla nacisku na łożysko siłą 200 t. Ich wymiarowanie i szczegółowe opracowanie odbyło się w oparciu o przeprowadzone próby.



Rys. 2.9. Łożysko wahaczowe, [4].

Na rys. 2.9 autorzy opracowania [4] przedstawili pierścień rozciągany, który ułożono na 32 stalowych łożyskach. Pod każdym łukiem ustawione jest łożysko wahaczowe (1) umożliwiające przemieszczenia jedynie wzdłuż promienia pierścienia. Dolna płyta łożyska ustawiona jest na żelbetowych elementach podbudowy kopuły (2), natomiast na górnej płycie leży żelbetowa poduszka (lokalne pogrubienie) (3) betonowej obudowy stalowych kratownic tworzących pierścień rozciągany. Wzdłuż kanału łożyskowego ułożono linę stalową (4), która łączy wszystkie łożyska i w czterech miejscach jest połączona z instalacją odgromową budynku hali. Podniebienie kanału łożyskowego tworzy betonowa płyta o nierównej powierzchni (5), oddzielona od masywnego przekroju obetonowania kratownic pustką powietrzną grubości około 5 cm. Zewnętrzną ściankę żelbetową kanału od wewnątrz wyłożono płytami suprema (6) natomiast wewnętrzną ścianę tworzy obudowa kanału wentylacyjnego (7), na znacznej długości wykonana z płyt azbestowo – cementowych. W górnej części zewnętrzną ścianę kanału łożyskowego tworzy żelbetowa półka teowego przekroju stanowiącego obudowę kratownic, (8).
Wg. [3] pierścień rozciągany składał się z dwóch położonych jeden nad drugim nitowanych dźwigarów kratownicowych o wadze łącznej 130 t (rys. 2.10). Ogromne znaczenie przywiązywano do starannego wykonania pierścienia rozciąganego, który, do pewnego stopnia, tworzy łożysko oporowe kopuły i który będzie przejmował obciążenia zginające, wywołane przez siły od wiatru. Siła rozciągająca wynosiła 500 t przy dopuszczalnych naprężeniach w stali 1250 kg/cm^2, w najmniej korzystnym przypadku. Poza rozciąganym krzyżulcem użyto w celu połączenia obu pasów w 32 punktach możliwego wyboczenia każdego dźwigara po 10 poziomych kotew. Aby przy montażu pierścienia rozciąganego zapewnić prawidłowe położenie w rzucie pionowym i poziomym, najpierw wyprodukowano, wbudowano, a następnie zabetonowano elementy betonowe o odpowiednich wymiarach. Dla uzyskania bezpiecznego połączenia nitowanego dźwigara z przekrojem betonowym zastosowano dodatkowo na powierzchniach zewnętrznych pasów strzemiona w kształcie typu „S".

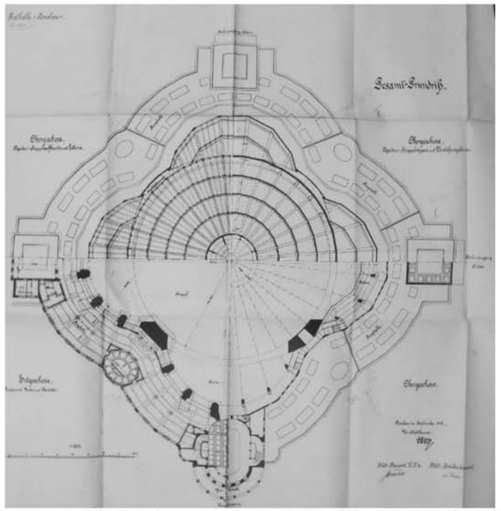

Rys. 2.10. Konstrukcja dźwigarów kratownicowych pierścienia dolnego, [3].

2.2.4. Elementy drewniane

Obecnie, oryginalnymi elementami wykonanymi z drewna w Hali Stulecia są tylko okna krosnowe przylgowe osadzone od zewnątrz i rozwierane na zewnątrz [32], wykonane z drewna sprowadzonego z Australii tzw. żelazowego (kazuarynowego) w kolorze rdzawo-czerwonym [35].
Szczegółowy opis stolarki okiennej i inwentaryzacja każdego z typów okien zostały wykonane przez prof. Tajchmana w 2007 roku [32], [33], [34]. Każde z typów okien posiada szczegółową dokumentację rysunkową, wykonaną przez mgr Bożejewicz [33], w której znajdują się widoki od zewnątrz i od wewnątrz okien oraz wszystkie niezbędne przekroje. Ponadto przedstawione są wszystkie profile krosn (krośniaki górne, dolne, pionowe, listwy kryjące), skrzydeł okiennych (ramiaki górne, pionowe, okapniki, szczebliny) oraz stalowe okucia okienne (haczyki, zakrętki, narożniki, zawiasy) z niezbędnymi wymiarami.

2.3. Badania uszkodzeń, zarysowań, wad

Konstrukcja hali to ponad dwa tysiące elementów żelbetowych, które, w zamyśle projektantów, miały spełniać przypisane im zadania statyczno–konstrukcyjne i funkcjonalne. Naturalnym jest, że elementy konstrukcyjne Hali Stulecia ponad sto lat temu w początkowym okresie rozwoju konstrukcji żelbetowych, a także przy niedostatku remontów w okresie po II wojnie światowej, wykazują wady, nieprawidłowości, oraz uszkodzenia eksploatacyjne, [4].
Kilka tysięcy m^3 skomplikowanych konstrukcji żelbetowych wykonano w niespełna 11 miesięcy. Wg. [4] uszkodzenia w elementach Hali były liczne i bardzo zróżnicowane. Powołanie się na opracowanie [4] z lat 2007 i 2008 może znacznie przybliżyć zakres uszkodzeń zaobserwowanych przed wykonaniem prac remontowych wewnątrz i na zewnątrz Hali w latach późniejszych.



Rys. 2.11. Miejsca (oznaczone kolorem czerwonym), w których planowano wprowadzenie dylatacji, z uwagi na występujące zarysowania na zewnętrznych ścianach obiektu.

Przedstawiając nieprawidłowości w rozwiązaniach konstrukcji żelbetowych w Hali Stulecia autorzy [4] przypominają, że należy, przede wszystkim, pamiętać, iż obiekt ten jest jednym z pierwszych tej wielkości w Europie, i że był on projektowany i wznoszony w latach 1912 – 1913, w czasie kiedy teoria żelbetu nie była jeszcze ugruntowana, a znaczną część decyzji projektowych podejmowano intuicyjnie. Jakkolwiek metody obliczeniowe w zakresie statyki oparte były wówczas na bazie zaawansowanej mechaniki budowli, to jednak, ze względu na ówczesne metody obliczeniowe, stosowano uproszczone modele, co dawało wyniki odbiegające często od rzeczywistości. Istotnym elementem kontroli obliczeń statycznych były metody graficzne, stosowane przez projektantów Hali Stulecia. Należy pamiętać, że wówczas jeszcze nie istniały procedury analizy strefy przypodporowej (ścinania), z zastosowaniem strzemion. Nie znano również zasad zbrojenia belek na skręcanie. Istotną cechą ówczesnego projektowania było pomijanie znaczenia strzemion. Na tym tle należy oceniać stosunkowo ograniczoną ilość nieprawidłowości w konstrukcji Hali Stulecia, co świadczy niezawodnie o umiejętnościach i dużej intuicji projektantów i wykonawców tego obiektu.

Nieznaczne błędy wykonawcze i niedociągnięcia projektowe można było zaobserwować niedługo po powstaniu Hali. Na rys. 2.11 przedstawiono miejsca, w których planowano wprowadzenie dylatacji, z uwagi na występujące zarysowania na zewnętrznych ścianach.
Wg. [4] można wymienić następujące nieprawidłowości w konstrukcji żelbetowej Hali Stulecia oraz wskazać ich wpływ na bezpieczeństwo obiektu:

- brak dodatkowego zbrojenia zwykłego w dolnym pierścieniu rozciąganym kopuły, które tworzyłoby z elementu jednolitą konstrukcję żelbetową, a równocześnie zapobiegało powstawaniu nadmiernej ilości rys w betonie. Skutkiem tego jest duża ilość rys i pęknięć betonu pierścienia zmniejszająca jego sztywność i sprzyjająca rozwojowi korozji zbrojenia sztywnego – kratownic (zakres tej korozji okazał się ostatecznie nieznaczny),
- brak zbrojenia przypowierzchniowego w innych elementach o dużych przekrojach, co w przypadku współczesnych betonów mogłoby skutkować zarysowaniami pochodzenia skurczowego. W analizowanych elementach żelbetowych takich rys nie zaobserwowano, co mogło wynikać z zastosowania betonów wytwarzających w procesie wiązania niższe ciepło hydratacji i dobrej pielęgnacji,
- stosowanie strzemion o niewłaściwej geometrii, a mianowicie strzemion jednociętych z hakami na końcach, słabo zakotwionych w betonie i nie obejmujących przekroju. Ponadto projektanci nie podawali na rysunkach rozstawu strzemion, co wpływało na niejednorodność rozstawów tego zbrojenia w elementach konstrukcyjnych,
- nierówna grubość otuliny betonowej w elementach drugorzędnych oraz lokalnie zbyt cienka otulina sprzyjająca rozwojowi korozji zbrojenia,
- niejednorodność betonu w przekrojach elementów, a także miejscowe kawerny , co obniża jakość i wytrzymałość betonu,
- błędne przyjęcie zbrojenia słupów ram latarni, wynikające przypuszczalnie z przyjęcia niewłaściwego schematu obliczeniowego konstrukcji, co skutkowało powstaniem pęknięć w wewnętrznych gałęziach słupów ram. Pierwotnie stwarzało to zagrożenie awaryjne, jednak już przed II wojną światową wykonano skuteczne wzmocnienie konstrukcji latarni, dzięki czemu obiekt mógł być normalnie eksploatowany.

Autorzy [4] sugerują, że projektanci Hali Stulecia zbyt mało wnikliwie potraktowali bardzo istotny element konstrukcyjny, jakim jest dolny pierścień rozciągany, nie dostrzegając jego decydującego znaczenia w zapewnieniu bezpieczeństwa obiektu. Otóż element ten, jako jeden z nielicznych, zaprojektowano bez właściwego zapasu nośności, a nawet jak się okazało po wykonaniu obliczeń komputerowych – z dużym niedomiarem, [4]. Niedomiar ten wynikał z zastosowania uproszczonych schematów statycznych. Skutkiem tego, a także innych poprzednio wspomnianych nieprawidłowości, może być konieczność wzmocnienia konstrukcji pierścienia.
Specyficzną cechą projektu Hali Stulecia jest duże zróżnicowanie przyjętych w poszczególnych elementach zapasów bezpieczeństwa. Duże zapasy bezpieczeństwa mają np. łuki kopuły, natomiast małe – pierścień rozciągany oraz łożyska kopuły głównej.
Lokalne uszkodzenia występujące na stykach elementów wykonanych z różnych materiałów lub od siebie oddylatowanych są spowodowane wpływami termicznymi i na ogół nie są do uniknięcia. Uszkodzenia te mogą generować również rysy w sąsiednich elementach np. płytach stropowych lub ścianach. Wpływ na powstanie i rozwój uszkodzeń mogły mieć również drgania wywołane pracą maszyn np. wentylatorów.
Przyczynami najczęściej występujących uszkodzeń otuliny betonowej i korozji stali zbrojeniowej oraz lokalnych uszkodzeń betonu w miejscach niezbrojonych są zarówno błędy projektowe, jak również wykonawcze i eksploatacyjne.
Przedstawiając przyczyny błędów projektowych, uszkodzeń betonu, w tym zwłaszcza otuliny betonowej i korozji zbrojenia autorzy [4], odnieśli je do poziomu wiedzy o żelbecie, która istniała na początku XX w., a zwłaszcza w latach 1911 – 1913, w okresie projektowania i realizacji obiektu. Stwierdzono, że powinien być tu również uwzględniony ówczesny poziom technologiczny.
Do przyczyn projektowych powstania uszkodzeń zaliczono:

- zastosowanie przez projektanta niskiej klasy betonu w granicach klasy B12,5 (obecnie pomiędzy klasami C8/10 a C12/15), a lokalnie niższej,
- brak w projekcie elementów elewacyjnych wymaganych informacji i ustaleń dotyczących grubości otuliny betonowej.

Oceniono jednak, iż powyższe przyczyny nie mogą być uważane za zawinione przez konstruktora Hali Stulecia, bowiem wynikały one z ówczesnego stanu wiedzy o betonie i konstruowaniu żelbetu. W szczególności dotyczyło to problemów korozji konstrukcji żelbetowych i ochrony przed jej rozwojem. Betony klasy B12,5 uważane były wówczas za betony konstrukcyjne i ich zastosowanie w Hali Stulecia projektowanej w latach 1911 – 1912 nie mogło budzić wątpliwości. Grubość otuliny betonowej nie była parametrem ustalanym przez projektanta, lecz była skutkiem procesu realizacji obiektu. Beton konstrukcyjny był uważany za materiał bardzo trwały, praktycznie nie ulegający korozji i stanowiący wystarczającą ochronę dla stali zbrojeniowej bez szczegółowej analizy roli otuliny betonowej i wpływu środowiska zewnętrznego.
Obecny stan wiedzy pozwala na stwierdzenie, że słaby beton ulega szybciej procesowi karbonatyzacji i jako taki słabo chroni stal zbrojeniową przed wpływami zewnętrznymi przyczyniając się do rozwoju jej korozji. Istotne znaczenie w związku z tym ma również odpowiednia grubość otuliny zbrojenia i szczelność betonu.
Wspomniana powyżej niska, jak na obecne wymagania, klasa i jakość betonu wynikała z ustaleń projektanta, ale również częściowo obciąża wykonawstwo obiektu. Przy takiej ocenie należy jednak zawsze uwzględniać ówczesny, niższy od obecnego, poziom technologii betonu. Trzeba jednocześnie wspomnieć, że wykonawca Hali Stulecia podjął starania o zapewnienie betonowi wymaganych przez projektanta parametrów technicznych przez zastosowanie bazaltowego kruszywa łamanego, ale nie dołożył starań, aby nie powstawały miejscowe nieciągłości i kawerny w stykach roboczych betonu, aby beton był jednorodny (zawartość w nim kruszywa - szczególnie grubego - była wszędzie jednakowa) i odpowiednio zagęszczony.

Do cech badanych konstrukcji żelbetowych sprzyjających powstawaniu uszkodzeń otuliny betonowej i korozji stali, wynikających z poziomu wykonawstwa obiektu, należą:

– nadmierna porowatość betonu, w tym obecność zarówno licznych, widocznych gołym okiem porów, ale nierzadko również kawern. Struktura takiego betonu sprzyja wnikaniu do jego wnętrza gazów i cieczy, w tym substancji agresywnych. Beton o dużej nasiąkliwości nie jest odporny na przemarzanie.
– zmienna grubość otuliny betonowej zbrojenia (stwierdzono otuliny o grubościach od ok. 0,5 – 4 cm) – w licznych przypadkach grubość otuliny była niewystarczająca.

Analiza pobranych próbek betonu oraz miejsc uszkodzonych wskazała, że beton w elementach monolitycznych był zazwyczaj słabiej zagęszczony, lepiej prezentowały się ścienne elementy prefabrykowane (np. filarki międzyokienne).

Istotną przyczyną eksploatacyjną powstawania i rozwoju uszkodzeń korozyjnych żelbetu elementów elewacyjnych jest dostęp do elewacji i oddziaływanie na nią środowiska zewnętrznego, w tym opadów atmosferycznych, agresywnych substancji w postaci gazów i cieczy oraz oddziaływanie mrozu. Oddziaływaniu temu sprzyjała niska jakość betonu powodująca wnikania ww. substancji do wnętrza przekrojów. Oddziaływanie tzw. kwaśnych deszczów przyczyniło się do powstania uszkodzeń powierzchniowych elewacji Hali Stulecia w postaci tzw. piaszczenia (pudrowania) betonu.

Podczas wieloletniej eksploatacji hali kilkukrotnie dokonywano prób zabezpieczania niektórych uszkodzonych fragmentów ścian zewnętrznych, powyżej poziomu kuluarów, przez wykonanie reprofilacji ubytków oraz pokrycie naprawionych fragmentów różnymi powłokami ochronnymi. Naprawy te wykonano nieprawidłowo. Nie oczyszczono zbrojenia z produktów korozji do odpowiedniego stopnia czystości i nie przygotowano właściwie podłoża, ponadto nie zastosowano odpowiedniego materiału reprofilacyjnego. W rezultacie spowodowało to dalszy rozwój korozji zbrojenia i rozszerzenie zakresu uszkodzeń betonu.

Ogólnemu rozwojowi korozji żelbetu elementów konstrukcyjnych elewacji Hali Stulecia sprzyjał brak prawidłowego zabezpieczenia i bieżących remontów jej zewnętrznych elementów, które są najbardziej narażone na oddziaływanie agresywnych czynników zewnętrznych.

Nieliczne uszkodzenia mechaniczne, widoczne w wyższych partiach elewacji, były spowodowane ostrzałem podczas działań wojennych, a na poziomie parteru powodowały je również uderzenia maszyn, pojazdów i urządzeń, bądź zamierzone wykonywanie przekuć, otworów, itp.

Przyśpieszonej korozji powierzchniowej ścian parteru sprzyja porastająca go roślinność. Na znacznych powierzchniach jest ona szczelnie wrośnięta w pory i szczeliny betonu powodujące zawilgocenie i rozsadzanie przy powierzchniowych warstw elewacyjnych.

Rysy i pęknięcia widoczne na powierzchni betonu mogą mieć różne przyczyny powstawania:

– rysy i pęknięcia występujące wzdłuż zbrojenia świadczą o rozwijającej się jego korozji,
– rysy i pęknięcia w ścianach zewnętrznych, a także w niektórych nadprożach i belkach gzymsowych, o przebiegu głównie zbliżonym do pionowego, jak również pojawiające się w otoczeniu otworów okiennych i drzwiowych, mają na ogół charakter uszkodzeń spowodowanych przez zjawisko skurczu betonu. Wskazują one na brak właściwej pielęgnacji betonu w początkowych okresie jego twardnienia, są więc wadą wykonawczą. Wpływ na powstawanie tych uszkodzeń mają również zmiany temperatury zewnętrznej, zwłaszcza w przypadkach znacznych odległości międzydylatacyjnych, a także w związku ze słabym zbrojeniem ścian. Jak wynika z treści archiwalnych obliczeń statycznych, projektanci nie brali pod uwagę wpływu efektów termicznych na siły wewnętrzne w elementach konstrukcyjnych. Nie tylko rysy pionowe, ale także rysy o innym przebiegu, występują na ścianach elewacyjnych hali wzdłuż styków elementów konstrukcyjnych z wykonanymi jednocześnie z nimi monolitycznymi ścianami o mniejszej sztywności, słabo zbrojonymi lub niezbrojonymi. Ta wada projektowa spowodowana jest różnicami deformacji elementów silnie obciążonych oraz elementów przenoszących głównie ciężar własny, przy braku zbrojenia łączącego te elementy,
– niektóre rysy (pęknięcia) występujące w ścianach parteru w północnej części budynku mogą wskazywać na wpływ lokalnego nierównomiernego osiadania podłoża gruntowego i fundamentów. Pod północną absydą i kuluarami hala jest podpiwniczona. Wskazywałoby to na przyczyny usytuowane w fazie projektowania (ocena podłoża gruntowego), a także wykonawstwa (kontrola stanu podłoża). Charakter uszkodzeń wskazuje, że powstały one stosunkowo dawno - z pewnością znacznie przed powodzią w 1997 roku.

W elementach elewacji stosunkowo licznie występują miejsca nieprawidłowo wykonywanych przerw roboczych betonowania - rysy i pęknięcia wzdłuż tych przerw, rozsegregowanie betonu, rozległe powierzchniowe nieciągłości betonu, a nawet kawerny. Niektóre ustalone przez projektantów dylatacje są wykonane niestarannie, a ich krawędzie mają uszkodzenia wynikające z długoletniej eksploatacji.

Rysy i szczeliny występujące na styku elementów prefabrykowanych elewacji (nadproży, słupów) z elementami monolitycznymi (ściany podparapetowe, belki gzymsowe) mają charakter naturalny wynikający ze sposobu montażu prefabrykatów (wówczas jeszcze nie stosowano sztywnych lub podatnych złączy).

Nacieki wodorotlenku wapnia (z betonu – korozja ługująca) występują lokalnie na belkach gzymsowych, a znacznie częściej widoczne są na sufitach stropodachów tarasów znajdujących się powyżej poziomu parteru. Wodorotlenek wapniowy wyługowany z żelbetowych płyt stropodachowych migrował przez płytę korkową i płytę suprema, co jest widoczne na dolnych powierzchniach płyt podwieszonych pod powierzchnią stropodachów.

Przyczynami tej nieprawidłowości były nieszczelności pokryć dachowych i usterki elementów odwodnienia występujące przed remontem tych elementów. Jest to zatem uwarunkowane nieprawidłową eksploatacją obiektu w minionych latach.

2.4. Przebudowy, naprawy, konserwacja

Najtrudniejszym okresem w historii Hali Stulecia wydawać by się mogła II wojna światowa. Hala jednak wyszła z bombardowań wojennych w 1945 r. bez szwanku, natomiast część pozostałych zabudowań Terenów Wystawowych projektu Maksa Berga uległa zniszczeniu. Zarówno Hala jak i Tereny Wystawowe są nieprzerwanie użytkowane do dnia dzisiejszego. Od czasu powstania nie zanotowano wielu zmian w konstrukcji Hali Stulecia. Do najistotniejszych należą:

– rok 1937 - budowa zewnętrznej klatki schodowej do obsługi organów, remont obejmujący wnętrze i taras na dachu, montaż wiórowych i cementowych płyt służących poprawie akustyki, jako tymczasowe rozwiązanie, wprowadzone ze względu na brak funduszy;
– lata 1947 – 1948 - naprawy nieznacznych zniszczeń wojennych, naprawy dachu, montaż przeziernych szyb, demontaż uszkodzonych organów, usunięcie pokrycia dachowego, remont uszkodzonych świetlików nad przejściem, wymiana instalacji elektrycznych i instalacji grzewczej;
– rok 1996 - remont widowni, wymiana siedzisk;
– lata 2009 – 2011 - największy remont hali od czasu jej wybudowania.

Przed przystąpieniem do wykonania remontu budynku w latach 2009 – 2011 poczyniono przygotowania polegające na uzyskaniu odpowiednich środków finansowych oraz zleceniu opracowania wielu ekspertyz i opinii określających stan techniczny zarówno samego obiektu, jak również jego poszczególnych elementów. Sporządzono dokumentację konserwatorską stolarki okiennej, ekspertyzę stanu technicznego konstrukcji budynku, ekspertyzę dendrologiczną na temat istniejącego pnącza na elewacji i konieczności jego zabezpieczenia na czas remontu elewacji, rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki ścian zewnętrznych, opinię techniczną dotyczącą wzmocnienia głównego pierścienia rozciąganego, badania metalograficzne dotyczące oszacowania stanu i właściwości elementów stalowych kratownic pierścienia rozciąganego, kompleksową ocenę cech mechanicznych betonu pierścienia rozciąganego, dokumentację rozpoznania konserwatorskiego oraz prac odkrywkowych w Sali Cesarskiej. Wymienione opracowania oraz stałe konsultacje z gronem wybitnych konserwatorów zabytków, historyków sztuki i ekspertów budowlanych były podstawą do opracowania projektów remontu Hali Stulecia oraz uzyskania pozwoleń na budowę. Ze względu na specyfikę finansowania całego zadania remont podzielono na dwa etapy. Etap pierwszy obejmował swym zakresem remont elewacji budynku, etap drugi – remont i modernizację wnętrza budynku, [1].

Etap pierwszy – remont elewacji rozpoczęto w lutym 2009 r., uzyskano pozwolenie na wykonanie robót budowlanych w zakresie remontu elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku hali. W marcu 2009 r. przystąpiono do realizacji remontu, zabezpieczono zieleń rosnącą bezpośrednio przy ścianach budynku i rozpoczęto czyszczenie powierzchni betonowych elementów elewacji. Jednocześnie demontowano okna w celu wykonania ich kompleksowej konserwacji w warsztacie stolarskim oraz usuwano warstwy pokryć dachowych.

Oryginalną elewację uzupełniono w technologii betonu wykonanego na budowie w szalunku drewnianym. Na powierzchni elewacji widoczny jest rysunek szalunków o niejednorodnej strukturze wynikającej z zastosowania zróżnicowanej wielkości kruszywa i różnej wytrzymałości betonu. Elewacja była mocno zniszczona i zabrudzona wskutek niszczącego działania czynników atmosferycznych.

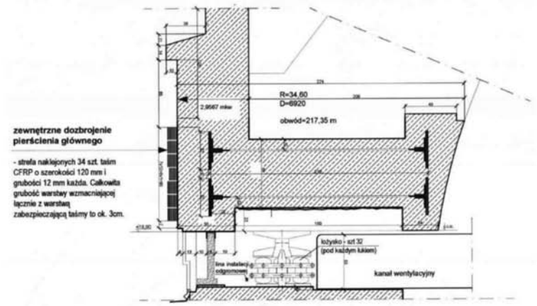
Betonowa elewacja w wielu miejscach była zarysowana i spękana. Występowały liczne uszkodzenia i ubytki spowodowane degradacją betonu. Betonowa otulina zbrojenia utraciła swoje właściwości ochronne, powodując korozję stali, czego konsekwencją było pękanie i odspajanie fragmentów betonu na filarkach okiennych. Cała powierzchnia elewacji wymagała kompleksowych prac konserwatorsko-remontowych.

Prace renowacyjne elewacji, polegały na czyszczeniu wszystkich elementów betonowych, niezbędnych naprawach uszkodzeń betonu i zbrojenia, reprofilacji ubytków betonu, iniekcji pęknięć i zarysowań, zabezpieczeniu oraz uzupełnieniu naruszonej przez deszcz i wiatr struktury betonu.

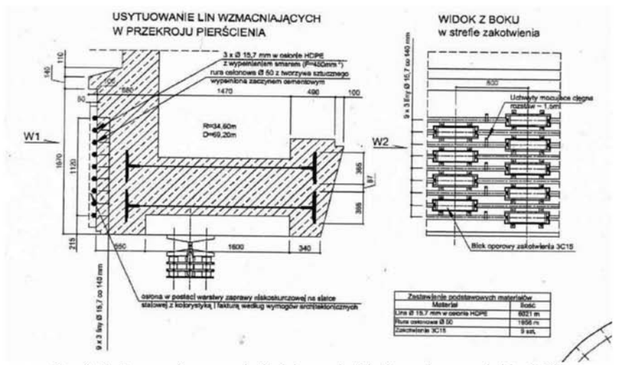
Wykonano następujące prace renowacyjne powierzchni betonowych:

– oczyszczono całą betonową powierzchnię elewacji, stosując metodę niskociśnieniowego strumieniowania drobnofrakcyjnym ścierniwem (pył kwarcowy) w osłonie mgły wodnej – metoda JOS;
– naprawiono (reprofilacja) ubytki, raki i odspojenia korozyjne, a także wykonano konieczne uzupełnienia skorodowanych prętów zbrojeniowych;
– w przypadkach dużych ubytków i odspojeń odtworzono powierzchnię, nawiązując do powierzchni bezpośrednio przyległych albo powierzchni elementów podobnych;
– pozostawiono drobne ubytki i wypłukania faktury betonu, które nie różnią się od powierzchni sąsiednich czy miejsc innych elementów tego rodzaju i jednocześnie nie naruszają jego wytrzymałości;
– wykonano iniekcję wszystkich pęknięć i rys, zabezpieczając strukturę wewnętrzną betonu;
– betonową powierzchnię elewacji zabezpieczono impregnatem przepuszczalnym dla pary wodnej.

Częścią przeprowadzonego remontu było zabezpieczenie głównego elementu konstrukcyjnego, jakim jest dolny pierścień rozciągany pod kopułą żebrową (rys. 2.12 – 2.14) o długości obwodu 218 m i zlokalizowany na wysokości 19 m powyżej poziomu terenu. Takie zabezpieczenie ma uzasadnienie ze względu na okresowe podwieszanie do żeber konstrukcji kopuły urządzeń nagłaśniających i oświetlenia, potrzebnych w czasie organizacji imprez masowych. Zabezpieczenie tego elementu konstrukcyjnego, zaproponowane przez generalnego wykonawcę, polegało na opasaniu pierścienia rozciąganego z zewnątrz bezprzyczepnościowymi linami (27 sztuk o średnicy 15,5 mm), zestawionymi w dziewięciu kablach składających się z trzech żył. Kable umieszczone w osłonach rurowych z PEHD zostały ułożone na zewnętrznej powierzchni pierścienia rozciąganego kopuły w rozstawie co 140 mm i, przed zakotwieniem, naciągnięte siłą równą 15% nośności lin, zapewniającą prawidłowe działanie urządzeń kotwiących. Po wykonaniu naciągu kable zostały zainiektowane zaczynem cementowym oraz zabezpieczone z zewnątrz warstwą mineralnej zaprawy niskoskurczowej o fakturze i kolorystyce zgodnej z wymaganiami konserwatora zabytków i odpowiadającej pozostałym powierzchniom elewacji hali, [1], [5].



Rys. 2.12. Propozycja wzmocnienia dolnego pierścienia rozciąganego taśmami C-FRP analizowana wcześniej, [4].



Rys. 2.13. Propozycja wzmocnienia dolnego pierścienia rozciąganego kablami, [6].

Rys. 2.14. Wzmocnienia dolnego wieńca rozciąganego – układanie kabli, [1].

Zabezpieczenie obwodowe głównego elementu konstrukcyjnego Hali Stulecia za pomocą zewnętrznego systemu sprężającego jest największym tego typu wzmocnieniem zrealizowanym w Polsce.

Podjęto też prace przy elewacji Hali. Ustalono, że po oczyszczeniu powierzchni elewacji nastąpi wykonanie próbnych powłok malarskich o jednakowej barwie, lecz różnych odcieniach. W celu określenia właściwej kolorystyki ścian zewnętrznych wykonano uzupełniające badania konserwatorskie: wykonano dokumentację fotograficzną, ustalono miejsca pobrania próbek do badań laboratoryjnych, wykonano analizę stanu zachowania badanych fragmentów i wpływu czynników niszczących na pierwotną kolorystykę, pobrano próbki i wykonano specjalistyczne badania laboratoryjne i stratygraficzne, przeprowadzono analizę zebranego materiału i wyników badań, określono kolorystykę ścian elewacji.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że najstarsza warstwa malarska w kolorze ugrowym leżała bezpośrednio na powierzchni betonu. Obok ugru zawierała dodatek niezidentyfikowanej bieli. W próbkach nie wykryto spoiwa organicznego ani węglanów. Warstwy były kruche. Prawdopodobnie oryginalne spoiwo uległo dezintegracji pod wpływem czynników atmosferycznych. Na powierzchni pięciu próbek znajdowały się jasnożółte warstwy przemalowań. Były one dobrze związane z podłożem i niektóre z nich były błyszczące. Jako pigmentu użyto także ugru prawdopodobnie na spoiwie krzemianowym.

Ogólny ton kolorystyki elewacji był zróżnicowany i zależny od kilku czynników. Na lokalny kolor warstw malarskich miały wpływ czynniki atmosferyczne. Deszcze doprowadziły do wypłukań pigmentu, silne nasłonecznienie do wypalenia ugru naturalnego w ugier palony, dodatkowe wysolenia i przemalowania przyczyniły się do powstania efektu mżenia kolorystycznego.

Do powstania tego efektu przyczyniło się także zastosowanie różnych wypełniaczy do masy betonowej (bazalty, granity, żwir i piasek) oraz różnych układów desek szalunkowych podkreślających poszczególne fragmenty elewacji. Większość napraw i wtórnych wypełnień znacząco różniła się od oryginału zarówno kolorem, jak i technologią wykonania. Były one nietrwałe i źle zachowane.

Oryginalna kolorystyka elewacji była trudno rozpoznawalna z kilku powodów: zabrudzeń, uszkodzeń i ubytków, przemalowań, napraw, zniszczeń powłok malarskich okien oraz wtórnego przeszklenia wszystkich okien.

Ostatecznie ustalono, że nie jest możliwe jednoznaczne określenie jednego koloru dla całej powierzchni elewacji. Pierwotnie zastosowano farby nakładane stosunkowo cienko, laserunkowo. Końcowy dobór koloru poprzedzono kilkoma próbami przeprowadzonymi na oczyszczonych powierzchniach betonowych w celu ustalenia właściwej powłoki. Podstawowym kolorem wg wzornika NCS jest kolor oznaczony numerem S 0520-Y20R lub wg. wzornika KEIM-historisch kolor nr 35 H 54 (Farbreihe 35 Goldocker).

Na uprzednio przygotowanych powierzchniach elewacji przeprowadzono próby kolorystyczne, które zostały ocenione przez zespół konserwatorów, projektantów i wykonawców robót. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów kolorystycznych zdecydowano o zastosowaniu nietypowej barwy, kolor preparatu oraz stopień rozcieńczenia ustalono indywidualnie przez aplikacje próbne.

Do scalenia kolorystycznego zastosowano materiały firmy KEIM. Najpierw wykonano gruntowanie preparatem ze spoiwem zolowo-krzemianowym. Następnie wykonano powłokę laserunkową zolowo-krzemianową farbą. Powłoka laserunkowa składa się z rozcieńczonej mieszanki czterech kolorów bazowych. Tak otrzymana kompozycja kolorystyczna otrzymała sygnaturę 27/9 HS.

Na ogólny odbiór kolorystyki elewacji mają wpływ nie tylko zabarwienia powierzchni betonowych, ale również kolor stolarki okiennej. W przypadku okien mamy do czynienia z dwoma różnymi materiałami budowlanymi, drewnem stanowiącym konstrukcję okien i szkłem stanowiącym wypełnienie. Kolor farby do malowania elementów drewnianych okien został ustalony już wcześniej podczas wykonywania remontu stolarki okiennej i drzwiowej części Hali Stulecia nazywanej kuluarami. Wtedy ustalono, że jest to kolor nr S 4050-Y80R zgodnie ze wzornikiem NCS.

Zalecono wykonanie remontu wszystkich okien z dokonaniem wymiany uszkodzonych elementów ramiaków oraz odtworzeniem elementów wtórnych. Ustalono, że drewno o nazwie handlowej Iroko jest najbardziej odpowiednim materiałem nadającym się do remontu okien.

Natomiast w odniesieniu do szkła okiennego nie zachowały się żadne oryginalne fragmenty mogące służyć za wzór. Brak też było dokumentacji historycznej opisującej, jaki rodzaj i kolor szkła zastosowano pierwotnie do oszklenia okien kopuły. Jedynym śladem, jaki udało się odnaleźć, były dokumenty znajdujące się w Archiwum Państwowym we Wrocławiu zawierające skąpe zapiski z lat 1913–1914 mówiące o dostawie w maju 1913 r. dziesięciu skrzyń szkła żółto-zielonego opalizującego fakturowanego. Jest informacja o zaakceptowaniu przez Berga koloru pierwszej partii szkła fakturowego o numerze 21 z zastrzeżeniem, że akceptuje się kolor, natomiast wymagana jest struktura wzoru nr 23. Reliefowa struktura szkła miała polepszyć akustykę w obiekcie. Natomiast kolor szkła jak również jego struktura zostały tak dobrane, aby osłabiały natężenie światła słonecznego mogącego oślepiać publiczność.

Z dalszych ustaleń wynikło, że szyby do szklenia okien produkowane były w Hucie Szkła w Pirnie, miejscowości położonej pod Dreznem. Podjęto próby odnalezienia oryginalnych próbników szkła produkowanego w tym czasie w hucie. Okazało się, że huta została zlikwidowana, a budynki wyburzone. W urzędzie miejskim nie zachowały się dokumenty przedsiębiorstwa, w lokalnym muzeum też brak było eksponatów związanych z hutą. Dzięki zaangażowaniu kilku osób udało się ustalić personalia i adres ostatniego dyrektora huty, który okazał się kolekcjonerem szkła użytkowego. W swoich zbiorach posiadał próbnik szkła okiennego produkowanego w hucie w latach 1913–1914, w którym znajdowała się próbka szkła oznaczona numerem 21 (załączona była fotografia próbki). Jest to rodzaj szkła wymieniony w dokumentach znajdujących się w Archiwum Państwowym we Wrocławiu. Jest to jedyna próbka o kolorze identycznym z kolorem pierwotnych szyb, lecz nieco innym wzorze faktury.

Na podstawie odnalezionej próbki szkła wszczęto poszukiwania szkła obecnie produkowanego i możliwie najbardziej zbliżonego do oryginału. Po dokonaniu oceny przez zespół konserwatorów przy udziale projektanta i wykonawcy kilkunastu próbek szkła okiennego zdecydowano się na zastosowanie hartowanego szkła ornamentowego w kolorze ugru.

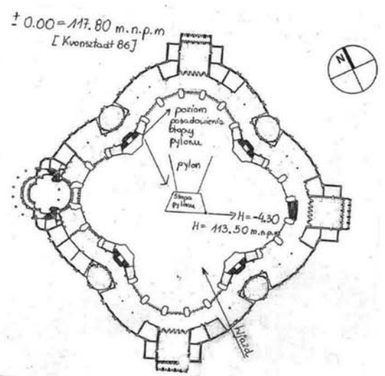
Wszystkie prace remontowe elewacji wykonywane były bez ograniczenia normalnego użytkowania obiektu, w czasie organizowania imprez masowych wewnątrz hali oraz na terenach do niej przyległych, [1], [7].

Etap drugi – remont wnętrza rozpoczęto w styczniu 2011 r., i zakończono w sierpniu tego samego roku. Był to niezwykle krótki czas przeznaczony na wykonanie skomplikowanego remontu.
Celem remontu było dostosowanie budynku do wymogów, które muszą spełniać współczesne hale widowiskowo-sportowe po to, aby ten zabytkowy obiekt nadal mógł służyć w sposób pierwotnie zaplanowany. Aby w budynku mogły się odbywać imprezy masowe typu koncerty, widowiska sportowe, kongresy, spektakle artystyczne, targi i wystawy, zdecydowano się na:

- całkowitą wymianę widowni na nową, dającą możliwość maksymalnego zwiększenia liczby widzów i organizowania imprez dla 7 tys. osób na miejscach siedzących lub 10 tys. stojących, a okresowo (w przypadku imprez sportowych) dla 10 tys. osób na miejscach siedzących po obniżeniu podłogi ruchomej do poziomu (–) 2,7 m;
- wybudowanie czterech zespołów szatni dla drużyn uczestniczących w turniejach sportowych oraz pomieszczenia dla trenerów i obsługi zawodników;
- zlikwidowanie wszystkich pomieszczeń biurowych i pomocniczych w kuluarach;
- powiększenie zespołów sanitarnych proporcjonalnie do przewidywanej większej liczby ludzi przebywających w budynku;
- dostosowanie części kuluarów na potrzeby Centrum Poznawczego (powstało w południowo-zachodniej części budynku);
- wymianę okiennych żaluzji metalowych na materiałowe niepalne z pełną automatyką ich otwierania i zamykania;
- wymianę posadzki w kuluarach;
- modernizację Sali Cesarskiej i jej zaplecza;
- wymianę okładzin akustycznych sali widowiskowej;
- demontaż stropu podwieszonego w hallu wejścia głównego i odsłonięcie pierwotnego kasetonowego stropu żelbetowego;
- czyszczenie wewnętrznych powierzchni betonowych metodą strumieniowania wodą w obiegu zamkniętym z dodatkiem detergentu;
- demontaż wtórnych okładzin kamiennych na ścianach sal przy wejściach południowym i północnym i przywrócenie ich pierwotnego wyglądu.

Ze względu na ograniczone środki finansowe nie wykonano mechanizmów podłogi ruchomej oraz trybun w poziomie –1, nie uzyskując niestety liczby 10 tys. miejsc siedzących koniecznych do organizowania międzynarodowych imprez sportowych. Niemniej, obiekt technicznie jest przygotowany do zamontowania tych elementów wyposażenia.
Przeprowadzono również w budynku prace konstrukcyjne:

- wyburzenie żelbetowych trybun i posadzki sali widowiskowej – wykonanych w 1996 r.,
- obniżenie posadzki sali widowiskowej do poziomu – 3,70 w celu umożliwienia wykonania podłogi ruchomej,
- prace zabezpieczające i wzmacniające konstrukcję latarni przy użycia taśm C-FRP z włókien węglowych,
- wykonano żelbetową konstrukcję widowni stałej i stalowe trybuny teleskopowe,
- przeprowadzono naprawę żelbetowych elementów konstrukcyjnych wewnątrz hali (reprofilacja),
- wykonano kanał pod posadzką kuluarów na instalacje wodno-kanalizacyjne i grzewcze.



Rys. 2.15. Szkic fundamentu wykonanego przy realizacji podłogi ruchomej w sali widowiskowej Hali Stulecia.

W sali widowiskowej Hali Stulecia zaprojektowano podłogę ruchomą obsługującą przestrzeń w poziomach od 0,00 do –2,75 m. Na urządzenia mechaniczne podłogi przewidziano przestrzeń o wysokości 1,00 m, poniżej zaprojektowano żelbetową płytę fundamentową (rys. 2.15) o grubości 1,00 m oraz ciężką izolację przeciwwodną. W rejonie wykopu zaprojektowano 2 przepompownie ścieków, które posadowiono na głębokości –6,00 m poniżej poziomu posadzki. W tym celu należało wykonać głęboki wykop, którego dno przewidziano około 1,50 m poniżej posadowienia blokowych fundamentów filarów arkad (–4,30 m poniżej posadzki) i 3,0 m poniżej zwierciadła wody gruntowej. Układ warstw geologicznych jest nieskomplikowany, ale jednocześnie niezwykle niekorzystny dla prac ziemnych prowadzonych na głębokości poniżej 1,50 m od poziomu gruntu (posadzki). Pierwsza warstwa o miąższości od 12,0 do 13,0 m to różnego rodzaju piaski, pod którymi zalega warstwa glin morenowych. Wykonanie głębokiego wykopu w takich warunkach wymagało zamontowania ścianki szczelnej (kotwionej w wodoszczelnej warstwie gliny) chroniącej wykop przed dopływem wody gruntowej i wypłukaniem piasku spod fundamentów blokowych.
Aby nie dopuścić do niekontrolowanego osiadania fundamentów zastosowano ścianki szczelne wykonane w technologii wgłębnego mieszania gruntu DSM wspomaganej technologią iniekcji strumieniowej Solicrete (Jet Grouting). Ściany głębokiego wykopu zabezpieczono wspornikową palisadą ze zbrojonych kolumn DSM o średnicy 70 cm oraz kolumn Solicrete o średnicy 80/200 cm stanowiących uszczelnienie elementów nośnych. Kolumny DSM zazbrojono kształtownikami stalowymi IPE 360 i IPE 450. Ścianki szczelne wykonano jako tzw. elementy tracone. Nie wykonano dodatkowego wzmocnienia ani zabezpieczenia fundamentów blokowych filarów.

W budynku wykonano również całkowitą wymianę wszystkich istniejących instalacji wodno-kanalizacyjnych, elektrycznych, grzewczych, wentylacyjnych, nagłośnieniowych, alarmu pożarowego, ochrony przeciwpożarowej, informatycznych i dozorowych.
Prace w Hali Stulecia prowadzono, uwzględniając wytyczne konserwatorskie wynikające z konsultacji z autorytetami w zakresie konserwacji zabytków, stąd:

- przy stałej aranżacji wnętrza kierowano się wystrojem z 1913 r. jako wzorcowym;
- filary arkad nie zostały przesłonięte stałymi elementami trybun, zaprojektowano w to miejsce mobilne (składane) trybuny w formie dwupoziomowych trybun demontowalnych (typ LD), jako elementy czasowej aranżacji na międzynarodowe imprezy sportowe;
- ze względu na akustykę zastosowano na filarach arkad w miejsce supremy (heraklitu) okładzinę wykonaną w nowoczesnej technologii;
- wentylatory w filarach arkad wymieniono na wydajniejsze;
- azbestowe kanały wentylacyjne na wysokości głównego pierścienia rozciąganego wymieniono na zgodne z obecnymi przepisami, dopuszczono wymianę kanałów zewnętrznych na dysze dalekiego zasięgu przy zastosowaniu nowoczesnych materiałów o wysokich parametrach, pod warunkiem dostosowania kolorystyki zbliżonej do koloru betonu;
- zachowano wszystkie zabytkowe klatki schodowe wraz z poręczami;
- przy wejściu głównym zdemontowano strop podwieszany;
- zdemontowano okładziny kamienne sal kwadratowych, odsłaniając naturalną powierzchnię ścian żelbetowych;
- poza balkonami wykonanymi w 1913 r. dopuszczono całkowite wyburzenie istniejących trybun wraz z podbudową do poziomu posadzki;
- na nowych trybunach zamontowano nawiązujące do materiałów pierwotnych siedziska oraz elementy wystroju wnętrza;
- instalacje elektryczne w kuluarach poprowadzono pod stropem w zabudowie przyległej do osi wzdłużnej kuluarów;
- w Sali Cesarskiej zaakceptowano nawiewy i wyloty wentylacyjne wykonane w ścianie zewnętrznej;
- centrale wentylacyjne i kanały wentylacji mechanicznej poprowadzono w przestrzeniach międzystropowych lub zlokalizowano pod trybunami;
- elementy dźwiękowego systemu ostrzegawczego są widoczne w sposób możliwie niekolidujący z aranżacją budynku.

W wydzielonej części kuluarów uruchomiono Centrum Poznawcze wyposażone w najnowocześniejsze techniki audiowizualne. Znalazła tam miejsce multimedialna wystawa przedstawiająca historię Hali Stulecia i terenów do niej przyległych, [1].

3. Badania konstrukcji i materiałów

W Hali Stulecia, przeprowadzano szereg badań konstrukcyjnych oraz materiałowych, zarówno związanych ze statyką budowli, cechami mechanicznymi, fizycznymi i chemicznymi materiałów, jak i dotyczących elewacji. Zestawiono je poniżej wraz z aktualnymi badaniami wykonanymi w roku 2015.

3.1. Beton konstrukcyjny – badania wcześniejsze

Dla celów konstrukcyjnych, architektonicznych i konserwatorskich wykonano następujące badania betonu Hali Stulecia, [4], [8], [9].

3.1.1. Badania wytrzymałości betonu na ściskanie

W opracowaniu [4] w celu określenia parametrów wytrzymałościowych oraz oceny nasiąkliwości betonów konstrukcyjnych wykonano 11 odwiertów wiertnicą ∅80, (rys. 3.1). Rdzenie pobierano w wybranych punktach z konstrukcji Hali Stulecia.

Rys. 3.1. Odwierty rdzeniowe, [4].

Lokalnie występujące uszkodzenia (kawerny, rozwarstwienia betonu, zrakowacenia i pęknięcia) uniemożliwiły zbadanie w maszynie wytrzymałościowej kilku z pobranych rdzeni, stąd ilość badanych próbek nie jest w pełni reprezentatywna dla dokładnej oceny klasy betonu, którą, w tym badaniu należy traktować jako zawyżoną.
Ocena makroskopowa prowadzi do spostrzeżenia, iż w betonie konstrukcyjnym hali zastosowano następujące kruszywo: przeważają granity (lokalnie z niewielką ilością hematytu) i skalenie oraz w mniejszej ilości marmury, kwarcyty, bazalty i łupek. Maksymalna średnica ziarna kruszywa przekracza 20 mm. Stos okruchowy został dobrany niestarannie, o czym świadczy mała ilość niskich frakcji kruszywa. Odwierty H7 i H8 wykonano celowo przez wyraźnie widoczne kawerny, na które natrafiono w trakcie wykonywania odwiertów w masywnych przekrojach i blokach, które powodowały, że fragmenty rdzeni nie nadawały się do przygotowania próbek do badań wytrzymałościowych.

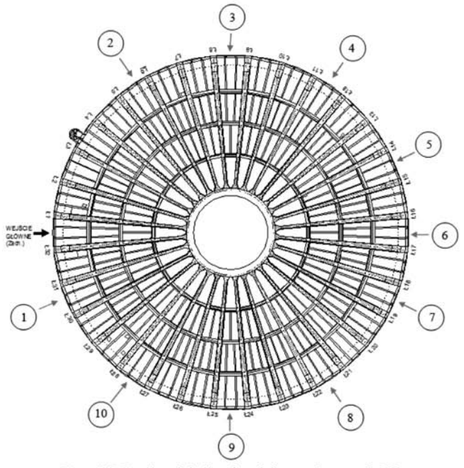
Tab. 3.1. Wyniki pomiarów wytrzymałości na ściskanie, [4].

Lp.	Oznaczenie próbek w Laboratorium LOK	Wymiary próbek [mm]		Maksymalne obciążenie przy zniszczeniu F [kN]	Wytrzymałość na ściskanie f_c [MPa]	Wytrzymałość na ściskanie $f_{c,cube}=1,05 \cdot f_c$ [MPa]
		średnica	wysokość			
1.	LOK-926/H1	74,6	74,5	174,3	40,0	42,0
2.	LOK-926/H2a	74,7	74,4	144,6	33,0	34,7
3.	LOK-926/H3b	74,4	75,5	110,5	25,5	26,8
4.	LOK-926/H4a	74,6	74,4	99,5	23,0	24,2
5.	LOK-926/H5	74,4	75,0	231,6	53,5	56,2
6.	LOK-926/H6a	74,6	74,4	246,9	56,5	59,3
7.	LOK-926/H9	74,6	74,7	118,5	27,0	28,4
8.	LOK-926/H10b	74,6	74,8	39,5	9,0	9,5
9.	LOK-926/H11	74,5	73,5	94,9	22,0	23,1

Uzyskane wytrzymałości na ściskanie (tab. 3.1) powyżej 30 MPa należy uznać jako zawyżone, nie odzwierciedlające ogólnie niskiej wytrzymałości betonu w konstrukcjach żelbetowych hali. Beton stosowany do wykonania elementów konstrukcyjnych charakteryzuje się dużą niejednorodnością, zróżnicowanym uziarnieniem i stosem okruchowym. W przekrojach masywnych, w partiach środkowych stwierdzono brak właściwego zagęszczenia betonu (kawerny, raki, pęknięcia). Niektóre końcówki długich odwiertów (40-50 cm) pokruszyły się przed wyjęciem.

Zaprezentowane w [8] badania poligonowe betonowego pierścienia obwodowego obejmowały dokonanie oceny aktualnej wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie badania odwiertów rdzeniowych, z uwzględnieniem kierunku betonowania oraz zmienności tej cechy na grubości badanej konstrukcji. Opracowany program badawczy zakładał przeprowadzenie wszystkich zaplanowanych pomiarów w 10 miejscach pomiarowych, rozmieszczonych równomiernie po obwodzie badanego pierścienia, przy czym część badań przeprowadzono jedynie od strony zewnętrznej (prostopadle do kierunku betonowania), a część badań zarówno od strony zewnętrznej, jak i od góry (równolegle do kierunku betonowania). Szczegółową lokalizację poszczególnych miejsc pomiarowych zaznaczono na rys. 3.2, przyjmując jako punkt odniesienia numerację poszczególnych łuków, stanowiących konstrukcję kopuły, opartej na badanym pierścieniu. W konsekwencji przyjęto następujące oznaczenia miejsc pomiarowych:

- miejsce pomiarowe nr 1 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 30 i 31,
- miejsce pomiarowe nr 2 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 5 i 6,
- miejsce pomiarowe nr 3 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 8 i 9,
- miejsce pomiarowe nr 4 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 11 i 12,
- miejsce pomiarowe nr 5 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 14 i 15,
- miejsce pomiarowe nr 6 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 16 i 17,
- miejsce pomiarowe nr 7 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 18 i 19,
- miejsce pomiarowe nr 8 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 21 i 22,
- miejsce pomiarowe nr 9 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 24 i 25,
- miejsce pomiarowe nr 10 - fragment pierścienia pomiędzy łukami nr 27 i 28.



Rys. 3.2. Przyjęta lokalizacja miejsc pomiarowych, [8].

Dla uzyskania informacji o parametrach wytrzymałościowych betonu, z którego został wykonany badany pierścień, pobrano z niego za pomocą wiertnicy koronowej 20 próbek rdzeniowych o średnicy zbliżonej do100 mm. Z pozyskanych rdzeni wycięto próbki laboratoryjne o wymiarach h≈ϕ≈100mm, które następnie poddano badaniom w maszynie wytrzymałościowej.
Ponieważ w każdym miejscu pomiarowym wykonano po dwa odwierty rdzeniowe - jeden od góry, a drugi z boku pierścienia od jego strony zewnętrznej - dla ich jednoznacznej identyfikacji przyjęto zasadę, że numer odwiertu, który został wykonany zgodnie z kierunkiem betonowania (od górnej powierzchni pierścienia) odpowiada numerowi danego miejsca pomiarowego. Natomiast numer odwiertu wykonanego w tym samym miejscu pomiarowym, ale prostopadle do kierunku betonowania jest liczbą, będącą sumą numeru miejsca pomiarowego i liczby 10. Na przykład oznaczenie danego odwiertu numerem 12 oznacza odwiert wykonany w miejscu pomiarowym nr 2, w kierunku prostopadłym do kierunku betonowania pierścienia.

Oznaczenia poszczególnych próbek do badań wytrzymałościowych przyjęto analogicznie do oznaczenia odwiertów, przy czym uzależniono je także od głębokości, z której dana próbka została pobrana. Przykładowo:

- próbka **O-2/A** - oznacza próbkę betonu wykonaną z odwiertu **nr 2** i oznaczoną jako **A,** tzn. jest to próbka betonu z zewnętrznej warstwy badanego betonu o grubości około 10 cm
- próbka **O-2/B** - oznacza próbkę betonu wykonaną z odwiertu **nr 2** i oznaczoną jako **B,** tzn. jest to próbka betonu pobrana z głębokości od około 10 cm do około 20 cm, licząc od powierzchni zewnętrznej
- próbka **O-2/C** - oznacza próbkę betonu wykonaną z odwiertu **nr 2** i oznaczoną jako **C,** tzn. jest to próbka betonu pobrana z głębokości od około 20 cm do około 30 cm, licząc od powierzchni zewnętrznej.

Dla zapewnienia równoległości powierzchni czołowych badanych próbek, dostosowano je do badań za pomocą kapslowania nakładkami piaskowymi. Przy opracowaniu wyników badań wytrzymałości betonu na ściskanie, próbek o wymiarach h≈ϕ≈100mm, przyjęto następujące założenia:

- przyjęto, za Bukowskim [10], że zależność pomiędzy wytrzymałością na ściskanie, oznaczoną na próbkach kostkowych o wymiarze „a" jest równa wytrzymałości uzyskanej na walcach o wysokości i średnicy równej „a" pomnożona przez współczynnik równy 1,12,
- można więc przyjąć za prawdziwą następującą zależność:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=100\text{ mm}) = \mathbf{1{,}12\ R_{walcowa}}(h=\phi=100\text{ mm})$$

- ponadto, zgodnie z [11] przyjęto zależność:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=150\text{ mm}) = \mathbf{0{,}9\ R_{kostkowa}}(a=100\text{ mm})$$

- w konsekwencji uzyskano następującą zależność:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=150\text{ mm}) = \mathbf{1{,}12 \times 0{,}9\ R_{walcowej}}(\phi=100\text{ mm})$$

stąd:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=150\text{ mm}) \approx \mathbf{R_{walcowej}}(\phi=100\text{ mm})$$

Przeprowadzone oględziny pozyskanych próbek, wykazały, że badany beton został wykonany na kruszywie granitowym z dodatkiem kruszywa naturalnego i charakteryzuje się dobrym uziarnieniem (rys. 3.3). Jego średni ciężar objętościowy wynosi 2236 kg/m^3.

Rys. 3.3. Widok struktury badanego betonu na przykładzie próbki z odwiertu nr 10, [8].

Uzyskane wyniki badania wytrzymałości na ściskanie próbek betonu wyciętych z odwiertów rdzeniowych pozwoliły każdorazowo na określenie średniej wytrzymałości na ściskanie, minimalnej wartości wytrzymałości, współczynnika zmienności wytrzymałości oraz ciężaru objętościowego betonu.
Na podstawie uzyskanych wyników dokonano następnie oszacowania klasy wytrzymałości badanego betonu zgodnie z europejską normą [12], przyjmując, że wytrzymałość charakterystyczna badanego betonu, odpowiadająca wytrzymałości oznaczanej na próbkach sześciennych o wymiarach 150 x 150 x 150 mm ($f_{ck,is,cube}$), jest mniejszą z dwóch poniższych wartości:

$$f_{ck,is,cube} \leq f_{cm(n),is} - k \quad \text{i} \quad f_{ck,is,cube} \leq f_{is,lowest} + 4 \qquad (1)$$

gdzie:

$f_{ck,is,cube}$ – charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji, odpowiadająca wytrzymałości betonu oznaczanej na próbkach sześciennych o długości boku 150 mm

$f_{cm(n),is}$ – średnia wartość wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji uzyskana z „**n**" wyników pomiaru

$f_{is,lowest}$ – najmniejsza z oznaczonych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji

k – zmienna zależna od liczby wyników pomiaru wytrzymałości (n), równa **5**, w przypadku gdy n=10-14, równa **6**, w przypadku gdy n=7-9 i równa **7** dla n=3-6

W przeprowadzonej analizie, zgodnie z [12] i [13] uwzględniono także współczynnik korekcyjny o wartości równej 0.85, który uwzględnia powszechne przekonanie, iż wytrzymałość betonu w konstrukcji jest generalnie niższa od wytrzymałości, określanej na próbkach normowych.
Przykładowe wyniki badań wytrzymałościowych, uzyskane dla zewnętrznej warstwy betonu o grubości 10 cm, w kierunku zgodnym z kierunkiem betonowania, przedstawiono w tab. 3.2, a dla warstwy betonu na głębokości od około 10 cm do około 20 cm prostopadle do kierunku betonowania – w tab. 3.3.

Tab. 3.2. Wyniki badania wytrzymałości zewnętrznej warstwy betonu o grubości 10 cm, w kierunku zgodnym z kierunkiem betonowania, [8].

Oznaczenie próbki	Przekrój F [mm^2]	Siła P [kN]	Ciężar objętościowy [kg/m^3]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
próbka **O-1/A**	6962	269	2283	**38.7**
próbka **O-2/A**	6960	235	2191	**33.8**
próbka **O-3/A**	6968	280	2237	**40.2**
próbka **O-4/A**	6983	240	2217	**34.4**
próbka **O-5/A**	6945	197	2222	**28.4**
próbka **O-6/A**	6936	300	2268	**43.2**
próbka **O-7/A**	6944	177	2204	**25.6**
próbka **O-8/A**	6945	307	2284	**44.3**
próbka **O-9/A**	6944	245	2273	**35.3**
próbka **O-10/A**	6953	244	2249	**35.1**

Tab. 3.3. Wyniki badania wytrzymałości warstwy betonu na głębokości od około 10 cm do około 20 cm prostopadle do kierunku betonowania, [8].

Oznaczenie Próbki	Przekrój F [mm^2]	Siła P [kN]	Ciężar objętościowy [kg/m^3]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
próbka **O-11/B**	6975	200	2250	**28.7**
próbka **O-12/B**	6964	185	2180	**26.6**
próbka **O-13/B**	6963	232	2239	**33.3**
próbka **O-14/B**	6954	136	2165	**19.6**
próbka **O-15/B**	6968	146	2226	**21.0**
próbka **O-16/B**	6987	224	2303	**32.1**
próbka **O-17/B**	6975	217	2236	**31.1**
próbka **O-18/B**	6982	197	2281	**28.2**
próbka **O-19/B**	6980	249	2243	**35.7**

Dla pełnego przedstawienia charakteru rozkładu wytrzymałości badanego betonu, w tab. 3.4. zestawiono dla poszczególnych przekrojów badanego pierścienia betonowego, średnie wartości parametrów charakteryzujących uzyskane wyniki badań.

Tab. 3.4. Zestawienie średnich wartości parametrów wytrzymałościowych badanego betonu, [8].

Badany przekrój	Wytrzymałość średnia [MPa]	Wytrzymałość minimalna [MPa]	Współczynnik zmienności [%]	Ciężar objętościowy [kg/m^3]
warstwa przypowierzchniowa (do około 10 cm) zgodnie z kierunkiem betonowania	**35.9**	25.6	16.6	2243
warstwa na głębokości (od około 10 do około 20 cm) zgodnie z kierunkiem betonowania	**28.9**	21.4	18.4	2257
warstwa na głębokości (od około 20 cm do około 30 cm) zgodnie z kierunkiem betonowania	**28.2**	21.0	17.3	2210
warstwa przypowierzchniowa (do około 10 cm) prostopadle do kierunku betonowania	**38.5**	32.1	10.2	2232
warstwa przypowierzchniowa (od około 10 do około 20 cm) prostopadle do kierunku	**28.5**	19.6	19.0	2236

3.1.2. Badania nasiąkliwości betonu

W tab. 3.5 zestawiono szczegółowe wyniki oznaczenia nasiąkliwości badanego betonu z badań, [8]. Należy stwierdzić, że przedstawione wyniki są zaskakujące, ponieważ uzyskane wartości nasiąkliwości są na bardzo niskim poziomie, mieszcząc się w przedziale od **3,9** do **4,8 %**, co jest często trudne do osiągnięcia przy dzisiejszym poziomie technologii betonu.

Tab. 3.5. Zestawienie wyników oznaczenia nasiąkliwości betonu na próbkach, wyciętych z badanego pierścienia, z głębokości od 10 do 20 cm.

Oznaczenie próbki	Masa próbki nasyconej [g]	Masa próbki w stanie suchym [g]	Nasiąkliwość [%]
próbka **O-2/B**	1483	1416	**4.70**
próbka **O-4/B**	1526	1469	**3.90**
próbka **O-6/B**	1498	1440	**4.00**
próbka **O-9/B**	1489	1430	**4.10**
próbka **O-11/B**	1494	1426	**4.80**
próbka **O-15/B**	1510	1449	**4.20**
próbka **O-17/B**	1516	1454	**4.30**

Na podkreślenie zasługuje także fakt, że badania zostały przeprowadzone na próbkach pobranych z głębi badanego pierścienia (z głębokości od około 10 do około 20 cm), co praktycznie wyklucza pogląd o ewentualnym wpływie uszczelnienia powierzchniowego, wykonanego w trakcie realizacji obiektu za pomocą szkła wodnego. Należy ponadto zauważyć, że współczynnik zmienności nasiąkliwości badanego betonu wynosi około **8,0 %**, co świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu.
Należy dodać, iż opracowaniu [4] uzyskano wartości nasiąkliwości zestawione w tab. 3.6.

Tab. 3.6. Wyniki badania nasiąkliwości betonu, [4].

Lp.	Oznaczenie próbek w Laboratorium LOK	Nasiąkliwość betonu [%]
1.	LOK-926/H1	3,0
2.	LOK-926/H2b	4,3
3.	LOK-926/H3a	4,3
4.	LOK-926/H4b	5,3
5.	LOK-926/H6a	4,0
6.	LOK-926/H9	4,3
7.	LOK-926/H10a	5,9
8.	LOK-926/H11	5,5

3.1.3. Sklerometryczne pomiary wytrzymałości betonu na ściskanie

Pomiary sklerometryczne w opracowaniu [4] wykonano młotkiem Schmidta typu N autoryzowanym przez szwajcarską firmę PROCEQ SERVICE. Przed badaniem powierzchnię betonu oczyszczono i wyszlifowano w miejscach, w których beton miał powierzchnie uszkodzone i nierówne.
Do oceny klasy betonu na podstawie liczb odbicia sklerometru wykorzystano zależności korelacyjne zawarte w [15]. Ponadto uwzględniono wymagania norm [16], [17].
Parametry statystyczne liczby odbicia w elemencie wyznaczono ze wzorów:

- średnia wartość liczby odbicia:

$$\overline{L} = \frac{\sum L_i}{n} \tag{2}$$

gdzie: L_i – średnia, sprowadzona wartość liczby odbicia w danym miejscu,
n – liczba miejsc pomiarowych.

- odchylenie standardowe liczb odbicia:

$$s_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - \overline{L})^2}{n-1}} \tag{3}$$

- współczynnik zmienności liczb odbicia:

$$v_L = \frac{s_L}{\overline{L}} \tag{4}$$

Parametry statystyczne wytrzymałości betonu na ściskanie, odniesiono do normowych próbek sześciennych wyznaczono ze wzorów:

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie:

$$\overline{R} = k_1 k_2 \overline{L}\left[0.0356 L (v_l^2 + 1) - 0.795 + \frac{6.4}{\overline{L}}\right] \tag{5}$$

- odchylenie standardowe wytrzymałości betonu:

$$S_R = k_1 k_2 \overline{L} v_L \sqrt{0.00254 \overline{L}^2 (v_L^2 + 2) - 0.1134 \overline{L} + 0.633} \tag{6}$$

- współczynnik zmienności wytrzymałości betonu:

$$v_R = \frac{s_R}{\overline{R}} \tag{7}$$

- wytrzymałość minimalna gwarantowana:

$$R_b^G = \overline{R} - t_{\min} * S_R \tag{8}$$

gdzie $t_{min} = 1.64$,

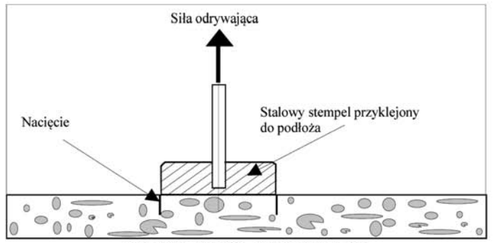
- współczynnik jednorodności betonu:

$$k_R = \frac{R_b^G}{\overline{R}} \tag{9}$$

Przy wyznaczaniu wytrzymałości betonu uwzględniono redukcję związaną z wiekiem konstrukcji (wartość współczynnika uwzględniającego efekt karbonatyzacji betonu przyjęto jako 0,6).
Wyniki pomiarów liczb odbicia uzyskanych na wybranych elementach konstrukcyjnych Hali Stulecia oraz parametry wytrzymałości betonu i jego klasę, określone na podstawie pomiarów sklerometrycznych, podano w załączniku do opracowania [4]. Na uwagę zasługuje duża niejednorodność betonu konstrukcyjnego oraz występowanie obszarów o bardzo niskiej wytrzymałości – poniżej dawnej klasy B10 (obecnie C8/10). Można to tłumaczyć korozją powierzchniowej warstwy betonu, a także znaczną niejednorodnością materiału.

3.1.4. Pomiary wytrzymałości betonu na odrywanie metodą "pull-off"

Badania wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie) przeprowadzono metodą "pull-off", zgodnie z [14], za pomocą zestawu urządzenia o nazwie „DYNA" szwajcarskiej firmy Proceq, wykorzystując metalowe krążki o średnicy 50 mm.



Rys. 3.4. "Pull-off" - istota metody, [8].

Zgodnie z wytycznymi odnośnie wymagań stawianych nawierzchni betonowej, które warunkują możliwość wykonania na niej nowoczesnych napraw powierzchniowych, np. w postaci materiałów typu PCC, przyjęto, że winny być spełnione następujące warunki:

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie winna być nie niższa niż 25 MPa,
- średnia wartość wytrzymałości na odrywanie, określona w danym miejscu pomiarowym dla wszystkich wykonanych pomiarów winna być nie niższa niż 1.5 MPa,
- minimalna wartość pojedynczego pomiaru powinna wynosić nie najmniej niż 1.0 MPa.

Pomiary [8] przeprowadzono na zewnętrznej powierzchni badanego pierścienia w dziesięciu wcześniej przyjętych miejscach pomiarowych, w bezpośrednim sąsiedztwie miejsc pobrania odwiertów rdzeniowych.
Istota metody "pull-off", najogólniej rzecz biorąc, sprowadza się do pomiaru siły odrywającej przyklejony do badanej powierzchni metalowy krążek o znanej powierzchni, (rys. 3.4). Wokół krążka wykonuje się centryczne nacięcie na głębokość około 10-15 mm. Rejestrowana wartość siły odrywającej, podzielona przez powierzchnię, na którą przekazywane jest obciążenie, daje w efekcie wartość wytrzymałości betonu na rozciąganie, nazywaną także wytrzymałością na odrywanie.

Szczegółowe wyniki pomiarów wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie) zestawiono w tab. 3.7.

Tab. 3.7. Zestawienie wyników badania wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie) metodą „pull-off", [8].

	Bezpośredni odczyt siły odrywającej [kN]	Wytrzymałość na odrywanie [MPa]
punkt pomiarowy **B-1**	9.10	**4.64**
punkt pomiarowy **B-2**	6.00	**3.06**
punkt pomiarowy **B-3**	7.80	**3.97**
punkt pomiarowy **B-4**	5.60	**2.85**
punkt pomiarowy **B-5**	8.10	**4.13**
punkt pomiarowy **B-6**	4.40	**2.24**
punkt pomiarowy **B-7**	5.50	**2.80**
punkt pomiarowy **B-8**	8.70	**4.43**
punkt pomiarowy **B-9**	7.40	**3.77**
punkt pomiarowy **B-10**	8.50	**4.33**

Z kolei, uzyskane z opracowania [4] wyniki zestawiono w tab. 3.8.

Tab. 3.8. Zestawienie wyników badania wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie) metodą „pull-off", [4].

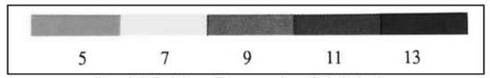
Nr	Element	Wytrzymałość na odrywanie [MPa]	Średnia wytrzymałość na odrywanie [MPa]	Min. wytrzymałość na odrywanie [MPa]	Rodzaj zerwania
1	Ściana zewnętrzna od strony północnej – poziom +1,4m	0,9	1,49	0,70	P
2	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej – poziom +0,5m	1,0			P
3	Ściana zewnętrzna od strony południowej – poziom +0,8m	0,7			P
4	Ściana zewnętrzna od strony zachodniej – poziom +0,9m	1,2			P
6	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 15) – poziom +18,5m (pierścień 3A)	2,1			P

7	Ściana zewnętrzna od strony południowej (żebro 24) – poziom +18,5m (pierścień 3A)	1,8			P
8	Ściana zewnętrzna od strony zachodniej (żebro 31) – poziom +18,5m (pierścień 3A)	1,5			P
9	Ściana zewnętrzna od strony północnej (żebro 7) – poziom +27,3m (pierścień 4)	2,2			P
10	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 15) – poziom +27,3m (pierścień 4)	1,4			P
11	Ściana zewnętrzna od strony południowej (żebro 23) – poziom +27,3m (pierścień 4)	1,6			P
12	Ściana zewnętrzna od strony zachodniej (żebro 30) – poziom +27,3m (pierścień 4)	1,9			P
13	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 16) – poziom +32,0m (pierścień 5)	2,1			P
14	Ściana zewnętrzna od strony południowej (żebro 24) – poziom +35,6m (pierścień 6)	1,8			P

15	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 17) – poziom +38,0m (pierścień 7)	1,5			P

3.1.5. Pomiary głębokości karbonatyzacji betonu

Oceny zasięgu procesu karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu dokonano za pomocą testu fenoftaleinowego oraz „Rainbow-Testu". W obu przypadkach badania przeprowadza się na powierzchni odwiertów rdzeniowych, bezpośrednio po ich wycięciu z konstrukcji. O ile test fenoftaleinowy jest powszechnie znany, to istota pomiaru karbonatyzacji za pomocą Rainbow-Testu wymaga kilku słów komentarza. Test ten sprowadza się do wykonania aerozolowego natrysku badanej powierzchni betonu roztworem specjalnie dobranej kompozycji odczynników chemicznych, identyfikujących poszczególne wartości pH w zakresie od 5 do 13 (rys. 3.5).



Rys. 3.5. Rainbow-Test - przyjęta skala kolorów.

Odczyn pH równy 11, uznawany powszechnie za wartość graniczną, poniżej której obniża się naturalna zdolność betonu do pasywacji zbrojenia, odpowiada zabarwieniu betonu na fioletowo. Przejście palety barw z koloru fioletowego na zielony (pH=9) sygnalizuje spadek pH poniżej wartości uznawanej za graniczną i potencjalne zagrożenie korozyjne zbrojenia.
Wg. [8], przeprowadzone badania wykazały, że warstwa przypowierzchniowa badanego betonu uległa w znacznym stopniu procesowi karbonatyzacji, a jej wskaźnik pH jest w przybliżeniu równy 9. W zdecydowanej większości badanych przypadków zasięg tej strefy jest nie mniejszy niż 35 mm, przy czym stwierdzono także szereg miejsc, w których grubość skarbonatyzowanej części przekroju betonowego jest znacznie większa (rys. 3.6).
Jednocześnie należy zaznaczyć, że w badanym pierścieniu występują lokalnie miejsca, gdzie beton pomimo swego wieku (około 100 lat) nie uległ temu procesowi, zachowując swój naturalny zasadowy charakter (pH ≥ 13) – rys. 3.7 i 3.8.

Rys. 3.6. Odwiert O-5 – głębokość karbonatyzacji około 63 mm, [8].

Rys. 3.7. Odwiert O-13 – brak karbonatyzacji (pH≥13), [8].

Rys. 3.8. Odwiert O-10 – brak karbonatyzacji (pH≥13), [8].

Wyniki testów na karbonatyzację pozyskane z badań [4] przedstawiono w tab. 3.9.

Tab. 3.9. Wyniki badań karbonatyzacji betonu konstrukcji Hali Stulecia we Wrocławiu przeprowadzone na odwiertach rdzeniowych, [4].

L.p.	Lokalizacja	Głębokość karbonatyzacji	Średnia głębokość karbonatyzacji	Maksymalna głębokość karbonatyzacji
		[mm]	[mm]	[mm]
1	Odwiert rdzeniowy H1	72	85	105
2	Odwiert rdzeniowy H2	81		
3	Odwiert rdzeniowy H3	86		
4	Odwiert rdzeniowy H4	89		
5	Odwiert rdzeniowy H5	74		
6	Odwiert rdzeniowy H6	71		
7	Odwiert rdzeniowy H9	93		
8	Odwiert rdzeniowy H10	105		
9	Odwiert rdzeniowy H11	96		

Różnice w zasięgu karbonatyzacji wynikają głównie z rodzaju i stanu struktury betonu (wytrzymałość i szczelność) oraz dodatkowo zależą od lokalizacji miejsca pomiarowego.

3.1.6. Badania chemiczne betonu na zawartość szkodliwych soli

Do najczęściej spotykanych w obiektach soli szkodliwych dla materiałów budowlanych należą, przede wszystkim, siarczany, chlorki i azotany. Woda jest niezbędnym czynnikiem, który umożliwia migrację soli do wnętrza konstrukcji. Woda z zawartymi w niej solami wnikając w głąb betonu umożliwia przebieg destrukcyjnych przemian chemicznych. Występowanie soli objawia się powstawaniem na powierzchniach elementów wykwitów, przebarwień, zniszczeń strukturalnych, odprysków, itp. Ich obecność powoduje w pierwszej kolejności zwiększanie poboru wilgoci przez materiał, a następnie powstawanie ciśnień podczas krystalizacji pęczniejących kryształów soli oraz ciśnień podczas hydratacji, których wielkości znacznie przekraczają wytrzymałość betonu, [4].
Za szkodliwą dla betonu przyjmuje się zawartość chlorków powyżej 0.1 5% masy betonu, natomiast szkodliwa dla stali zbrojeniowej jest już zawartość 0.056 % masy betonu (przy ilości cementu ok. 350 kg/m^3), azotanów powyżej 0.15 % masy betonu oraz siarczanów powyżej 0.5 % masy betonu.
Badania chemiczne [4] przeprowadzone na próbkach betonu, pobranych z losowo wybranych elementów konstrukcyjnych Hali Stulecia w swoim zakresie obejmowały:
– oznaczenie wartości wskaźnika pH,
– oznaczenie procentowej zawartości siarczanów, chlorków i azotanów w materiale budowlanym.
W badaniach wykorzystano wskaźniki oznaczeniowe Merckquant 10019 i 10020, skrzynkę oznaczeń Chlorid-Aquamerck 11106 do stwierdzenia obecności i stężenia chlorków oraz specjalistyczne preparaty z zestawu firmy OMBRAN i MERCK do badań chemicznych materiałów budowlanych. Wyniki badań podano w tab. 3.10.

Tab. 3.10. Wyniki badań chemicznych próbek betonu pobranego z konstrukcji ścian elewacyjnych Hali Stulecia we Wrocławiu. Badanie na zawartość chlorków, siarczanów, azotanów i azotynów, [4].

Nr	Miejsce pobrania próbki	pH	Chlorki		Siarczany		Azotany		Azotyny
			jakościowo	[%] m/m. próbki	jakościowo	[%] m/m. próbki	jakościowo	[%] m/m próbki	jakościowo
1	Ściana zewnętrzna od strony północnej – poziom +1m	7,5	+	0,009	+	0,3	+	0,025	-
2	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej – poziom +0,3m	7,0	+	0,010	+	0,4	+	0,050	+
3	Ściana zewnętrzna od strony południowej – poziom +0,6m	6,5	+	0,008	+	0,4	+	0,025	-
4	Ściana zewnętrzna od strony zachodniej – poziom +0,3m	7,0	+	0,008	+	0,3	+	0,050	+
5	Ściana zewnętrzna od strony północnej (żebro 7) – poziom +18,5m (pierścień 3A)	7,0	+	0,007	+	0,3	+	0,010	-
6	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 15) – poziom +18,5m (pierścień 3A)	7,0	+	0,008	+	0,2	+	0,010	-
7	Ściana zewnętrzna od strony południowe	7,5	+	0,007	+	0,3	+	0,020	-

	j (żebro 24) – poziom +18,5m (pierścień 3A)								
8	Ściana zewnętrzna od strony zachodniej (żebro 31) – poziom +18,5m (pierścień 3A)	6,5	+	0,008	+	0,4	+	0,025	-
9	Ściana zewnętrzna od strony północnej (żebro 7) – poziom +27,3m (pierścień 4)	7,0	+	0,008	+	0,5	+	0,010	-
10	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 15) – poziom +27,3m (pierścień 4)	6,5	+	0,007	+	0,2	+	0,020	-
11	Ściana zewnętrzna od strony południowe j (żebro 24) – poziom +27,3m (pierścień 4)	7,0	+	0,008	+	0,3	+	0,020	-
12	Ściana zewnętrzna od strony zachodniej (żebro 31) – poziom +27,3m (pierścień 4)	6,5	+	0,009	+	0,2	+	0,010	-
13	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej	6,5	+	0,008	+	0,5	+	0,010	-

	(żebro 16) – poziom +32,0m (pierścień 5)								
14	Ściana zewnętrzna od strony południowe j (żebro 25) – poziom +35,6m (pierścień 6)	7,0	+	0,007	+	0,3	+	0,025	-
15	Ściana zewnętrzna od strony wschodniej (żebro 17) – poziom +38,0m (pierścień 7)	6,5	+	0,008	+	0,2	+	0,010	-

Wyniki badań chemicznych próbek nie wykazały występowania w żelbetowych elementach Hali Stulecia chlorków i azotanów w stężeniach niebezpiecznych dla materiału konstrukcyjnego. W dwóch próbkach pobranych na ścianach elewacyjnych (nr 9 i 13) stwierdzono występowanie siarczanów w ilości 0,5 % masy betonu.

3.1.7. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski, [4], [8]:

- Stwierdzono dużą zmienność właściwości fizyko – chemicznych betonu w miarę oddalania się od powierzchni zewnętrznej. Warstwa betonu blisko powierzchni zewnętrznej charakteryzuje się wysoką gęstością pozorną, niską porowatością całkowitą oraz niską nasiąkliwością. W miarę oddalania się od powierzchni zewnętrznej beton staje się bardziej porowaty i nasiąkliwy. Jest to następstwem procesu karbonatyzacji. Próbki betonu różnią się składem kruszywa. Bliżej powierzchni zewnętrznej wzrasta ilość kruszywa granitowego oraz udział frakcji grubszej).
- 1 m^3 betonu zawiera 1941,5 kg kruszywa. 215,0 kg spoiwa. Stosunek kruszywa do cementu wynosi około 9:1. A zatem ilość cementu w betonie należy uznać za stosunkowo małą.
- Skład spoiwa w badanym betonie znacznie różni się od składu tlenkowego cementu portlandzkiego (obniżona zawartość CaO, zwiększona zawartość SiO2) i zbliża się do składu cementu romańskiego lub hutniczego. Barwa zaczynu w badanym betonie (kremowa) istotnie różni się od barwy zaczynów cementu portlandzkiego. Może to sugerować, że przy produkcji cementu specjalnego użytego przy budowie hali stosowano dodatek żużli hutniczych.
- Przeprowadzona analiza sitowa wskazuje, że badane kruszywo w całym zakresie mieści się w polu zalecanego składu ziarnowego kruszywa o uziarnieniu poniżej 32 mm. Badane kruszywo stanowi łamany grant. Frakcje 31,5 ÷ 16 mm zawierają ponad 92 % kruszywa granitowego w tym ponad 47 % stanowią ziarna wydłużone i płaskie. Ze zmniejszaniem się wielkości uziarnienia kruszywa maleje zawartość granitu oraz ziaren nieforemnych. W frakcji 4 -2 mm obserwuje się około 50 % udział granitu, resztę stanowi naturalne kruszywo kwarcowe lub inne dodatki.
- W kruszywie w frakcji poniżej 8 mm, a głównie we frakcji poniżej 4 mm stwierdzono obecność drobnych wtrąceń drewnianych oraz żużla paleniskowego o strukturze spienionego szkła o czarnej barwie. Można przypuszczać, że dodatki te były wprowadzone świadomie w celu poprawy warunków wilgotnościowych w procesie wiązania i twardnienia betonu.

3.2. Beton konstrukcyjny – badania obecnie przeprowadzone (2015 r.)

3.2.1. Badania betonu żeber kopuły

Badania poligonowe betonu żeber kopuły, zostały przeprowadzone w miesiącach: kwietniu i maju 2015 roku. Obejmowały one następujące zagadnienia:

- określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie laboratoryjnych badań odwiertów rdzeniowych,
- określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie nieniszczących pomiarów metodą „pull-out",

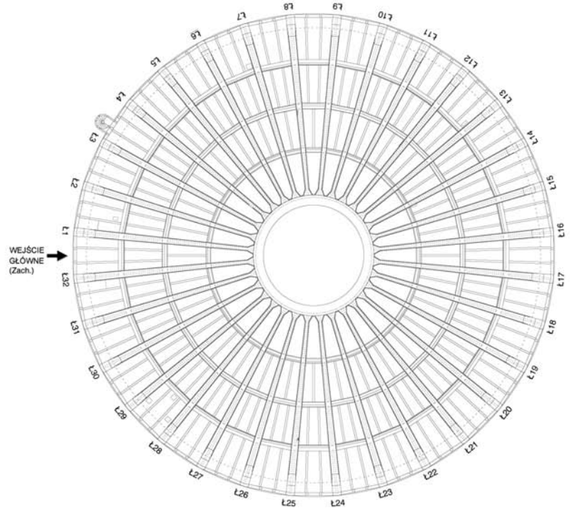
- określenie wytrzymałości na rozciąganie betonu na podstawie nieniszczących pomiarów metodą „pull-off",
- oznaczenie ciężaru objętościowego oraz dokonanie laboratoryjnej oceny nasiąkliwości badanego betonu,
- sprawdzenia głębokości karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu,
- dokonanie nieniszczącej oceny wodoszczelności betonu metodą GWT.

Program badania żeber kopuły zakładał przeprowadzenie nieniszczących pomiarów wytrzymałości betonu na ściskanie metodą „pull-out" w siedemnastu, losowo wybranych, miejscach pomiarowych, oznaczonych zgodnie z istniejącą na obiekcie numeracją poszczególnych żeber (rys. 3.9), jako:

C-1 → żebro nr Ł1
C-2 → żebro nr Ł2
C-5 → żebro nr Ł5
C-7 → żebro nr Ł7
C-11 → żebro nr Ł11
C-13 → żebro nr Ł13
C-16 → żebro nr Ł16
C-17 → żebro nr Ł17
C-20 → żebro nr Ł20
C-22 → żebro nr Ł22
C-23 → żebro nr Ł23
C-26 → żebro nr Ł26
C-27 → żebro nr Ł27
C-28 → żebro nr Ł28
C-29 → żebro nr Ł29
C-30 → żebro nr Ł30
C-32 → żebro nr Ł32

Niezależnie od pomiarów, przeprowadzonych metodą „pull-out", z badanych żeber, zgodnie z [69], za pomocą wiertnicy typu HILTI (rys. 3.10) wycięto łącznie 10 odwiertów rdzeniowych. Odwierty te, o średnicy zbliżonej do 100 mm i długości około 15 cm, wycięto po jednym z dziesięciu wybranych żeber (żebra nr 1, 2, 5, 7, 13, 17, 20, 23, 28 i 29), oznaczając je jako:

O-1 → odwiert pobrany z żebra nr Ł1
O-2 → odwiert pobrany z żebra nr Ł2
O-5 → odwiert pobrany z żebra nr Ł5
O-20 → odwiert pobrany z żebra nr Ł20
O-23 → odwiert pobrany z żebra nr Ł23
O-7 → odwiert pobrany z żebra nr Ł7
O-13 → odwiert pobrany z żebra nr Ł13
O-17 → odwiert pobrany z żebra nr Ł17
O-28 → odwiert pobrany z żebra nr Ł28
O-29 → odwiert pobrany z żebra nr Ł29.



Rys. 3.9. Przyjęta numeracją poszczególnych żeber.

Rys. 3.10. Widok wiertnicy, wykorzystanej do pobrania odwiertów rdzeniowych.

3.2.1.1. Określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie laboratoryjnych badań odwiertów rdzeniowych

Badania wytrzymałościowe zostały przeprowadzone w Laboratorium Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Badania laboratoryjne próbek betonowych, o wymiarach $\varphi \approx h \approx 100$mm, wyciętych z odwiertów rdzeniowych, przeprowadzono zgodnie z [70], wykorzystując wzorcowaną maszynę wytrzymałościową typu ZD 100. Dla zapewnienia równoległości powierzchni czołowych badanych próbek, dostosowano je do badań, zgodnie z [70], za pomocą kapslowania nakładkami piaskowymi (rys. 3.11).
Przy opracowaniu wyników badań zniszczeniowej wytrzymałości betonu na ściskanie, próbek o wymiarach $\varphi \approx h \approx 100$mm, przyjęto następujące założenia:

- przyjęto, za [10], że zależność pomiędzy wytrzymałością na ściskanie, oznaczoną na próbkach kostkowych o wymiarze „a" jest równa wytrzymałości uzyskanej na walcach o wysokości i średnicy równej „a" pomnożona przez współczynnik równy 1,12,
- można więc przyjąć za prawdziwą następującą zależność:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=100\text{ mm}) = \mathbf{1{,}12\ R_{walcowa}}(\varphi=h=100\text{ mm})$$

- ponadto, zgodnie z [11] przyjęto zależność:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=150\text{ mm}) = \mathbf{0{,}9\ R_{kostkowa}}(a=100\text{ mm})$$

- w konsekwencji uzyskano następującą zależność:

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=150\text{ mm}) = \mathbf{1{,}12 \times 0{,}9\ R_{walcowej}}(\varphi=100\text{ mm})$$

czyli

$$\mathbf{R_{kostkowa}}(a=150\text{ mm}) \approx \mathbf{R_{walcowej}}(\varphi=100\text{ mm})$$

Rys. 3.11. Widok próbki przystosowanej do badania wytrzymałości za pomocą „kapslowania".

W wyniku wykonanych badań laboratoryjnych oraz po przeprowadzeniu stosownych obliczeń, określono każdorazowo następujące parametry charakteryzujące badany beton:

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie $f_{cm,is}$
- najmniejsza uzyskana wartość wytrzymałości $f_{c,is,lowest}$
- odchylenie standardowe wytrzymałości s
- współczynnik zmienności wytrzymałości ν
- ciężar objętościowy betonu ρ

Na podstawie uzyskanych wyników badań wytrzymałościowych dokonano następnie oszacowania klasy wytrzymałości badanego betonu, w rozumieniu betonowej normy konstrukcyjnej [71] oraz przyjętej dwa lata później poprawki, która polską betonowa normę konstrukcyjną dostosowała do nowej normy, [21].

Określenia klasy wytrzymałości betonu dokonano zgodnie z normą [72]. Należy równocześnie zauważyć, że wspomniana norma, w porównaniu do zasad normowej oceny jakości betonu sformułowanych w normie betonowej [21], określa nieco odmienne kryteria zgodności dla wytrzymałości betonu, ocenianej na podstawie wyników badania odwiertów rdzeniowych. Zasady określenia wartości wytrzymałości charakterystycznej betonu na ściskanie w konstrukcji sprowadzają się do dwóch przypadków. Przypadek „**A**" ma zastosowanie w sytuacji, gdy dysponujemy nie mniej niż 15 wynikami badania odwiertów rdzeniowych. Przypadek „**B**" dotyczy natomiast sytuacji, kiedy mamy do dyspozycji wyniki badania 3 do 14 odwiertów.

Przypadek „A"

Wartość charakterystycznej wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, określona dla danego miejsca pomiarowego, jest mniejszą z dwóch poniższych wartości:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k_2 \times s \qquad \text{lub} \qquad f_{ck,is} = f_{is,lowest} + 4$$

gdzie:

$f_{ck,is}$ - charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji,
$f_{m(n),is}$ - średnia wartość wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji uzyskana z „n" wyników jej pomiaru,
$f_{is,lowest}$ - najmniejsza z oznaczonych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji,
s - jest odchyleniem standardowym wyników pomiaru, lecz nie mniej niż 2.0 N/mm^2,
k_2 - jest wartością określoną w uzupełnieniach krajowych lub, jeśli ich brak, przyjmowana jako równa 1.48.

Przypadek „B"

Wartość charakterystycznej wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, określona dla danego miejsca pomiarowego jest mniejszą z dwóch poniższych wartości:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k \qquad \text{lub} \qquad f_{ck,is} = f_{is,lowest} + 4$$

Zmienna „**k**" zależy od liczby wyników badań. Właściwą wartość przyjmuje się zgodnie z tab. 3.11.

Tab. 3.11. Zmienna „k" przy małej liczbie wyników badań.

liczba wyników	wartość zmiennej „k"
od 10 do 14	5
od 7 do 9	6
od 3 do 6	7

W obu przypadkach klasę wytrzymałości betonu na ściskanie określa się zgodnie z tab. 3.12, na podstawie wyznaczonej wartości charakterystycznej wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, przy czym należy wyraźnie zaznaczyć, że w tym przypadku mamy do czynienia z istotnym obniżeniem minimalnych wartości charakterystycznej wytrzymałości betonu na ściskanie, wymaganych dla poszczególnych klas wytrzymałości betonu, zgodnych z normą [21]. Norma [72] wprowadza, bowiem współczynnik korekcyjny o wartości równej 0.85 który uwzględnia powszechne przekonanie, iż wytrzymałość betonu w konstrukcji jest generalnie niższa od wytrzymałości, określanej na próbkach normowych, pobieranych z tego samego zarobu betonu. Fakt ten jest częściowo przypisywany samemu procesowi wiercenia, który niewątpliwie niesie w sobie ryzyko niewielkiego uszkodzenia materiału rdzenia, a częściowo temu, że warunki pielęgnacji betonu na budowie są prawie zawsze gorsze od warunków, z jakimi mamy do czynienia w laboratorium.

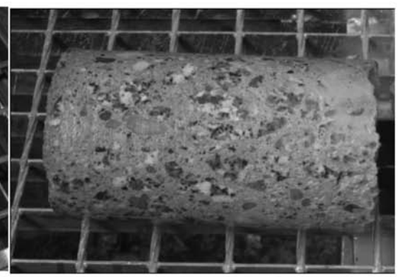
Tab. 3.12. Minimalne wartości charakterystycznej wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, odpowiadające klasom wytrzymałości betonu, zgodnym z [21].

Klasa wytrzymałości betonu na ściskanie, zgodna z EN 206-1	**Stosunek charakterystycznej wytrzymałości betonu w konstrukcji do charakterystycznej wytrzymałości próbek normowych**	**Minimalna charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji [N/mm^2]**	
		$f_{ck,is,cyl}$	$f_{ck,is,cube}$
C8/10	0.85	7	9
C12/15	**0.85**	10	13
C16/20	0.85	14	17
C20/25	**0.85**	17	21
C25/30	0.85	21	26
C30/37	**0.85**	26	31
C35/45	0.85	30	38
C40/50	**0.85**	34	43
C45/55	0.85	38	47
C50/60	**0.85**	43	51
C55/67	0.85	47	57
C60/75	**0.85**	51	64
C70/85	0.85	60	72
C80/95	**0.85**	68	81
C90/105	0.85	77	89
C100/115	**0.85**	85	98

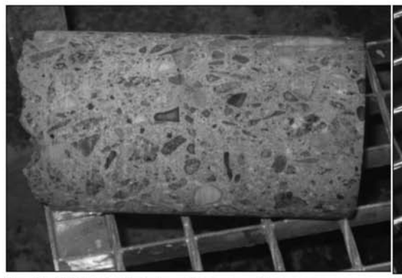
Z pobranych z konstrukcji odwiertów rdzeniowych wycięto próbki laboratoryjne o wymiarach h≈ϕ≈100mm, oznaczając je analogicznie do oznaczenia odwiertów, Na tak przygotowanych próbkach przeprowadzono badania wytrzymałościowe, oznaczenie ciężaru objętościowego betonu, jego nasiąkliwości oraz określono zasięg karbonatyzacji przekroju betonowego.

Przeprowadzone oględziny pozyskanych odwiertów kontrolnych, wykazały, że badany beton został wykonany na kruszywie granitowym z dodatkiem kruszywa naturalnego, którego ilość jest zmienna dla poszczególnych żeber kopuły. W większości przypadków mamy do czynienia dominującym udziałem kruszywa granitowego z niewielkim dodatkiem kruszywa naturalnego (rys. 3.12 i 3.13)., ale stwierdzono także, że w niektórych żebrach udział obu rodzajów kruszywa jest zbliżony (rys. 3.14), a nawet, jak to ma miejsce w przypadku żebra oznaczonego jako Ł17, dominuje kruszywo naturalne (rys. 3.15). Ogólnie należy stwierdzić, że w badanych żebrach stos okruchowy kruszywa charakteryzuje się dobrym uziarnieniem.

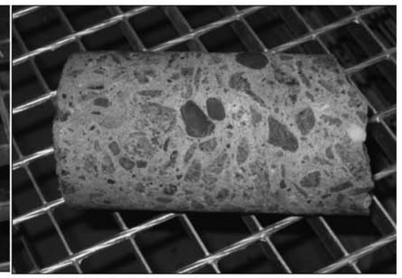
Rys. 3.12. Widok odwiertu pobranego z żebra oznaczonego jako Ł17 (duża zawartość kruszywa granitowego).



Rys. 3.13. Widok odwiertu pobranego z żebra oznaczonego jako Ł29 (duża zawartość kruszywa granitowego).



Rys. 3.14. Widok odwiertu pobranego z żebra oznaczonego jako Ł7 (zbliżona zawartość kruszywa granitowego i naturalnego).



Rys. 3.15. Widok odwiertu pobranego z żebra oznaczonego jako Ł20 (dominujący udział kruszywa naturalnego).

Szczegółowe wyniki przeprowadzonych badań wytrzymałościowych zestawiono w tabeli 3.11.

Tab. 3.11. Wyniki badania wytrzymałości betonu na ściskanie, uzyskane w wyniku badania odwiertów rdzeniowych, pobranych z żeber kopuły.

Oznaczenie próbki	Przekrój F [mm^2]	Siła P [kN]	Gęstość pozorna [kg/m^3]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
próbka **O-1**	7020	220	2267	**32.1**
próbka **O-5**	7006	242	2260	**34.5**
próbka **O-7**	7007	210	2267	**30.0**
próbka **O-17**	7035	252	2300	**35.8**
próbka **O-20**	6985	166	2220	**23.8**
próbka **O-28**	7010	210	2257	**30.0**
próbka **O-29**	7035	238	2253	**33.8**

Uzyskane wyniki charakteryzują się następującymi parametrami:

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie $f_{cm(core)}$ = **31,4 MPa**
- najmniejsza uzyskana wartość wytrzymałości $f_{core,lowest}$ = **23,8 MPa**
- odchylenie standardowe wytrzymałości s = **4,00 MPa**
- współczynnik zmienności wytrzymałości v = **12,8 %**
- średnia wartość gęstości pozornej ρ = **2261 kg/m^3**

Zgodnie normą [72] przyjęto, że wytrzymałość charakterystyczna badanego betonu, odpowiadająca wytrzymałości oznaczanej na próbkach sześciennych o wymiarach 150 x 150 x 150 mm ($f_{ck,is,cube}$), jest mniejszą z dwóch poniższych wartości:

$$f_{ck,is,cube} \leq f_{cm(core)} - k \quad \text{i} \quad f_{ck,is,cube} \leq f_{core,lowest} + 4$$

gdzie:

$f_{ck,is,cube}$ – charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji, odpowiadająca wytrzymałości betonu oznaczanej na próbkach sześciennych o długości boku 150 mm

$f_{cm(core)}$ – średnia wartość wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji uzyskana z **„n”** wyników pomiaru

$f_{core,lowest}$ – najmniejsza z oznaczonych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji

k – zmienna zależna od liczby wyników pomiaru wytrzymałości (n), w przypadku gdy n=7, należy przyjąć wartość k=**6**

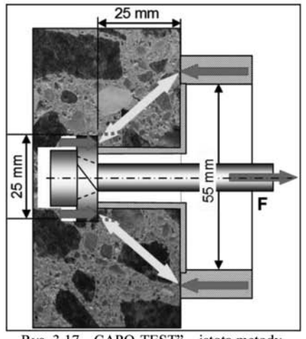
$f_{ck,is,cube} \leq 31,4 - 6 =$ **25,4 MPa** oraz $f_{ck,is,cube} \leq 23,8 + 4 =$ **27,8 MPa**

Na podstawie uzyskanych wyników badań, wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż **25,4 MPa** i zgodnie z normą [72], oszacować jego klasę jako **C20/25**.

3.2.1.2. Określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie nieniszczących pomiarów metodą „pull-out”

Wytrzymałość na ściskanie w konstrukcji żelbetowych łuków określono bezpośrednio na obiekcie metodą „pull-out”, przy wykorzystaniu zestawu pomiarowego CAPO-Test duńskiej firmy Germann Instruments (rys. 3.16).
Metoda „pull-out”, najogólniej rzecz biorąc, polega na pomiarze wartości siły niezbędnej do wyrwania z betonu stalowej kotwy, którą stanowi stalowy pierścień rozprężany w specjalnie do tego celu wykonanym frezie (rys. 3.17).
W pierwszym etapie, po zlokalizowaniu zbrojenia (rys. 3.18) i wyrównaniu powierzchni, w istniejącej konstrukcji wykonuje się otwór, wewnątrz którego na głębokości 25 mm, wycina się wewnętrzne wyżłobienie (frez), w którym następnie rozpręża się specjalny pierścień, stanowiący głowicę kotwy.
Obciążenie przekazywane jest za pośrednictwem siłownika hydraulicznego (rys. 3.19). Siłownik z jednej strony przekazuje siłę wyrywającą na trzpień kotwy, z drugiej zaś dociska powierzchnię betonu za pośrednictwem centrycznego pierścienia oporowego. Pierścień ten, dzięki właściwemu doborowi proporcji swoich wymiarów w stosunku do głębokości położenia kotwy oraz wymiarów samej kotwy, wymusza złożony stan naprężenia, który w efekcie prowadzi do zniszczenia, charakteryzującego się ścisłą korelacją pomiędzy rejestrowaną siłą wyrywającą kotew, a wytrzymałością betonu na ściskanie.

Rys. 3.16. Widok zestawu CAPO-Test.

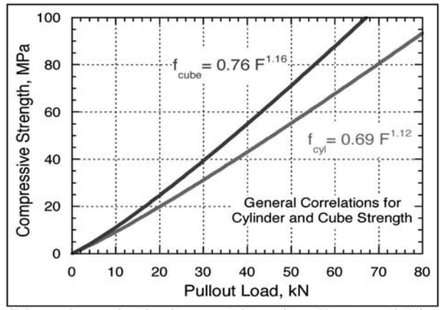


Rys. 3.17. „CAPO-TEST” – istota metody.

Rys. 3.18. Widok urządzenia „Cover-Master” (typ CM52), wykorzystanego do lokalizacji prętów zbrojeniowych.

Rys. 3.19. Widok siłownika wykorzystanego w przeprowadzonych badaniach.

Korelacja ta ma charakter ogólny, tzn. za wyjątkiem betonów na kruszywach lekkich oraz betonów o uziarnieniu kruszywa przekraczającym 32 mm, jest w zasadzie niezależna od wpływu parametrów materiałowych i technologicznych, takich jak np. współczynnik w/c, rodzaj cementu, warunki dojrzewania, wiek betonu, zawartość ewentualnych dodatków, takich jak krzemionka, pyły, czy też różnego rodzaju włókna. Zależność tę ilustruje rys. 3.20.



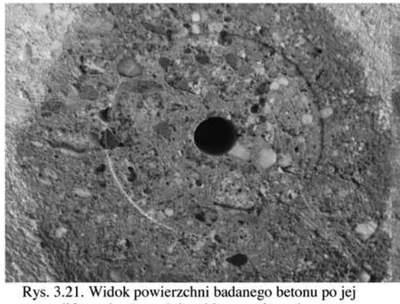
Rys. 3.20. Zalecane krzywe korelacyjne, wyrażające zależność wytrzymałości na ściskanie od siły wyrywającej, odpowiednio dla wytrzymałości kostkowej i walcowej.

Istnienie wyjątkowo dobrej korelacji pomiędzy wartością rejestrowanej siły wyrywającej i wytrzymałością betonu na ściskanie, określaną na standardowych próbkach laboratoryjnych (np. kostkach o boku 150 mm) tłumaczy się faktem, iż zniszczenie miejscowe w strefie wyrwania kotwy jest zdominowane przez ściskanie betonu pomiędzy głowicą kotwy, a pierścieniem oporowym, dociskanym do powierzchni betonu przez siłownik hydrauliczny.
O wiarygodności oceny wytrzymałości betonu na ściskanie tą metodą świadczy jej usankcjonowanie w przepisach normowych, do których w pierwszym rzędzie należy zaliczyć: amerykańską normę [73] oraz europejską normę [74], przyjętą także przez polski system normalizacyjny jako [75].

Oceny wytrzymałości betonu na ściskanie dokonano, niezależnie od badania odwiertów rdzeniowych, na podstawie wyników badań, uzyskanych metodą „pull-out". Szczegółowe wyniki tych badań zestawiono w tab. 3.12. Oszacowania klasy wytrzymałości badanego betonu, dokonano zgodnie z normą betonową [72].
W omawianym przypadku, wyniki uzyskane bezpośrednio z równania korelacyjnego nie mogą być traktowane jako w pełni wiarygodne, ponieważ ujawnił się wyraźny wpływ karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu. Zasięg tej strefy przekracza we wszystkich przypadkach 25 mm, co oznacz, że pomiary metodą „pull-out" były realizowane całkowicie w skarbonatyzowanej warstwie betonu. Uzyskane wyniki są wyraźnie wyższe od wyników uzyskanych w czasie laboratoryjnych badań odwiertów rdzeniowych, w przypadku których ewentualny wpływ karbonatyzacji został wyeliminowany, przez odcięcie zewnętrznej warstwy betonu o grubości około 30 mm.
Z tego też względu określono eksperymentalny współczynnik poprawkowy (**Δ**), rozumiany jako stosunek średniej wytrzymałości betonu na ściskanie, uzyskanej w czasie badania odwiertów rdzeniowych do średniej wytrzymałości betonu na ściskanie, uzyskanej w czasie pomiarów metodą „pull-out", przeprowadzonych w sąsiedztwie miejsc pobrania tychże odwiertów rdzeniowych.

$$\Delta = f_{cm(core)} / f_{cm(CT)} = 31{,}4 / 60{,}8 = \mathbf{0{,}52}$$

Uzyskane przełomy betonu potwierdziły fakt, iż beton w żebrach kopuły został wykonany na kruszywie granitowym (rys. 3.21 – 3.22).



Rys. 3.21. Widok powierzchni badanego betonu po jej przeszlifowaniu, (wyraźnie widoczne ziarna kruszywa granitowego).

Rys. 3.22. Widok struktury badanego betonu w miejscu wykonania jednego z Capo-Testów.

Tab. 3.12. Wyniki badania wytrzymałości betonu na ściskanie w żebrach kopuły metodą „pull-out".

Punkt pomiarowy	Bezpośredni odczyt siły wyrywającej [kN]	Rzeczywista siła wyrywająca [kN]	Wytrzymałość kostkowa [MPa]	Wytrzymałość po modyfikacji (× **0.52**)
C-1 (żebro Ł1)	31.9	31.6	41.7	**21.7 MPa**
C-2 (żebro Ł2)	50.2	49.9	70.9	**36.9 MPa**
C-5 (żebro Ł5)	38.9	38.6	52.6	**27.4 MPa**
C-7 (żebro Ł7)	40.2	39.9	54.7	**28.4 MPa**
C-11 (żebro Ł11)	42.0	41.7	57.6	**30.0 MPa**
C-13 (żebro Ł13)	55,2	54.9	79.2	**41.2 MPa**
C-16 (żebro Ł16)	57.7	57.4	83.4	**43.4 MPa**
C-17 (żebro Ł17)	55.3	55.0	79.4	**41.3 MPa**
C-20 (żebro Ł20)	41.3	41.0	56.4	**29.3 MPa**
C-22 (żebro Ł22)	57.0	56.7	82.2	**42.7 MPa**
C-23 (żebro Ł23)	46.4	46.1	64.7	**33.6 MPa**
C-26 (żebro Ł26)	55.3	55.0	79.4	**41.3 MPa**
C-27 (żebro Ł27)	34.1	33.8	45.1	**23.5 MPa**
C-28 (żebro Ł28)	49.8	49.5	70.2	**36.5 MPa**
C-29 (żebro Ł29)	50.2	49.9	70.9	**36.9 MPa**
C-30 (żebro Ł30)	43.2	42.9	59.5	**30.9 MPa**
C-32 (żebro Ł32)	46.1	45.8	64.2	**33.4 MPa**

Po stosownym przeliczeniu wszystkich wartości wytrzymałości betonu na ściskanie, uzyskanych metodą „pull-out", przez wyznaczony współczynnik poprawkowy (Δ=0.52), uzyskano wyniki badania wytrzymałości betonu w żebrach kopuły Hali Stulecia, charakteryzujące się następującymi parametrami:

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie $f_{cm(CT)} = \mathbf{34{,}0\ MPa}$
- najmniejsza uzyskana wartość wytrzymałości $f_{CT,lowest} = \mathbf{21{,}7\ MPa}$
- odchylenie standardowe wytrzymałości $s = \mathbf{6{,}8\ MPa}$
- współczynnik zmienności wytrzymałości $v = \mathbf{19{,}9\ \%}$

Zgodnie z [72] przyjęto, że wytrzymałość charakterystyczna badanego betonu, odpowiadająca wytrzymałości oznaczanej na próbkach sześciennych o wymiarach 150 x 150 x 150 mm ($f_{ck,is,cube}$), jest mniejszą z dwóch poniższych wartości:

$$f_{ck,is,cube} \le f_{cm(CT)} - 1.48 \times s \quad \textbf{i} \quad f_{ck,is,cube} \le f_{CT,\mathbf{lowest}} + 4$$

gdzie:
$f_{ck,is,cube}$ – charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji, odpowiadająca wytrzymałości betonu oznaczanej na próbkach sześciennych o długości boku 150 mm
$f_{cm(CT)}$ – średnia wartość wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji uzyskana z **„n"** wyników pomiaru
$f_{CT,lowest}$ – najmniejsza z oznaczonych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji

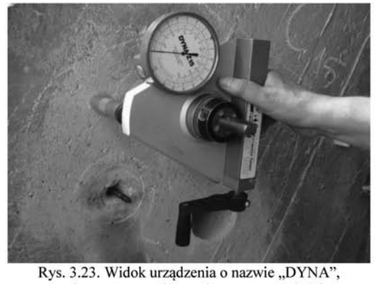
$$f_{ck,is,cube} \le 34.0 - 1.48 \times 6.8 = \mathbf{23{,}9\ MPa} \quad \text{oraz} \quad f_{ck,is,cube} \le 21.7 + 4 = \mathbf{25{,}7\ MPa}$$

Na podstawie uzyskanych wyników badań, wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż **23,9 MPa** i zgodnie z normą [21], oszacować jego klasę jako **C16/20**.

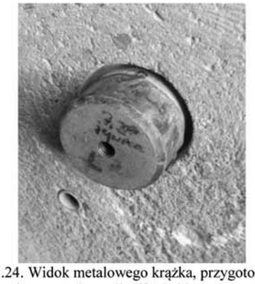
3.2.1.3. Określenie wytrzymałości na rozciąganie betonu na podstawie nieniszczących pomiarów metodą „pull-off",

Badania wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie) przeprowadzono metodą „pull-off", zgodnie z [14], za pomocą urządzenia o nazwie „DYNA" szwajcarskiej firmy Proceq (rys. 3.23), wykorzystując metalowe krążki o średnicy 50 mm. Pomiary przeprowadzono na powierzchni dziesięciu wybranych losowo żeber.
Istota metody „pull-off", najogólniej rzecz biorąc, sprowadza się do pomiaru siły odrywającej przyklejony do badanej powierzchni metalowy krążek o znanej powierzchni (rys. 3.4). Wokół krążka wykonuje się centryczne nacięcie na głębokość około 10-15 mm. Rejestrowana wartość siły odrywającej, podzielona przez powierzchnię, na którą przekazywane jest obciążenie, daje w efekcie wartość wytrzymałości betonu na rozciąganie, nazywaną także wytrzymałością na odrywanie.
Zgodnie z wytycznymi odnośnie wymagań stawianych nawierzchni betonowej, które warunkują możliwość wykonania na niej nowoczesnych napraw powierzchniowych, np. w postaci materiałów typu PCC, w omawianym przypadku można przyjąć, że winny być spełnione następujące warunki:

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie winna być nie niższa niż 25 MPa,
- średnia wartość wytrzymałości na odrywanie, określona w danym miejscu pomiarowym dla wszystkich wykonanych pomiarów winna być nie niższa niż 1,5 MPa,
- minimalna wartość pojedynczego pomiaru powinna wynosić nie najmniej niż 1,0 MPa.



Rys. 3.23. Widok urządzenia o nazwie „DYNA", wykorzystanego do pomiaru wytrzymałości betonu na rozciąganie.



Rys. 3.24. Widok metalowego krążka, przygotowanego do pomiaru metodą „pull-off", (widoczne centryczne nacięcie wokół przyklejonego do betonu krążka).

W dziesięciu wybranych miejscach pomiarowych przeprowadzono badania wytrzymałości betonu na rozciąganie metodą „pull-off". Do jednoznacznej lokalizacji przyjętych punktów pomiarowych, analogicznie jak poprzednio, wykorzystano istniejącą na obiekcie numeracją poszczególnych żeber (rys. 3.9), przyjmując następujące oznaczenia:

B-1 → żebro nr Ł1
B-2 → żebro nr Ł2
B-5 → żebro nr Ł5
B-7 → żebro nr Ł7
B-13 → żebro nr Ł13
B-17 → żebro nr Ł17
B-20 → żebro nr Ł20
B-23 → żebro nr Ł23
B-28 → żebro nr Ł28
B-29 → żebro nr Ł29.

Zasadniczej oceny wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie) dokonano metodą „pull-off", wykorzystując krążki metalowe o średnicy 50 mm, wokół których każdorazowo wykonano centryczne nacięcie na głębokość około 15 mm (rys. 3.20). Uzyskane wyniki zestawiono w tab. 3.13.

Tab. 3.13. Zestawienie wyników badań wytrzymałości betonu na odrywanie w żebrach kopuły metodą „pull-off".

Punkt pomiarowy	Bezpośredni odczyt siły odrywającej [kN]	Wytrzymałość na odrywanie [MPa]
B-1 (żebro Ł1)	11.10	**5.66**
B-2 (żebro Ł2)	11.25	**5.73**
B-5 (żebro Ł5)	10.05	**5.12**

B-7 (żebro Ł7)	8.75	**4.46**
B-13 (żebro Ł13)	8.20	**4.18**
B-17 (żebro Ł17)	9.00	**4.59**
B-20 (żebro Ł20)	5.90	**3.00**
B-23 (żebro Ł23)	6.95	**3.54**
B-28 (żebro Ł28)	7.30	**3.72**
B-29 (żebro Ł29))	6.05	**3.08**

- średnia wytrzymałość na odrywanie: $f_{tm(BT)}$ = **4,31 MPa >> 1,5 MPa**
- średnia wytrzymałość na ściskanie: $f_{cm(core)}$ = **31,4 MPa > $f_{cm,min}$ = 25 MPa**

Beton w pełni spełnia wymagania wytrzymałościowe, warunkujące ewentualne wykonanie napraw powierzchniowych.

Ponieważ stwierdzony został znaczny zasięg karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu (co najmniej 25 mm), postanowiono potraktować wyniki, uzyskane metodą „pull-off", jedynie jako źródło informacji o możliwości ewentualnego wykonania na powierzchni badanego betonu napraw powierzchniowych z zastosowaniem materiałów naprawczych typu PCC. Uznano równocześnie, że wyniki te nie mogą być uznane za miarodajne do oceny rzeczywistej wytrzymałości betonu na rozciąganie w przekroju konstrukcyjnym badanego betonu, ponieważ są reprezentatywne jedynie dla skarbonatyzowanej warstwy betonu.
W celu eksperymentalnej weryfikacji powyższego stanowiska przeprowadzono dodatkowo pomiary wytrzymałości betonu metodą brazylijską (rys. 3.25), zgodnie z [76]. Do badań wykorzystano trzy próbki wycięte z odwiertów rdzeniowych, pobranych z żeber kopuły Hali Stulecia, oznaczonych jako Ł2, Ł13 i Ł23, po uprzednim odcięciu zewnętrznej warstwy betonu o grubości około 30 mm, co wyeliminowało ewentualny wpływ procesu karbonatyzacji na uzyskiwane wyniki.
Obliczenia wartości wytrzymałości badanego betonu na rozciąganie przy rozłupaniu (metoda brazylijska) przeprowadzono zgodnie ze wzorem:

$$f_t = 2 \times F / \pi \times L \times d \qquad (10)$$

gdzie:
f_t – wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupaniu [MPa],
F – maksymalna siła [N],
L – długość linii styku próbki [mm],
d – wymiar przekroju poprzecznego [mm].

Rys. 3.25. Widok stanowiska do pomiaru wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupaniu.

Uzyskane wyniki zestawiono w tab. 3.14.

Tab. 3.14. Zestawienie wyników badań wytrzymałości betonu na rozciąganie w żebrach kopuły metodą brazylijską.

Oznaczenie próbki	Wartość siły niszczącej [N]	L [mm]	d [mm]	f_t [MP]
O-2 (żebro Ł2)	23500	94.12	93.75	**1.70**
O-13 (żebro Ł13)	32500	94.50	94.38	**2.32**
O-23 (żebro Ł23)	29500	94.50	94.35	**2.11**

Przedstawione powyżej wyniki wykazały, że średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie, badana w przekroju konstrukcyjnym żeber metodą brazylijską, wynosi około 2.0 MPa, co jest wartością wyraźnie niższą od wytrzymałości betonu na rozciąganie, wyznaczoną za pomocą metody „pull-off" w skarbonatyzowanej przypowierzchniowej warstwie betonu (4,31 MPa).

3.2.1.4. Oznaczenie nasiąkliwości badanego betonu

Badania przeprowadzono na próbkach, wyciętych z odwiertów rdzeniowych, pobranych z badanych fragmentów konstrukcji. Wykonano je zgodnie z pkt. 6.4.2. normy [11], wykorzystując podaną poniżej zależność:

$$n_w = \frac{G_2 - G_1}{G_1} \cdot 100\,\% \qquad (11)$$

gdzie: G_1 – masa próbki suchej,
G_2 – masa próbki nasyconej wodą
n_w – nasiąkliwość

Szczegółowe wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tab. 3.15.

Tab. 3.14. Wyniki oznaczenia nasiąkliwości betonu na próbkach, wyciętych z żeber kopuły.

Oznaczenie próbki	Masa próbki nasyconej [g]	Masa próbki w stanie suchym [g]	Nasiąkliwość [%]	Wartość średnia nasiąkliwości [%]
próbka **O-1/A** (żebro Ł1)	248.80	238.73	4.22	**4.17**
próbka **O-1/B** (żebro Ł1)	267.21	256.60	4.13	
próbka **O-1/C** (żebro Ł1)	249.95	237.68	5.16	
próbka **O-2/A** (żebro Ł2)	271.94	262.12	3.75	**4.13**
próbka **O-2/B** (żebro Ł2)	250.54	241.90	3.57	
próbka **O-2/C** (żebro Ł2)	357.41	340.18	5.06	
próbka **O-5/A** (żebro Ł5)	206.05	197.96	4.10	**4.21**
próbka **O-5/B** (żebro Ł5)	219.03	210.97	3.82	
próbka **O-5/C** (żebro Ł5)	458.71	438.04	4.72	
próbka **O-7/A** (żebro Ł7)	246.87	237.69	3.86	**4.42**
próbka **O-7/B** (żebro Ł7)	254.90	245.46	3.84	
próbka **O-7/C** (żebro Ł7)	318.58	301.83	5.55	

próbka **O-13/A** (żebro Ł13)	363.45	348.65	4.24	**4.28**
próbka **O-13/B** (żebro Ł13)	126.01	121.57	3.65	
próbka **O-13/C** (żebro Ł13)	353.73	337.03	4.95	
próbka **O-17/A** (żebro Ł17)	220.77	212.87	3.71	**4.08**
próbka **O-17/B** (żebro Ł17)	322.54	310.67	3.82	
próbka **O-17/C** (żebro Ł17)	422.75	403.74	4.71	
próbka **O-20/A** (żebro Ł20)	275.00	259.96	5.78	**5.45 > 5.0**
próbka **O-20/B** (żebro Ł20)	188.76	181.25	4.14	
próbka **O-20/C** (żebro Ł20)	303.52	285.16	6.43	
próbka **O-23/A** (żebro Ł23)	182.30	174.05	4.74	**5.07 > 5.0**
próbka **O-23/B** (żebro Ł23)	338.05	323.82	4.39	
próbka **O-23/C** (żebro Ł23)	439.90	414.63	6.09	
próbka **O-28/A** (żebro Ł28)	196.29	186.80	5.08	**5.27> 5.0**
próbka **O-28/B** (żebro Ł28)	244.83	232.40	5.35	
próbka **O-28/C** (żebro Ł28)	267.21	253.59	5.38	
próbka **O-29/A** (żebro Ł29)	248.80	238.73	4.22	**4.50**
próbka **O-29/B** (żebro Ł29)	267.21	256.60	4.13	
próbka **O-29/C** żebro Ł29)	249.95	237.68	5.16	

Uzyskane wartości nasiąkliwości betonu wahają się w przedziale od 4.08 do 5.45 % przy współczynniku zmienności tej cechy równym 11.2%, który świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu. Dopuszczalna wartość nasiąkliwości, wynosząca zgodnie z normą [11] 5.0%, została przekroczona jedynie w trzech przypadkach (żebra oznaczone jako Ł20, Ł23 i Ł28). Średnia wartość nasiąkliwości badanego betonu wynosi około **4,6 %**, co jest wartością niższą od wartości przyjmowanej, zgodnie z normą [11], za wartość dopuszczalną (5.0%).

3.2.1.5. Oznaczenie zasięgu procesu karbonatyzacji betonu

Oceny zasięgu procesu karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu dokonano za pomocą testu fenoftaleinowego oraz „Rainbow-Testu" (rys. 3.26). W obu przypadkach badania przeprowadzono na świeżych przełomach betonowych powstałych po zniszczeniu badanych próbek w maszynie wytrzymałościowej oraz w miejscach, w których uprzednio dokonano pomiarów wytrzymałości betonu metodą CAPO-Test.

Rys. 3.26. „Rainbow-Test" oraz test fenoftaleinowy.

Test fenoftaleinowy polega na spryskaniu alkoholowym roztworem fenoftaleiny powierzchni świeżego przełomu betonowego. Interpretacja uzyskiwanych wyników jest w tym przypadku bardzo prosta. Fenoloftaleina ma, bowiem tę właściwość, że przy pH równym 8,5 – 9,5 powoduje zmianę koloru czerwonego na bezbarwny. Warstwa betonu ulegająca odbarwieniu, uznawana jest za warstwę skarbonatyzowaną, która utraciła zdolności pasywacyjne w stosunku do stali zbrojeniowej.
Istota metody „Rainbow-Test" sprowadza się natomiast do wykonania aerozolowego natrysku badanej powierzchni betonu roztworem specjalnie dobranej kompozycji odczynników chemicznych, identyfikujących poszczególne wartości pH w zakresie od 5 do 13. Odczyn pH równy 11, uznawany powszechnie za wartość graniczną, poniżej której obniża się naturalna zdolność betonu do pasywacji zbrojenia, odpowiada zabarwieniu betonu na fioletowo. Przejście palety barw z koloru fioletowego na zielony (pH = 9) sygnalizuje spadek pH poniżej wartości uznawanej za graniczną i potencjalne zagrożenie korozyjne zbrojenia.

Przeprowadzone badania wykazały, że grubość przypowierzchniowej warstwy badanego betonu, która uległa procesowi karbonatyzacji jest zróżnicowana dla poszczwególnych żeber. Jej wartość waha się od około 22 do około 42 mm. Uzyskane wyniki badań zestawiono poniżej.

ŻEBRO Ł1 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **25 mm**

– odwiert **O-1** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm

– Capo-Test **C-1** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm
ŻEBRO Ł2 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **30 mm**

– odwiert **O-2** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (Rys.24): około 20-30 mm

– Capo-Test **C-2** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 35 mm
ŻEBRO Ł5 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **25 mm**

– odwiert **O-5** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 20 mm

– Capo-Test **C-5** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 30 mm
ŻEBRO Ł7 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **28 mm**

– odwiert **O-7** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25-30 mm

– Capo-Test **C-7** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (Rys.25): około 25 mm
ŻEBRO Ł11 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **35 mm**

– Capo-Test **C-11** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 30-40 mm
ŻEBRO Ł13 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **40 mm**

– odwiert **O-13** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (Rys.26): około 45-55 mm

– Capo-Test **C-13** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 30 mm
ŻEBRO Ł16 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **24 mm**

– Capo-Test **C-16** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 24 mm
ŻEBRO Ł17 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **30 mm**

– odwiert **O-17** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 35 mm

– Capo-Test **C-17** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm
ŻEBRO Ł20 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **33 mm**

– odwiert **O-20** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 20-25 mm

– Capo-Test **C-20** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 40-45 mm
ŻEBRO Ł22 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **22 mm**

– Capo-Test **C-22** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 20-24 mm
ŻEBRO Ł23 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **25 mm**

– odwiert **O-23** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 24-28 mm

– Capo-Test **C-23** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm
ŻEBRO Ł26 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **27 mm**

– Capo-Test **C-26** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25-30 mm
ŻEBRO Ł27 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **42 mm**

– Capo-Test **C-27** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 40-45 mm
ŻEBRO Ł28 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **28 mm**

– odwiert **O-28** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 20-25 mm

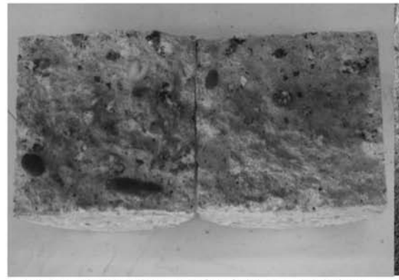
– Capo-Test **C-28** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 35 mm
ŻEBRO Ł29 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **35 mm**

– odwiert **O-29** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (Rys.27): około 30-40 mm

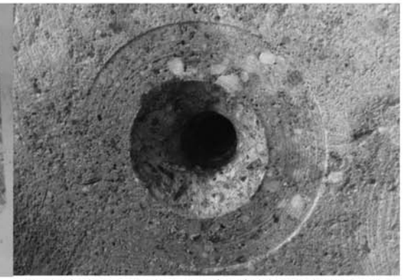
– Capo-Test **C-29** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 35 mm
ŻEBRO Ł30 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **30 mm**

– Capo-Test **C-30** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 30 mm
ŻEBRO Ł32 → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **25 mm**

– Capo-Test **C-32** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm

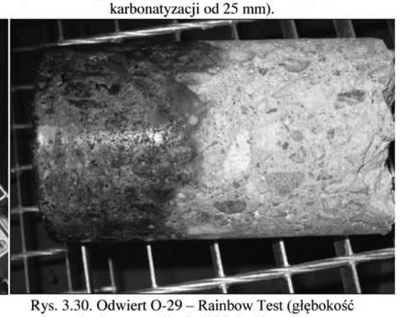


Rys. 3.27. Odwiert O-2 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji od 20 do 30 mm).



Rys. 3.28. Capo Test C-7 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji od 25 mm).

Rys. 3.29. Odwiert O-13 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji od 45 do 55 mm).



Rys. 3.30. Odwiert O-29 – Rainbow Test (głębokość karbonatyzacji od od 30 do 40 mm).

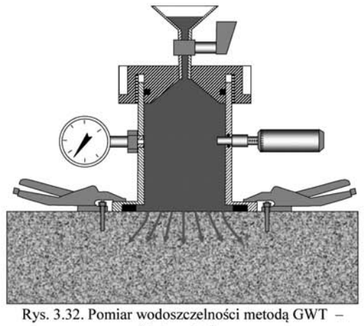
3.2.1.6. Nieniszcząca ocena wodoszczelności betonu metodą GWT

Przyjęty program badawczy obejmował także dokonanie bezpośrednio na obiekcie, nieniszczącej oceny wodoszczelności badanego betonu metodą GWT. Badania te przeprowadzono w sześciu, losowo wybranych punktach pomiarowych, oznaczonych jako:

G-1 → żebro nr Ł1
G-7 → żebro nr Ł7
G-11 → żebro nr Ł11
G-18 → żebro nr Ł18
G-24 → żebro nr Ł24
G-26 → żebro nr Ł26

Nieniszczące badania wodoszczelności betonu metodą GWT przeprowadzono za pomocą komory ciśnieniowej GWT duńskiej firmy Germann Instruments (rys. 3.31), przyjmując jako kryterium oceny wodoszczelności betonu wartość *„przepływu cieczy" (q)*, wyrażającą prędkość wymuszonej penetracji wody w głąb badanego materiału. Jako wartość dopuszczalną dla wymaganego stopnia wodoszczelności W8, w rozumieniu normy [11], przyjęto q=0.660 µm/sek. Metoda GWT jest nieniszczącą metoda badawczą, pozwalającą na dokonanie bezpośrednio na obiekcie oceny wodoszczelności betonu. Jej istotą jest poddanie badanej powierzchni wymuszonemu działaniu założonego ciśnienia wody, która wypełnia specjalnie skonstruowaną do tego celu komorę ciśnieniową (rys. 3.32).

Rys. 3.31. Widok komory ciśnieniowej GWT w czasie pomiarów.



Rys. 3.32. Pomiar wodoszczelności metodą GWT – istota metody.

Ubytek ilości wody, wnikającej w badaną powierzchnię, jest kontrolowany za pomocą śruby mikrometrycznej, umożliwiającej utrzymanie stałej, wybranej uprzednio, wartości ciśnienia z zakresu od 0 do 0,6 MPa, dzięki sprzężeniu jej obrotów z ruchem tłoka, regulującego ciśnienie wody działające na badaną powierzchnię betonu.
Jako kryterium oceny wodoszczelności badanego betonu przyjęto wartość *„przepływu cieczy"* **(q)**, wyrażającą prędkość wymuszonej penetracji wody w głąb badanego materiału. Jako wartość dopuszczalną dla stopnia wodoszczelności W8, w rozumieniu normy [11], przyjęto jako równą 0.660 µm/sek.

$$q = \frac{B(g_1 - g_2)}{A \cdot t} \qquad (12)$$

gdzie:
q – przepływ cieczy, wyrażony w [mm/sek]
B – powierzchnia tłoka śruby mikrometrycznej, kontrolującego ciśnienie w komorze (78,6 mm^2)
A – powierzchnia betonu, na którą działa ciśnienie wody (3018 mm^2 przy średnicy 62 mm)
t – czas trwania badania, wyrażony w [sek]
g_1 – odczyt ze śruby mikrometrycznej na początku badania w [mm]
g_2 – odczyt ze śruby mikrometrycznej na końcu badania w [mm]

W badaniach przyjęto wartość ciśnienia wymuszającego wgłębną penetrację wody na poziomie 0.1 MPa. Założono ponadto, że podstawowa baza czasowa pomiaru będzie równa 600 sekundom.
Łącznie wykonano 6 pomiarów na powierzchni wybranych żeber kopuły Hali Stulecia. Pierwszy z pomiarów, oznaczony jako **G-1** (żebro oznaczone jako Ł1), zakończył się niepowodzeniem, ponieważ nie udało się utrzymać założonego ciśnienia nawet w krótkim przedziale czasu. Natychmiast po rozpoczęciu pomiaru następował, bowiem gwałtowny spadek ciśnienia, związany z intensywną penetracją wody w głąb betonu. Fakt ten świadczy jednoznacznie o występowaniu w badanym przekroju ściany wad wewnętrznych, wynikających najprawdopodobniej z niewłaściwego zagęszczenia betonu w fazie wznoszenia ściany. Podobny wynik uzyskano w miejscu pomiarowym, oznaczonym jako **G-26** (żebro oznaczone jako Ł26), gdzie co prawda udało się wykonać 3 pomiary pośrednie, ale zasięg pomiarowy urządzenia został osiągnięty już po 3 minutach od rozpoczęcia eksperymentu, co również świadczy o występowaniu nieciągłości strukturalnych w badanym przekroju betonowym, będących źródłem szybkiej penetracji wody pod ciśnieniem w głąb struktury betonu. W pozostałych przypadkach pomiary zakończyły się powodzeniem i uzyskane wyniki pozwoliły na określenie wartości *„przepływu cieczy" (**q**)*.
Szczegółowe wyniki przeprowadzonych pomiarów zestawiono w tabeli 3.15.

Tab. 3.15 Dziennik pomiarów wodoszczelności betonu metodą GWT w badanych żebrach kopuły.

Numer pomiaru	Odczyt ze śruby mikrometrycznej			
	G-7	**G-11**	**G-18**	**G-24**
pomiar nr 1 (odczyt początkowy – g_0)	23.00	23.00	23.00	23.00
pomiar nr 2 (odczyt po 1 minucie – g_1)	20.30	21.10	20.95	20.80
pomiar nr 3 (odczyt po 2 minutach – g_2)	18.30	19.90	19.25	19.23
pomiar nr 4 (odczyt po 3 minutach – g_3)	16.75	18.90	17.95	17.73
pomiar nr 5 (odczyt po 4 minutach – g_4)	15.45	18.05	16.65	16.48
pomiar nr 6 (odczyt po 5 minutach – g_5)	14.15	17.25	15.50	15.28
pomiar nr 7 (odczyt po 6 minutach – g_6)	12.90	16.60	14.30	14.08
pomiar nr 8 (odczyt po 7 minutach – g_7)	11.60	15.95	13.40	13.08
pomiar nr 9 **(odczyt po 8 minutach – g_8)**	10.40	15.40	12.50	12.03
pomiar nr 10 (odczyt po 9 minutach – g_{10})	9.25	14.83	11.55	11.08
pomiar nr 11 (odczyt po 10 minutach – g_{11})	8.15	14.23	10.75	10.18

Wykorzystując powyższe wyniki badań, dla każdego z miejsc pomiarowych, określono wartość ***przepływu cieczy (q)***, przyjmując ten parametr jako kryterium oceny wodoszczelności badanego betonu (tab. 3.16). Przeprowadzona analiza uzyskanych wyników wykazała, że badany beton należy uznać za wodoszczelny, w rozumieniu normy [11] (stopień wodoszczelności nie niższy niż W8).

Tab. 3.16. Zestawienie wartości przepływu cieczy, charakteryzujących wodoszczelność badanego betonu w badanych żebrach kopuły.

Oznaczenie punktu pomiarowego	**Czas trwania** eksperymentu [sek]	**Odczyt ze śruby** mikrometrycznej ($\Delta g = g_0 - g_n$) [mm]	**Wartość** przepływu cieczy [µm/sek]
G-7	600	12.82	**0.556 < 0.666**
G-11	600	8.77	**0.380 < 0.660**
G-18	600	12.25	**0.531 < 0.666**
G-24	600	14.85	**0.644 <0.660**

3.2.2. Badania betonu filarów podporowych

Badania poligonowe betonowych filarów, stanowiących zasadniczą konstrukcję wsporczą kopuły, zostały przeprowadzone w miesiącach: maju i czerwcu 2015 roku. Obejmowały one następujące zagadnienia:
– określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie laboratoryjnych badań odwiertów rdzeniowych,
– określenie wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupaniu (metoda brazylijska),
– oznaczenie ciężaru objętościowego oraz dokonanie laboratoryjnej oceny nasiąkliwości badanego betonu,
– sprawdzenia głębokości karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu.

Program badania betonowych filarów, stanowiących zasadniczą konstrukcję wsporczą kopuły Hali Stulecia zakładał dokonanie oceny wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie laboratoryjnych badań wytrzymałościowych odwiertów rdzeniowych. Łącznie, zgodnie z [69], wycięto osiem odwiertów, po dwa odwierty z każdego z czterech filarów, o średnicy zbliżonej do 100 mm i długości od około 12 do 35 cm, oznaczając je jako:

– **O-A1** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **A** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami A i B)
– **O-A2** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **A** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami A i B
– **O-B1** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **B** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami B i C)
– **O-B2** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **B** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami B i C
– **O-C1** → odwiert pobrany z czoła filara, oznaczonego jako **C** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami C i D)
– **O-C2** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **C** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami C i D
– **O-D1** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **D** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami D i A)

– **O-D2** → odwiert pobrany z boku filara, oznaczonego jako **D** (filar zlokalizowany pomiędzy sektorami D i A).

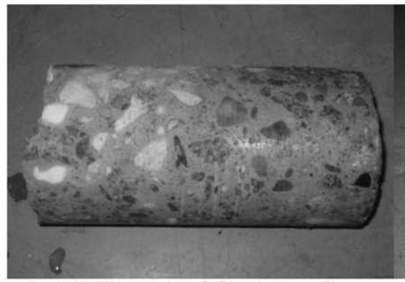
Z pobranych z konstrukcji odwiertów rdzeniowych wycięto próbki laboratoryjne o wymiarach h≈ϕ≈100mm, oznaczając je analogicznie do oznaczenia odwiertów, Na tak przygotowanych próbkach przeprowadzono badania wytrzymałościowe, oznaczenie ciężaru objętościowego betonu, jego nasiąkliwości oraz określono zasięg karbonatyzacji przekroju betonowego.

3.2.2.1. Badania betonu odwiertów rdzeniowych

Przeprowadzone oględziny pozyskanych odwiertów kontrolnych (rys. 3.33), wykazały, że struktura betonu w badanych filarach podporowych jest wyraźnie zróżnicowana. W większości przypadków mamy do czynienia z dobrym uziarnieniem stosu okruchowego, w skład którego wchodzą zarówno wyjątkowo duże ziarna kruszywa granitowego, jak i kruszywo naturalne, stanowiące prawidłowo dobrane jego objętościowe uzupełnienie (rys. 3.34 – 3.35).

Rys. 3.33. Widok odwiertów rdzeniowych wyciętych z konstrukcji filarów podporowych.

Rys. 3.34. Widok odwiertu **O-B1**, pobranego z filara oznaczonego jako B (widoczny dobre uziarnienie stosu okruchowego).

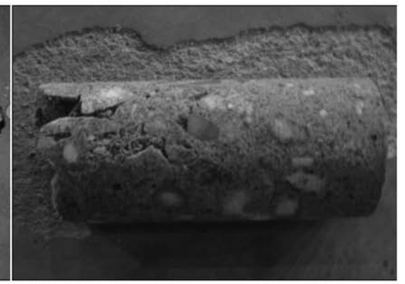


Rys. 3.35. Widok odwiertu **O-C1**, pobranego z filara oznaczonego jako C (widoczny dobre uziarnienie stosu okruchowego).

Rys. 3.36. Widok odwiertu **O-B2**, pobranego z filara oznaczonego jako B (widoczne duże ziarna kruszywa granitowego i drobne kruszywo naturalne).

Równocześnie stwierdzono także przypadki występowania struktury betonu, charakteryzującej się wyjątkową niejednorodnością (rys. 3.36 - 3.37). Obok kruszywa granitowego o bardzo dużym uziarnieniu, obecne jest kruszywo naturalne o niewspółmiernie drobnym uziarnieniu. Widoczny jest brak kruszywa wypełniającego o uziarnieniu rzędu od 8 do 24 mm.

Rys. 3.37. Widok odwiertu **O-C2**, pobranego z filara oznaczonego jako C (widoczne duże ziarna kruszywa granitowego i drobne kruszywo naturalne).



Rys. 3.38. Widok wewnętrznych wad strukturalnych badanego betonu, wynikających ze złego składu granulometrycznego kruszywa.

Należy zwrócić uwagę na fakt, iż oba tak różne rodzaje struktury betonu występują równocześnie w tych samych filarach podporowych, w zależności od miejsca pobrania danego odwiertu rdzeniowego.
Zły skład granulometryczny stosu okruchowego jest, w tych przypadkach, źródłem znacznej lokalnej niejednorodności struktury badanego betonu, skutkuje licznymi wadami wewnętrznymi, wynikającymi z utrudnionego zagęszczenia mieszanki betonowej (rys. 3.38) oraz dużym zróżnicowaniem uzyskiwanych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie.
Szczegółowe wyniki przeprowadzonych badań wytrzymałościowych zestawiono w tab. 3.17.

Tab. 3.17 Wyniki badania wytrzymałości betonu na ściskanie, uzyskane w wyniku badania odwiertów rdzeniowych, pobranych z filarów podporowych.

Oznaczenie próbki	Przekrój F [mm²]	Siła P [kN]	Gęstość pozorna [kg/m³]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
próbka **O-A1**	7982	236	2243	**29,6**
próbka **O-A2**	7986	342	2260	**42,8**
próbka **O-B1/1**	8592	354	2250	**41,2**
próbka **O-B1/2**	8589	360	2270	**41,9**
próbka **O-B2**	8577	176	2130	**20,5**
próbka **O-C1**	8533	400	2310	**46,9**
próbka **O-D1**	7847	270	2310	**34,4**

Uzyskane wyniki charakteryzują się następującymi parametrami:

– średnia wytrzymałość betonu na ściskanie $f_{cm(core)}$ = **36,7 MPa**
– najmniejsza uzyskana wartość wytrzymałości $f_{core,lowest}$ = **20,5 MPa**
– odchylenie standardowe wytrzymałości s = **9,2 MPa**
– współczynnik zmienności wytrzymałości v = **25,0 %**
– średnia wartość gęstości pozornej ρ = **2252 kg/m³**

Zgodnie z [12] przyjęto, że wytrzymałość charakterystyczna badanego betonu, odpowiadająca wytrzymałości oznaczanej na próbkach sześciennych o wymiarach 150 x 150 x 150 mm ($f_{ck,is,cube}$), jest mniejszą z dwóch poniższych wartości:

$$f_{ck,is,cube} \leq f_{cm(core)} - k \quad \text{i} \quad f_{ck,is,cube} \leq f_{core,lowest} + 4$$

gdzie:

$f_{ck,is,cube}$ – charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji, odpowiadająca wytrzymałości betonu oznaczanej na próbkach sześciennych o długości boku 150 mm
$f_{cm(core)}$ – średnia wartość wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji uzyskana z **„n"** wyników pomiaru
$f_{core,lowest}$ – najmniejsza z oznaczonych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji
k – zmienna zależna od liczby wyników pomiaru wytrzymałości (n), w przypadku gdy n=7, należy przyjąć wartość k**=6**

$f_{ck,is,cube} \leq 36.7 - 6 =$ **30,7 MPa** oraz $f_{ck,is,cube} \leq 20.5 + 4 =$ **24,5 MPa**

Na podstawie uzyskanych wyników badań, wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż **24,5 MPa** i zgodnie z [12], oszacować jego klasę jako **C20/25**.

3.2.2.2. Określenie wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupaniu (metoda brazylijska)

Ponieważ stwierdzone zostało znaczne zaawansowanie procesu karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu (od 25 do 70 mm), oceny wytrzymałości badanego betonu na rozciąganie dokonano metodą brazylijską (rys. 3.39), zgodnie z [76]. Do badań wykorzystano cztery próbki wycięte z odwiertów rdzeniowych, pobranych z filarów podporowych, po jednej próbce dla każdego z badanych filarów.
Obliczenia wartości wytrzymałości badanego betonu na rozciąganie przy rozłupaniu (metoda brazylijska) przeprowadzono zgodnie ze wzorem:

$$f_t = 2 \times F / \pi \times L \times d \qquad (13)$$

gdzie:
f_t – wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupaniu [MPa],
F – maksymalna siła [N],
L – długość linii styku próbki [mm],
d – wymiar przekroju poprzecznego [mm].

Rys. 3.39. Widok próbki **O-A1/1** po rozłupaniu.

Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 3.18.

Tab. 3.18. Zestawienie wyników badań wytrzymałości betonu na rozciąganie metodą brazylijską w badanych filarach.

Oznaczenie próbki	Wartość siły niszczącej [N]	L [mm]	d [mm]	f_t [MP]
O-A1/1 (filar A)	42000	100.92	100.86	**2,63**
O-B1/3 (filar B)	57500	105.03	104.62	**3,33**
O-C2 (filar C)	37500	104.30	104.30	**2,18**
O-D2 (filar D))	42000	103.81	104.61	**2,46**

Przedstawione powyżej wyniki wykazały, że średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie, badana w przekroju konstrukcyjnym filarów metodą brazylijską, wynosi 2,65 MPa.

3.2.2.3. Badania nasiąkliwości betonu

Badania przeprowadzono na próbkach, wyciętych ze fragmentów odwiertów rdzeniowych, pobranych z filarów podporowych kopuły Hali Sulecia. Szczegółowe wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tab. 3.19.

Tab. 3.19. Wyniki oznaczenia nasiąkliwości betonu na próbkach, wyciętych z filarów podporowych.

Oznaczenie próbki	Masa próbki nasyconej [g]	Masa próbki w stanie suchym [g]	Nasiąkliwość [%]	Wartość średnia nasiąkliwości [%]
próbka **O-A1/A** (filar A)	196.08	187.56	4.54	**4,99**
próbka **O-A1/B** (filar A)	130.37	123.62	**5.46 > 5.00**	
próbka **O-A1/C** (filar A)	630.27	600.32	5.00	
próbka **O-A1/1** (filar A)	872.26	831.00	4.96	
próbka **O-B1/1/A** (filar B)	259.03	248.97	4.04	**4,15**
próbka **O-B1/1/B** (filar B)	757.96	726.63	4.31	
próbka **O-B1/2** (filar B)	289.43	277.86	4.16	
próbka **O-B1/3** (filar B)	977.04	938.57	4.10	
próbka **O-C1/A** (filar C)	245.33	235.95	3.97	**4,42**
próbka **O-C1/B** (filar C)	350.81	336.75	4.17	
próbka **O-C1/C** (filar C)	1007.07	967.93	4.04	
próbka **O-C2** (filar C)	668.80	633.85	**5.51> 5.00**	
próbka **O-D1/A** (filar D)	254.49	245.41	3.70	**3,71**
próbka **O-D1/B** (filar D)	245.43	236.73	3.67	
próbka **O-D1/C** (filar D)	479.65	463.58	3.47	
próbka **O-D2** (filar D)	971.44	934.19	3.99	

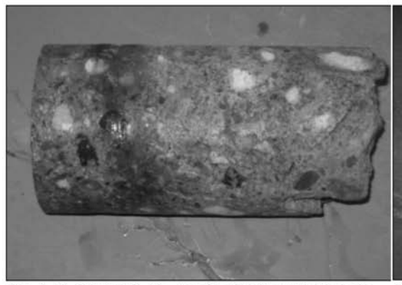
Uzyskane wartości nasiąkliwości betonu wahają się w przedziale od **3,47** do **5,51 %** przy współczynniku zmienności tej cechy równym **12,4%**, który świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu.
Dopuszczalna wartość nasiąkliwości, wynosząca zgodnie z normą [11] 5.0%, została przekroczona jedynie w dwóch przypadkach.
Średnia wartość nasiąkliwości badanego betonu wynosi około **4,3 %**, co jest wartością niższą od wartości przyjmowanej, zgodnie z normą [11], za wartość dopuszczalną (5.0%).

3.2.2.4. Oznaczenie zasięgu procesu karbonatyzacji betonu

Przeprowadzone badania wykazały, że grubość przypowierzchniowej warstwy badanego betonu, która uległa procesowi karbonatyzacji jest znaczna. Jej wartość waha się od około 25 do około 70 mm. Poniżej zestawiono uzyskane wyniki badań.

FILAR A → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **28 mm**
– odwiert **O-A1** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm

– odwiert **O-A2** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (rys. 3.40): około 30 mm



Rys. 3.40. Odwiert O-A2 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji 30 mm).

Rys. 3.41. Odwiert O-B2 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji 70 mm).

FILAR B → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **65 mm**

– odwiert **O-B1** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 60 mm

– odwiert **O-B2** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (rys. 3.41): około 70 mm

FILAR C → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **52 mm**

– odwiert **O-C1** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (rys. 3.42): około 35-40 mm

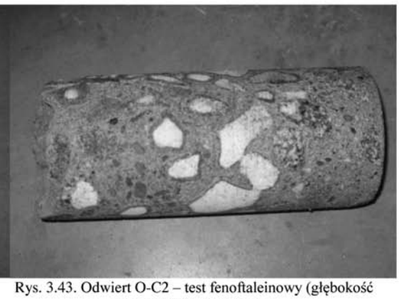
– odwiert **O-C2** → grubość warstwy skarbonatyzowanej (rys. 3.43): około 60-70 mm

FILAR D → uśredniona grubość warstwy skarbonatyzowanej wynosi około **34 mm**

– odwiert **O-D1** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 40-45 mm

– odwiert **O-D2** → grubość warstwy skarbonatyzowanej: około 25 mm

Rys. 3.42. Odwiert O-C1 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji 35-40 mm).



Rys. 3.43. Odwiert O-C2 – test fenoftaleinowy (głębokość karbonatyzacji 60-70 mm.

3.2.3. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

A. Beton żeber

– Beton został wykonany na kruszywie granitowym z dodatkiem kruszywa naturalnego, którego ilość jest zmienna dla poszczególnych żeber kopuły. W większości przypadków mamy do czynienia dominującym udziałem kruszywa granitowego z niewielkim dodatkiem kruszywa naturalnego, ale stwierdzono także, że w niektórych żebrach udział obu rodzajów kruszywa jest zbliżony, a nawet, jak to ma miejsce w przypadku żebra oznaczonego jako Ł17, dominuje kruszywo naturalne. Ogólnie należy stwierdzić, że w badanych żebrach stos okruchowy kruszywa charakteryzuje się dobrym uziarnieniem.
– Wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż **25,4 MPa** i zgodnie z normą [72], oszacować jego klasę jako **C20/25.**

– Na podstawie uzyskanych wyników badań „pull out", wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż **23,9 MPa** i zgodnie z normą [21], oszacować jego klasę jako **C16/20**.
– Beton w pełni spełnia wymagania wytrzymałościowe, warunkujące ewentualne wykonanie napraw powierzchniowych.
– Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie, badana w przekroju konstrukcyjnym żeber metodą brazylijską, wynosi około **2,0 MPa**, co jest wartością wyraźnie niższą od wytrzymałości betonu na rozciąganie, wyznaczoną za pomocą metody „pull-off" w skarbonatyzowanej przypowierzchniowej warstwie betonu (**4,31 MPa**).
– Uzyskane wartości nasiąkliwości betonu wahają się w przedziale od 4,08 do 5,45 % przy współczynniku zmienności tej cechy równym 11.2%, który świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu. Dopuszczalna wartość nasiąkliwości, wynosząca zgodnie z normą [11] 5,0%, została przekroczona jedynie w trzech przypadkach (żebra oznaczone jako Ł20, Ł23 i Ł28). Średnia wartość nasiąkliwości badanego betonu wynosi około **4,6 %**, co jest wartością niższą od wartości przyjmowanej, zgodnie z normą [11], za wartość dopuszczalną (5,0%).
– Przeprowadzone badania wykazały, że grubość przypowierzchniowej warstwy badanego betonu, która uległa procesowi karbonatyzacji jest zróżnicowana dla poszczególnych żeber. Jej wartość waha się od około 22 do około 42 mm.
– Przeprowadzona analiza uzyskanych wyników wykazała, że badany beton należy uznać za wodoszczelny, w rozumieniu normy [11] (stopień wodoszczelności nie niższy niż W8).

B. Beton filarów

– Wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż **24,5 MPa** i zgodnie z normą [72], oszacować jego klasę jako **C20/25**.
– Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie, badana w przekroju konstrukcyjnym filarów metodą brazylijską, wynosi **2,65 MPa**.
– Uzyskane wartości nasiąkliwości betonu wahają się w przedziale od 3,47 do 5,51 % przy współczynniku zmienności tej cechy równym 12,4%, który świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu. Dopuszczalna wartość nasiąkliwości, wynosząca zgodnie z normą [11] 5,0%, została przekroczona jedynie w dwóch przypadkach. Średnia wartość nasiąkliwości badanego betonu wynosi około 4,3 %, co jest wartością niższą od wartości przyjmowanej, zgodnie z normą [11], za wartość dopuszczalną (5,0%).
– Przeprowadzone badania wykazały, że grubość przypowierzchniowej warstwy badanego betonu, która uległa procesowi karbonatyzacji jest znaczna. Jej wartość waha się od około 25 do około 70 mm

3.3. Ocena ciągłości wybranych przekrojów betonowych, badań mikrostruktury oraz składu betonu

Poniżej przedstawiono wyniki badań chemicznych i fizycznych betonu w dolnym pierścieniu obwodowym kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu. Badania przeprowadzone były w drugiej połowie 2009 roku oraz w pierwszej połowie 2015 roku. Ponadto wykonano dodatkowo badania mikrostruktury betonu przy użyciu tomografu komputerowego oraz, na podstawie serii testów nanoindentacji, wykonanych w nanointenderze. W badaniach wykorzystano mikrotomograf SkySkan 1172 firmy Bruker oraz nanointender TTX-NHT firmy CSM.

Dotychczasowe badania cech mechanicznych betonu konstrukcji Hali Stulecia (wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „pull-off", nasiąkliwość i inne) przedstawiono w pracy [8]. W zależności od miejsca badania w konstrukcji, wartości wytrzymałości na ściskanie wyniosły od 28 MPa do 38 MPa, a wartości wytrzymałości na rozciąganie od 2,8 MPa do 4,5 MPa. Wyniki oznaczenia nasiąkliwości badanego betonu uzyskano w przedziale od 3,9 do 4,8%, przy współczynniku zmienności równym 8%, co świadczy o dużej jednorodności badanego betonu. Uzyskane wyniki nie wykazały istotnych różnic w wartościach wytrzymałości betonu zbadanych na próbkach betonowych pobranych z obiektu w kierunku zgodnym, prostopadłym do kierunku betonowania.

Z dostępnych danych literaturowych wynika, że do produkcji betonu użyto specjalnego cementu, który został wyprodukowany w cementowni Silesia w Opolu. Kruszywo zastosowane do betonu pochodziło z najwyższej jakości granitu strzegomskiego. Przy wznoszeniu Hali Stulecia na placu budowy stanęły stanowiska do produkcji betonu, młyny do wytwarzania kruszywa, [77].

Badanie składu fazowego wykonano na próbce betonu wyciętej za pomocą wiertnicy koronkowej z dolnego pierścienia rozciąganego kopuły Hali Stulecia. Próbka o średnicy 143 mm i wysokości 230 mm wycięta została zgodnie z kierunkiem betonowania, (rys. 3.44). Próbkę pocięto na pięć części. Grubość wierzchniej warstwy ze śladami powierzchniowego zwietrzenia wyniosła 25 mm, pozostałe cztery warstwy miały wysokość około 50 mm. Krążki zostały ponumerowane kolejno od 1 do 4, gdzie krążek nr 1 był najdalej oddalonym od powierzchni zewnętrznej.

Wykonano następujące badania:

– skład fazowy betonu wg [19, 20],
– oznaczono skład tlenkowy betonu oraz jego części nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych w HCl,
– oznaczono zawartość metali metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej (ASA),
– wykonano analizę ziarnową kruszywa wraz z oceną poszczególnych frakcji,
– wyznaczono gęstość, gęstość objętościową oraz porowatość betonu,
– wykonano badania mikrostruktury betonu – oznaczono kształt, wielkość i rozmiar porów.

Rys. 3.44. Próbka betonu z zaznaczonymi numerami krążków, [9].

3.3.1. Wyniki badań

3.3.1.1. Właściwości fizyczne – gęstość, gęstość objętościowa, porowatość

W 2009 roku metodą hydrostatyczną oznaczono gęstość objętościową oraz nasiąkliwość betonu (krążki 1-4). Obliczono również porowatość całkowitą i zamkniętą. Gęstość betonu oznaczono na rozdrobnionej próbce betonu w kolbie Le Chatelier'a. Gęstość oznaczona na próbce 2 (badania w 2009) wyniosła 2560 kg/m3, [9]. Podobny wynik uzyskano w roku 2015 dla próbki 4, który wyniósł 2520 kg/m3. Dla próbki 4 oznaczono w 2015 gęstość objętościową, która wyniosła 2203 kg/m3. Obliczono ponadto porowatość betonu, która wyniosła 12,6%. Wyniki badań dla próbek betonu 1-4 wykonane w 2009 roku zamieszczono w tab. 3.20.

Tab .3.20. Właściwości fizyczne badanego betonu, [9].

Numer próbki	Gęstość objętościowa [kg/m^3]	Porowatość całkowita [%]	Porowatość zamknięta [%]	Nasiąkliwość objętościowa [%]	Nasiąkliwość wagowa [%]
1	2180	14,02	5,02	9,20	4,22
2	2220	13,12	4,77	8,36	3,76
3	2250	12,11	4,50	7,61	3,38
4	2300	9,96	3,82	6,14	2,66

3.3.1.2. Skład badanego betonu

Ocena składu betonu wykonana została zgodnie z instrukcją ITB [19] dla próbki betonowej 4 (krążek 4). Metoda polega na oznaczeniu gęstości objętościowej betonu, ilości części nierozpuszczalnych HCl (1:3) i zawartości składników przyłączonych w trakcie hydrolizy, hydratacji i karbonatyzacji spoiwa cementowego oraz wykonaniu odpowiednich obliczeń przy wykorzystaniu tych danych. Wyniki badań zamieszczono w tab. 3.21. Stosunek kruszywa w betonie dla próbki 2 wyniósł około 9:1, natomiast dla próbki 4 około 8:1. Zróżnicowanie w stosunkach objętościowych kruszywa i betonu może wynikać z przyjętej metody formowania, jednakże różnicę tę można uznać za nieznaczną.

Tab. 3.21. Skład próbki betonu nr 2 i 4.

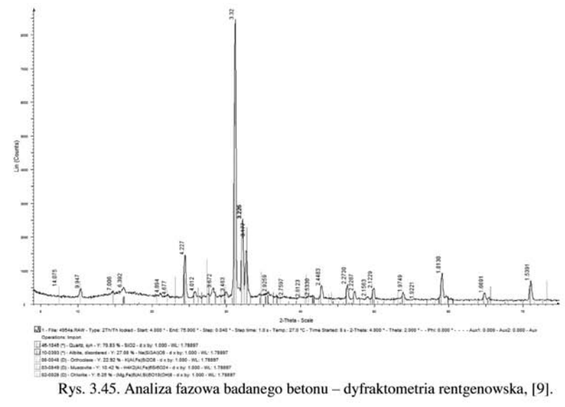
Składnik betonu	Zawartość [kg/m^3], próbka 2 (2009)	Zawartość [kg/m^3], próbka 4 (2015)
Kruszywo	1941,5	1895
Cement	215	240

Ocena składu mineralogicznego betonu wykonano wykorzystując wyniki analizy składu tlenkowego, Zawartość tlenków CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O wykonano metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej (ASA). Skład badanego spoiwa różni się od składu tlenkowego cementu portlandzkiego. Przez zmniejszoną zawartość CaO skład tlenkowy zbliżony jest do składu cementu romańskiego lub hutniczego, tab. 3.22.

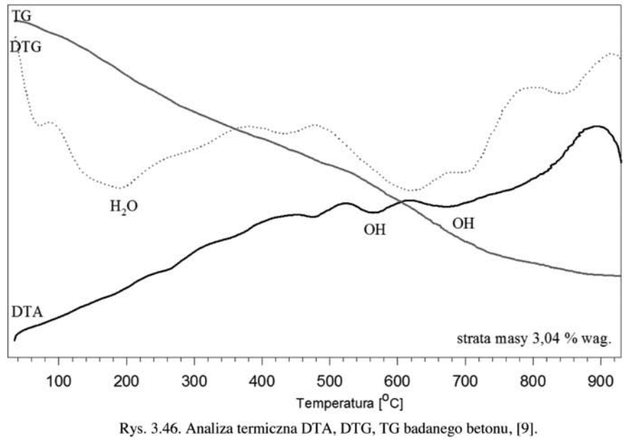
Tab. 3.22. Skład tlenkowy badanej próbki betonu (próbka nr 4).

Oznaczany składnik	**Zawartość [%]**	**Metoda oznaczania**
CaO	32,2	ASA
SiO_2	24,3	ASA
Al_2O_3	6,1	ASA
Fe_2O_3	6,3	ASA
MgO	1,2	ASA
Na_2O	0,2	ASA
K_2O	1,0	ASA
CO_2	5,9	Straty prażenia
H_2O	16,4	Straty prażenia
SO_3	0,8	Grawimetryczna

Rezultaty wykonanej analizy składu mineralogicznego betonu wykonanej przy zastosowaniu rentgenowskiej analizy dyfrakcyjnej i analizy termicznej dla badanego betonu przedstawiono w pracy [9]. W badanych próbkach wyreparowanego zaczynu cementowego stwierdzono obecność węglanu wapnia w formie kalcytu oraz fazę krystaliczną jako portlandyt Ca $(OH)_2$. W rentgenowskiej analizie dyfrakcyjnej nie wykazano obecności uwodnionych glinosiarczanów wapnia w postaci ettryngitu C_6AH_{32}, monosiarczanu wapnia C_4AH_{12} oraz uwodnionych krzemianów wapnia C-S-H, który występuje w formie amorficznej, rys. 3.45. Obecność fazy C-S-H oznaczono dzięki analizie termicznej (DTA, DTG, TG), rys. 3.46. W poszczególnych przedziałach temperaturowych wystąpiły efekt endotermiczne takie jak: odwodnienie hydratów krzemianów, glinokrzemianów i glino siarczanów wapnie (temp. 50 - 350°C), dehydroksylacja $Ca(OH)_2$ (490 - 510°C), rozkład pochodzącego z procesu karbonatyzacji $CaCO_3$ (795 - 815°C), rozkład pozostałego $CaCO_3$ (temp. 800 - 900°C) [9].



Rys. 3.45. Analiza fazowa badanego betonu – dyfraktometria rentgenowska, [9].



Rys. 3.46. Analiza termiczna DTA, DTG, TG badanego betonu, [9].

3.3.1.3. Skład ziarnowy kruszywa

W badaniach wyznaczono krzywą uziarnienia dla kruszywa (próbka nr 3, badanie w 2009 r.) i nr 4 - badanie w 2015 r. Otrzymane wyniki przedstawiono w tab. 3.23.

Tab. 3.23. Analiza ziarnowa kruszywa.

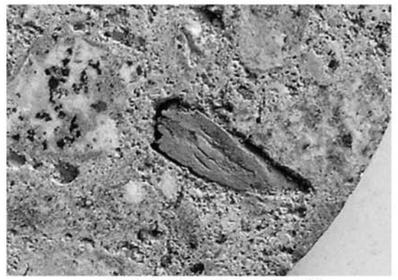
Sito	Pozostaje na sicie [%]		Przechodzi przez sito [%]	
	próbka 3	próbka 4	próbka 3	próbka 4
31,5	0	0	100	100
16	2,8	17,35	97,2	82,65
8	26,6	25,7	70,6	56,95
4	16,5	10,87	54	46,08
2	10	6,1	44	39,98
1	6,5	6,27	37,5	33,71
0,5	8,9	16,14	28,6	17,57
0,25	23	13,58	5,7	3,99
0,125	3,7	2,86	2	1,13
poniżej	2	1,13	0	0

Badane kruszywo mieści się w obszarze „dobrego uziarnienia" zalecanego dla kruszywa o uziarnieniu poniżej 32 mm. Kruszywo drobne, w obu badanych próbkach, stanowi około 40% kruszywa. Można wnioskować, że kruszywo zostało wzbogacone o mączkę kamienną. Kruszywo znajdujące się w badanych próbkach to w większości łamany granit. We frakcji 2 – 4 mm połowę udziału kruszywa w obu badanych próbkach stanowi granit, tab. 3.24. Wraz ze zmniejszaniem się frakcji kruszywa maleje zawartość kruszywa granitowego. Od tej tendencji odbiega frakcja 31,5 – 16 dla próbki 4. Można przypuszczać, że spowodowane jest to procesami technologicznymi stosowanymi podczas układania mieszanki betonowej.

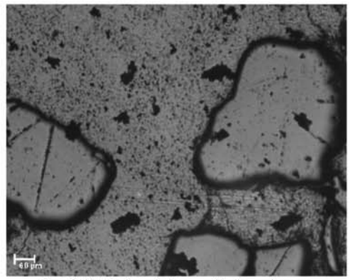
Tab. 3.24. Udział kruszywa granitowego we frakcjach 2 – 31,5 mm.

Frakcja kruszywa [mm]	Udział kruszywa granitowego we frakcji [%]	
	próbka 3	próbka 4
31,5 - 16	92,79	45,9
8 - 16	88,77	79,6
4 - 8	83,45	69,5
2 - 4	50,5	47

W kruszywie o frakcjach poniżej 8 mm zaobserwowano występowanie żużlu paleniskowego o dużej porowatości oraz wtrącenia w postaci ścinków drewnianych, (rys. 3.47). Żużel paleniskowy zaobserwowano głównie we frakcji poniżej 4 mm. Obecność drobnych wtrąceń o barwie czarnej potwierdzają dodatkowo zdjęcia wykonane przy pomocy nanointendera TTX-NHT, (rys. 3.48). Można przypuszczać, że żużel był wprowadzony świadomie do mieszanki betonowej w celu poprawy właściwości mechanicznych betonu. Duża koncentracja fazy C-S-H powstająca jako produkt hydratacji żużla oraz reakcji wodorotlenku wapnia z anionami krzemianowymi powstałymi z hydratacji żużla powoduje występowanie znacznie mniejszej ilości wodorotlenku wapniowego i dużej koncentracji fazy C-S-H w stwardniałym zaczynie cementowym. Faza C-S-H występująca w dużej ilości w postaci zbitego żelu w efekcie powoduje, że mikrostruktura betonu jest bardzo zwarta. Dzięki temu zmniejsza się porowatość kapilarna stwardniałego zaczynu, co utrudnia dyfuzję czynników agresywnych do matrycy cementowej. W związku z tym, w zaczynie występuje mniejsza ilość portlandytu oraz glinianów wapniowych, które są nieodporne na korozję. Podane zmiany mikrostruktury zaczynów z cementów żużlowych powodują, że cementy te mają wiele cech korzystniejszych niż cementy portlandzkie bez dodatków, co potwierdzają wyniki badań zamieszczone w [8]. Dodanie żużlu paleniskowego do betonu mogło zostać również związane z oczekiwaną poprawą warunków wilgotnościowych w procesie wiązania i twardnienia betonu, [9].



Rys. 3.47. Wtrącenia drewniane, [9].

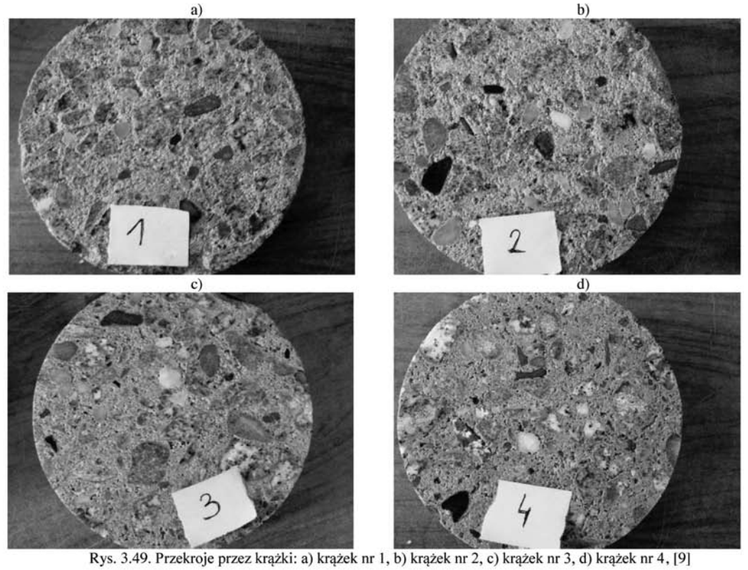


Rys. 3.48. Badany beton – zdjęcie wykonane przy pomocy nanointendera TTX-NHT.

W pracy [9] przedstawiono badania mikroskopowe składu ziarnowego. Udział kruszywa o uziarnieniu większym od 2 mm wyznaczono wzdłuż 6 linii prostych. Stanowiły one średnicę powierzchni, a kąt między najbliższymi prostymi wynosił 300. Wyniki przedstawiono w tab. 3.25.

Tab. 3.25. Analiza składu kruszywa na powierzchni próbek betonu, [9].

Numer krążka	Kruszywo [%]	Granit [%]	Inne kruszywo [%]
1	46,8	35,7	11,1
2	49,4	35,8	13,6
3	54,4	48,6	5,8
4	61,6	53,7	7,9



Rys. 3.49. Przekroje przez krążki: a) krążek nr 1, b) krążek nr 2, c) krążek nr 3, d) krążek nr 4, [9]

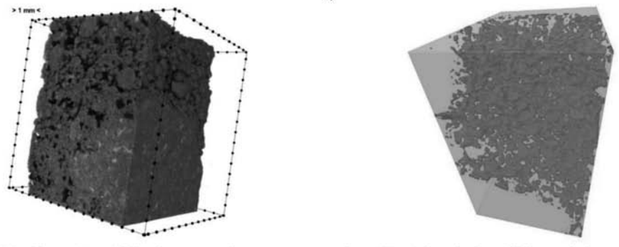
3.3.1.4. Badania mikrostruktury betonu

Do badania porowatości, dzięki silnemu kontrastowi między fazą stałą i powietrzem, zastosowano rentgenowską mikrotomografię komputerową. Metoda ta polega na rekonstrukcji trójwymiarowego obrazu badanego elementu na podstawie dwuwymiarowych projekcji uzyskanych w trakcie skanowania próbki wiązką promieni rentgenowskich. Źródłem promieniowania jest zazwyczaj lampa rentgenowska, w skład której wchodzą dwie elektrody: katoda i anoda, wykonane z materiału o wysokiej liczbie atomowej. Wiązka promieni przechodzi przez próbkę umieszczoną na ruchomym podnośniku. Obrazy rejestrowane są na scyntylatorze, który zamienia energię cząsteczek promieniowania na światło widzialne. Scyntylator połączony jest z matrycą CCD (Charge Coupled Device), dzięki której światło przetwarzane jest na sygnał cyfrowy. Efektem skanowania jest zestaw obrazów (projekcji), które następnie mogą być zrekonstruowane do serii przekrojów na wysokości próbki. Z tak otrzymanych danych możliwe jest uzyskanie trójwymiarowej wizualizacji materiału.
W badaniach użyty został system Skyscan 1172 z kamerą o rozdzielczości 11 Mp (rys. 3.50). Do wszystkich skanowań zastosowano maksymalne napięcie lampy (100 kV) oraz stałą moc źródła o wartości 10 W. Ze względu na charakter próbek (materiał o dużej gęstości), zdecydowano się na użycie filtru Al+Cu (glin – 1 mm, miedź – 0.05 mm) do skanowania każdego elementu. Zastosowano jednostkowy krok obrotu próbki równy 0.15°. Rekonstrukcje obrazów wykonano za pomocą programu NRecon bazującego na algorytmie Feldkampa. W efekcie badania uzyskano serię obrazów o rozdzielczości 6.8 µm na 1 piksel.

Rys. 3.50. Stanowisko badawcze - mikrotomograf SkySkan 1172 firmy Bruker.

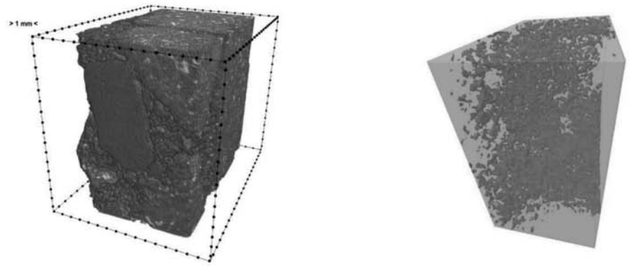
Do badań mikrostruktury betonu pobrano cztery fragmenty betonu z próbki 4, które oznaczono A, B, C i D. Na podstawie otrzymanych wyników analizowano rozkład kształtu, wielkości oraz średnice porów. Obrazy badanych w mikrotomografie próbek przedstawiają rys. 3.51–3.54. Na rysunkach dla poszczególnych, rozpatrywanych próbek betonu w kolorze czerwonym oznaczono rozłożenie porów, które równomiernie wypełniają objętość badanego betonu.
Wyniki analizy sferyczności występujących porów w badanych próbkach przedstawiono na rys. 3.55. Niezależnie od badanej próbki uzyskano podobne wyniki. Najczęstszą wartością sferyczności porów jest 0,6-0,7, co świadczy o tym, że pory nie posiadają kształtu zbliżonego do kulistego, a są nieznacznie wydłużone.

a) b)



Rys. 3.51. Obrazy 3D próbki A betonu uzyskane za pomocą micro-CT; a) obraz bryły próbki pomniejszony o przestrzeń porową, b) obszar wydzielonej części porowej.

a) b)

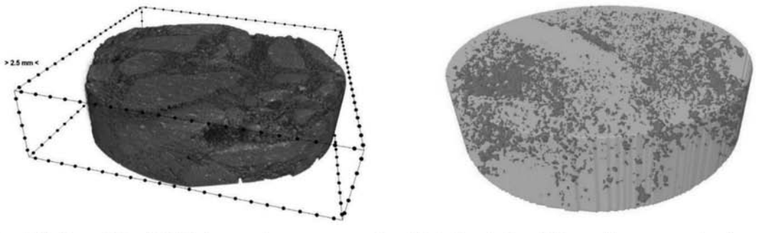


Rys. 3.52. Obrazy 3D próbki B betonu uzyskane za pomocą micro-CT; a) obraz bryły próbki pomniejszony o przestrzeń porową, b) obszar wydzielonej części porowej.

a) b)

Rys. 3.53. Obrazy 3D próbki C betonu uzyskane za pomocą micro-CT; a) obraz bryły próbki pomniejszony o przestrzeń porową, b) obszar wydzielonej części porowej.

a) b)

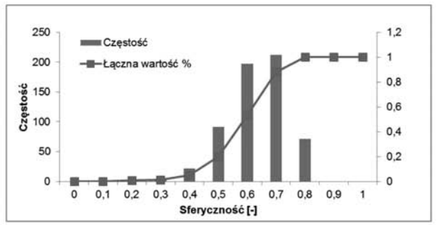


Rys. 3.54. Obrazy 3D próbki D betonu uzyskane za pomocą micro-CT; a) obraz bryły próbki pomniejszony o przestrzeń porową, b) obszar wydzielonej części porowej.

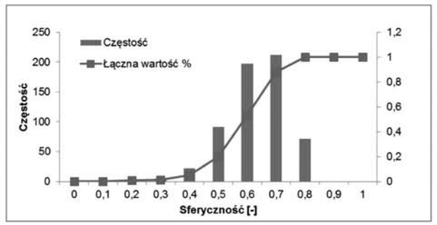
Na właściwości betonu ma wpływ zarówno całkowita objętość porów, jak i rozkład ich wymiarów, równomierność rozłożenia oraz kształt. Strukturę porów powietrznych można scharakteryzować za pomocą następujących parametrów: całkowitej zawartości powietrza, powierzchni właściwej systemu porów powietrznych, rozkładu wielkości porów powietrznych oraz zawartości mikroporów <300µm.

a)

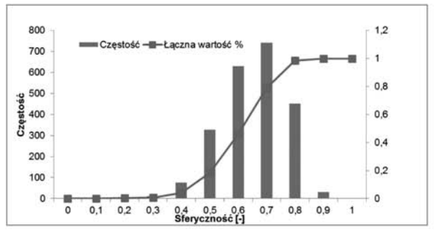
b)



c)



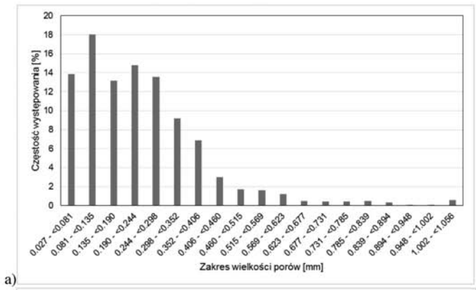
d)



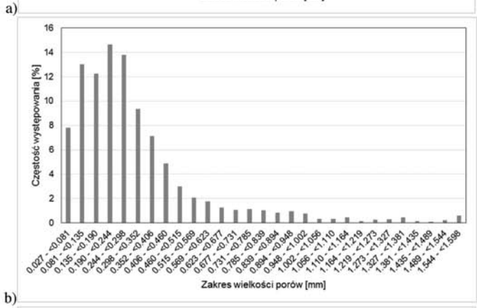
Rys. 3.55 Rozkład kształtu porów: a) próbka A, b) próbka B, c) próbka C, d) próbka D.

Struktura porowatości, wielkość i ich rozmieszczenie, a także kształt mają duży wpływ na właściwości betonu takie jak przewodność cieplna, mrozoodporność, nasiąkliwość i przesiąkliwość, kapilarność i wytrzymałość. Wielkość porów w badanym betonie przedstawiono na rys. 3.56, a ich rozkład średnicy na rys. 3.57. Na podstawie wykresów można wnioskować, że w badanym betonie przeważają drobne pory kapilarne.

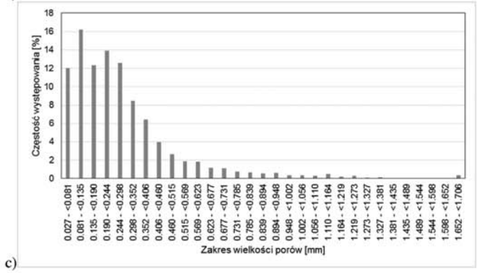
a)



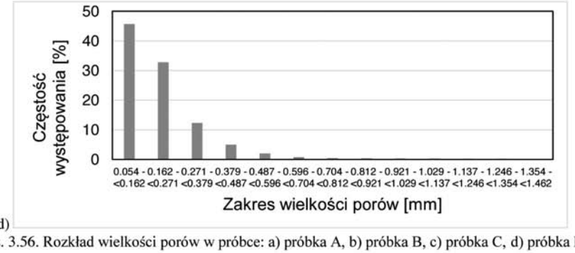
b)



c)



d)



Rys. 3.56. Rozkład wielkości porów w próbce: a) próbka A, b) próbka B, c) próbka C, d) próbka D.

a)

b)

c)

d)

Rys. 3.57. Rozkład średnicy porów w próbce: a) próbka A, b) próbka B, c) próbka C, d) próbka D.

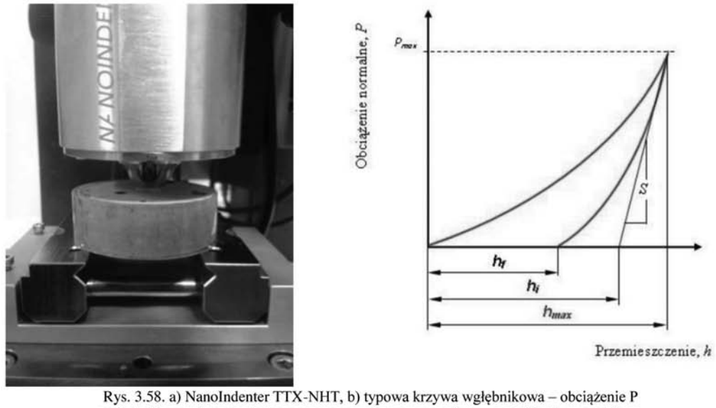
W tab. 3.26 zestawiono wyniki badań porowatości dla próbek A, B, C i D. Dla próbek B-D całkowita zawartość powietrza wynosi ok. 10%, natomiast dla próbki A jest o połowę mniejsza. Powierzchnia właściwa systemu porów powietrznych dla wszystkich rozpatrywanych próbek wyniosła ok. 40 mm^2/mm^3. Drobne, regularnie rozmieszczone pory powietrzne o wielkości od 10µm do 300µm podwyższają mrozoodporność. Można je zauważyć nieuzbrojonym okiem.

Tab. 3.26. Porowatość betonu (próbki A-D).

	A	B	C	D
Całkowita zawartość powietrza [%]	5,82	10,15	9,36	10,84
Powierzchnia właściwa systemu porów powietrznych [mm^2/mm^3]	41,73	32,87	45,42	37,65
Zawartość mikroporów < 300µm [%]	73,45	61,53	67,12	90,68

3.3.1.5. Oznaczenie twardości oraz modułu sprężystości badanego betonu przy pomocy indentacji

Indentacja jest powszechną techniką pozwalającą na mierzeniu parametrów mechanicznych materiału. Pozwala na wyznaczenie twardości analizowanego materiału oraz modułu sprężystości na bazie krzywej „obciążenie-odkształcenie". W badaniach użyto przyrząd - nanointender TTX-NHT firmy CSM, rys. 3.58.



Rys. 3.58. a) NanoIndenter TTX-NHT, b) typowa krzywa wgłębnikowa – obciążenie P w funkcji przemieszczenia h z zaznaczonymi parametrami: h_f – zagłębienie pozostające, h_i – głębokość kontaktu, h_{max} – maksymalne zagłębienie, S – całkowita sztywność, [78].

Podstawą działania nanoindentacji jest zagłębianie twardej diamentowej końcówki o znanej geometrii (w tym przypadku – ostrosłup) w próbkę. Obciążenie jest zwiększane aż do granicznej ustalonej wartości P_{max}, w zależności od typu materiału. W rezultacie otrzymano krzywą odkształcenia w funkcji obciążenia, na podstawie której wyznaczono maksymalne odkształcenie h_{max} oraz sztywność (na podstawie krzywej S = dP/dh), rys. 3.58 b.

$$\mu H = \frac{P_{\max}}{A}, \tag{14}$$

$$S = \beta \frac{2}{\sqrt{\pi}} E_{eff} \sqrt{A}, \tag{15}$$

gdzie: µH – mikrosztywność, A jest polem kontaktu między końcówką indentera a próbką, β jest bezwymiarowym parametrem, który bierze po uwagę asymetryczność końcówki indentera, E_{eff} to efektywny moduł sprężystości, E oznacza moduł sprężystości materiału, υ to współczynnik Poissona, a E_i i υ_i parametry sprężyste końcówki indentera, [79]. Znając współczynnik Poissona materiału można wyznaczyć moduł sprężystości na podstawie równania:

$$\frac{1}{E_{eff}} = \frac{1-\nu^2}{E} + \frac{1-\nu_i^2}{E_i}, \tag{16}$$

Z tak przeprowadzonej analizy wyznaczono mikrotwardość badanego betonu, która wyniosła 1,8 GPa oraz moduł sprężystości, E = 33 GPa. Odnosząc uzyskaną wartość mikrotwardości betonu do klasycznej skali Mohsa lub rozszerzonej skali Ridgweya wynosi ona 4, tab. 3.27. Skala Mohsa, w swej górnej części, została zmodyfikowana przez Ridgweya w 1933 r., który rozszerzył ją do 15 stopni w celu uwypuklenia różnic między najtwardszymi minerałami. Otrzymany moduł sprężystości oznaczony dla badanego pierścienia obwodowego z próbki 4 odpowiada wymaganiom stawianym klasie wytrzymałości C30/37 w rozumieniu normy betonowej, [21].

Tab. 3.27. Twardość materiałów ściernych, [80].

Mikrotwardość	**Skala Ridgweya**		**Skala Mohsa**	
HV [GPa]	**wzorzec**	**skala**	**wzorzec**	**skala**
98,7	diament	15	diament	10
54,9 - 56,9	węglik boru B_4C	14		
26,0 - 29,5	węglik krzemu czarny SiC	13		
20,1 - 21,6	korund	12	korund	9
12,8	tlenek cyrkonu ZrO_2	11		
11	topaz	10	topaz	8
10,3	granat	9		
9,8	kwarc	8	kwarc	7
8,6 - 9,8	szkło kwarcowe	7		
5,9 - 7,4	ortoklaz	6	ortoklaz	6
4,1	apatyt	5	apatyt	5
1,5	fluoryt	4	fluoryt	4
1,2	kalcyt	3	kalcyt	3
0,35	gips	2	gips	2
0,2	talk	1	talk	1

3.3.2. Wnioski

Dotychczasowe badania betonu pochodzącego z dolnego pierścienia rozciąganego kopuły Hali Stulecia potwierdzają wysoką jakość betonu, [9], [19]. W zależności od miejsca badania w konstrukcji, wartości wytrzymałości na ściskanie wyniosły od 28 MPa do 38 MPa, a wartości wytrzymałości na rozciąganie od 2,8 MPa do 4,5 MPa. Uzyskanie tak niskiej nasiąkliwości betonu, poniżej 5%, przy równoczesnym niskim współczynniku zmienności wynoszącym 8 % świadczy o dużej jednorodności strukturalnej badanego betonu. Stwardniały zaczyn w badanym betonie wykazuje doskonałą przyczepność do łamanego kruszywa granitowego. Posiada strukturę zwartą, gęstą, o bardzo niskiej nasiąkliwości. Niska przepuszczalność zaczynu utrudnia karbonatyzację oraz dyfuzję chlorków zapewniając barierę ochronną dla zbrojenia. Mikrotwardość badanego betonu wyniosła 1,8 GPa, a moduł sprężystości, E = 33 GPa. Odnosząc uzyskaną wartość mikrotwardości betonu do klasycznej skali Mohsa lub rozszerzonej skali Ridgweya wynosi ona 4. Otrzymany moduł sprężystości oznaczony dla betonu badanego pierścienia obwodowego (próbka 4) odpowiada wymaganiom stawianym klasie wytrzymałości C30/37 w rozumieniu normy betonowej, [21].

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wraz z oddalaniem się od powierzchni zewnętrznej ulegają zmianie właściwości fizyczne betonu, gdzie wraz ze wzrostem gęstości objętościowej maleje porowatość oraz nasiąkliwość betonu. Jest to skutkiem karbonatyzacji betonu. Próbki betonu różnią się składem i ilością kruszywa. Im bliżej powierzchni zewnętrznej tym bardziej zmniejsza się udział kruszywa w betonie powodując wzrost udziału cementu. Stosunek kruszywa do cementu dla badanych próbek betonowych wynosi 9:1 oraz 8:1, zatem należy uznać go za stosunkowo mały.

Z badania składu ziarnowego kruszywa wynika, że krzywa uzyskana na podstawie wyników z analizy sitowej znajduje się w obszarze „dobrego uziarnienia" dla kruszyw frakcji poniżej 31,5 mm. Oprócz kruszywa kwarcowego w stosie okruchowym znajdowało się kruszywo łamane granitowe, którego udział wzrastał wraz ze wzrostem frakcji kruszywa. Bliżej powierzchni zewnętrznej wzrasta udział kruszywa granitowego w badanym betonie. W kruszywie o frakcji poniżej 8 mm stwierdzono obecność drobnych wtrąceń drewnianych, [9].

Zmniejszona ilość CaO w składzie tlenkowym cementu oraz obecność drobnych wtrąceń barwy czarnej świadczyć może, że do budowy został wykorzystany cement hutniczy. Wprowadzając świadomie do mieszanki betonowej żużel paleniskowy uzyskano zwartą mikrostrukturę betonu. Dzięki dużej koncentracji fazy C-S-H powstającej jako produktu hydratacji żużla oraz reakcji wodorotlenku wapnia z anionami krzemianowymi powstałymi z hydratacji żużla zmniejsza się ilość wodorotlenku wapniowego, co w efekcie finalnym daje obecność fazy C-S-H w postaci zbitego żelu. Dzięki temu zmniejsza się porowatość kapilarna stwardniałego zaczynu, co utrudnia dyfuzję czynników agresywnych do matrycy cementowej. W zaczynie występuje mniejsza ilość nieodpornych na korozję - portlandytu oraz glinianów wapniowych. Podane zmiany mikrostruktury zaczynów z cementów hutniczych powodują, że cementy te mają wiele cech korzystniejszych niż cementy portlandzkie bez dodatków.
Badania mikrostruktury pozwalają na oszacowanie porowatości materiału, struktury oraz rozmiaru porów. Porowatość oznaczona za pomocą mikrotomografu komputerowego w badanych próbkach wyniosła ok. 10%. Występujące pory są drobne, o sferyczności 0,6 - 0,7. Przeważają mikropory poniżej 300μm. Dzięki takiej postaci porowatości badany beton posiada niską nasiąkliwość (poniżej 5%) i przesiąkliwość oraz wysokie właściwości mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie i wytrzymałość na rozciąganie, [8]) oraz dobrą mrozoodporność.

3.4. Stal zbrojeniowa

W opracowaniu [4] raportowane są wykonane badania chemiczne i metalograficzne 3 próbek stali zbrojeniowej pobranej z Hali Stulecia.
Na podstawie analizy chemicznej stwierdzono, że próbki nr 1, 2, 3 zostały wykonane z materiału, który pod względem składu chemicznego jest zbliżony do stali niestopowej konstrukcyjnej ogólnego przeznaczenia, gatunku StOS wg [18].
Na podstawie przeprowadzonych badań mikroskopowych i składu chemicznego stwierdzono, że badane pręty nr 1, 2, 3 zostały wykonane ze stali spawalnej.
Informacje te, są ważne, szczególnie w przypadku konieczności uzupełnienia przez spawanie skorodowanych prętów zbrojeniowych i strzemion.
W roku 2015 dokonano identyfikacji i oceny stanu technicznego zbrojenia pierścienia głównego wspierającego kopułę Hali Stulecia we Wrocławiu oraz zbrojenia żelbetowych żeber, tworzących konstrukcje kopuły.
Lokalizacji i identyfikacji zbrojenia oraz określenia grubości jego betonowej otuliny w badanych elementach konstrukcyjnych dokonano w sposób nieniszczący, za pomocą metody elektromagnetycznej, przy wykorzystaniu urządzenia o nazwie „Cover-Master", typ CM52 (rys. 3.14). Dodatkowo, dla weryfikacji uzyskiwanych wyników badań nieniszczących oraz w celu ustalenia stopnia zagrożenia korozyjnego prętów zbrojeniowych wykonano kilka odkrywek.
Oceny zasięgu procesu karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu dokonano za pomocą „Rainbow-Testu" oraz testu fenoftaleinowego, (rys. 3.22). Badania przeprowadzono na świeżych przełomach betonowych, powstałych w miejscach wykonania odkrywek zbrojenia.
Istota metody „Rainbow-Test" sprowadza się do wykonania aerozolowego natrysku badanej powierzchni betonu roztworem specjalnie dobranej kompozycji odczynników chemicznych, identyfikujących poszczególne wartości pH w zakresie od 5 do 13. Odczyn pH równy 11, uznawany powszechnie za wartość graniczną, poniżej której obniża się naturalna zdolność betonu do pasywacji zbrojenia, odpowiada zabarwieniu betonu na fioletowo. Przejście palety barw z koloru fioletowego na zielony (pH = 9) sygnalizuje spadek pH poniżej wartości uznawanej za graniczną i potencjalne zagrożenie korozyjne zbrojenia.
Ocena zasięgu procesu karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu za pomocą testu fenoloftaleinowego, polega natomiast na spryskaniu alkoholowym roztworem fenoftaleiny powierzchni świeżego przełomu betonowego. Interpretacja wyniku testu jest bardzo prosta. Fenoloftaleina ma, bowiem tę właściwość, że przy pH równym 8,5 – 9,5 powoduje zmianę koloru czerwonego na bezbarwny. Warstwa betonu ulegająca odbarwieniu, uznawana jest za warstwę skarbonatyzowaną, która utraciła zdolności pasywacyjne w stosunku do stali zbrojeniowej.
Badania przeprowadzone w żebrach kopuły oraz wykonane odkrywki (rys. 3.59, 3.60) wykazały, że podłużne zbrojenie główne żeber kopuły stanowią pręty gładkie o średnicy 32 mm (rys. 3.61) o rozstawie wynoszącym około 42 cm. Stwierdzony rozstaw tych prętów w kierunku poprzecznym wynosi około 15 cm (rys. 3.62). Betonowa otulina tych prętów wynosi od góry od 90 do 100 mm, a z boku od około 35 do 45 mm.

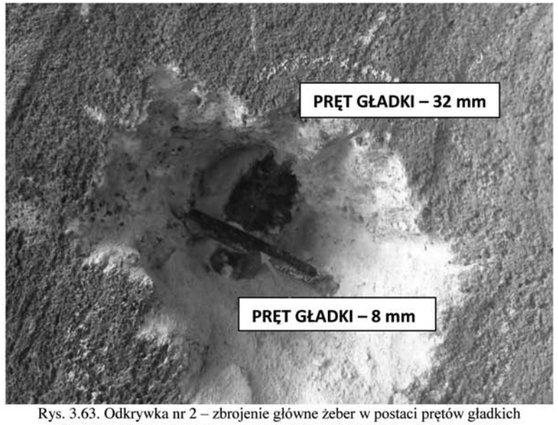
Rys. 3.59. Widok lokalizacji odkrywki nr 1 – żebro **Ł3** (strona prawa).

Rys. 3.60. Lokalizacja odkrywki nr 2 – żebro **Ł32** (strona prawa).

Rys. 3.61. Odkrywka nr 1 – zbrojenie główne żeber w postaci prętów gładkich o średnicy 32 mm.

Rys.3.62. Widok rozstawu prętów głównych w kierunku poprzecznym.

Oględziny odkrywki nr 2 (rys. 3.63) wykazały ponadto, że strzemiona żeber zostały wykonane z gładkich prętów o średnicy 8 mm, rozmieszczonych w rozstawie, co około 50 - 60 cm. Grubość ich otuliny betonowej zawiera się w przedziale od około 27 do 37 mm.



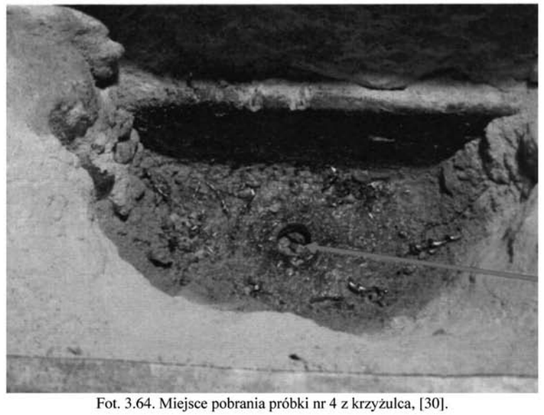
Rys. 3.63. Odkrywka nr 2 – zbrojenie główne żeber w postaci prętów gładkich o średnicy 32 mm, strzemiona w postaci prętów gładkich o średnicy 8 mm.

Przeprowadzone oględziny wykonanych odkrywek nie wykazały występowania zagrożenia korozyjnego stali zbrojeniowej, pomimo, że na powierzchni prętów głównych widoczne są niewielkie powierzchniowe nadżerki, których charakter wskazuje jednakże na to, że występowały one najprawdopodobniej już w chwili wbudowania w konstrukcję żeber.
Wykonane badania zasięgu procesu karbonatyzacji otuliny betonowej w miejscach wykonania odkrywek kontrolnych wykazały, że wynosi ona około 25 mm.

3.5. Metalowe elementy konstrukcyjne

Dla celów opracowań projektowych, w latach 2008 i 2009, wykonano ocenę stanu elementów stalowych kratownic oraz łożysk głównego pierścienia rozciąganego kopuły. Wyniki tych opracowań zawarto w [30] i [31]. Zgodnie z wymaganiami i ustaleniami pobrano cztery próbki do badań metalograficznych z podstawowych elementów stalowych pierścienia głównego pod kopułą żebrową Hali Stulecia. Pierścień ten jest jedną z kluczowych części całej budowli. Z uzyskanych informacji wynikało, że pierścień ten po jego wykonaniu (ok. 100 lat temu) nie był badany, a informacje dotyczące stali zastosowanych do jego wykonania były fragmentaryczne i niejednoznaczne (brak udokumentowanego tzw. stanu zerowego materiałów). Nie był również znany stan tych materiałów (stali) po ok. 100 latach od ich wyprodukowania i ok. 100 letniej eksploatacji, podczas której można się spodziewać wpływu starzenia materiałów oraz ich korozji. Uszkodzenia betonu w obrębie pierścienia wskazywały na taką możliwość.
Wyniki badań były częścią kompleksowej oceny stanu obiektu oraz posłużyły weryfikacji przeprowadzanych obliczeń. Przyjęto założenie, że poszczególne pozostałe (nie badane) elementy stalowe pierścienia głównego (jako wykonywane w tym samym czasie, a nie wykluczone, że przez tego samego wytwórcę) miały podobną mikrostrukturę a zatem i własności jak elementy, z których próbki pobrano.
Zgodnie z ustaleniami badania, mimo że wymagały pobrania próbek, miały charakter nieniszczący. Nieniszczące badania metalograficzne, wykonywane metodą replik, nie mogły mieć zastosowania ze względu na ich powierzchniowy charakter. Stale, zwłaszcza produkowane przed wiekiem, charakteryzowały się znaczną segregacją objętościową zatem badania powierzchniowe mogłyby udzielić błędnych informacji.
Uznano, że pobranie próbek wiertłem rurowym o średnicy zewnętrznej 15mm, przy znacznych gabarytach rozpatrywanych elementów, nie zmniejszy istotnie ich nośności i nie będzie miało wpływu na bezpieczeństwo eksploatacji obiektu. Dostęp do elementów stalowych (zbrojenia pierścienia) zapewnił Zleceniodawca w miejscach uszkodzeń (pęknięć) betonu. Miejsca te przez lata mogły być silniej narażone na czynniki sprzyjające korozji i teraz podlegają naprawom nowoczesnymi technologiami wzmacniająco - uszczelniającymi. Wiertarkę mocowano do betonowej ściany pierścienia stosując specjalny przyrząd.
Pobrano cztery próbki z obszarów narażonych na różne czynniki eksploatacyjne:

– strona zewnętrzna pierścienia głównego (pas zewnętrzny), mniej nasłoneczniona - pas w osi łuku nr 4, w obrębie nitowego połączenia elementów - próbki nr l i 2 (z dwóch znitowanych elementów, próbka l bliżej powierzchni zewnętrznej - zgodnie z kolejnością nawiercania),
– przeciwna strona zewnętrzna pierścienia głównego (pas zewnętrzny), silniej nasłoneczniona - pas pomiędzy łukami nr 20 i 21, - próbka nr 3
– wewnątrz obiektu - krzyżulec łączący pas zewnętrzny i wewnętrzny pomiędzy łukami 30 i 31 - próbka nr 4 - fot. 3.64.



Fot. 3.64. Miejsce pobrania próbki nr 4 z krzyżulca, [30].

Badania materiałowe obejmowały pomiary twardości, badania mikrostruktury próbek oraz pomiary grubości.

Pomiary twardości wykonano na zainkludowanych i wypolerowanych zgładach metalograficznych. Twardość mierzono laboratoryjnym twardościomierzem ZWICK 321 przy obciążeniu 10 kG (98,070 N). Wyniki podane w skali Vickersa są wartością średnią z min. 3 pomiarów.

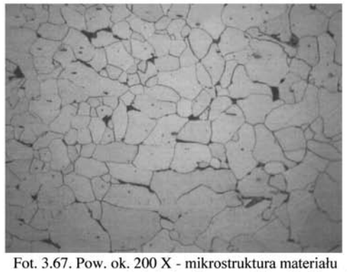
Próbki do badań mikrostruktury (fot. 3.65) po zainkludowaniu w żywicy epoksydowej, szlifowano papierami ściernymi o ziarnistościach 100 - 1000, polerowano wodną zawiesiną tlenku glinu i trawiono 3% nitalem. Badania laboratoryjne mikrostruktury przeprowadzono mikroskopem świetlnym stosując powiększenia do 800 X. Dokumentację wykonano przy powiększeniach do 500 X.

Pomiary grubości wykonano na wypolerowanych zgładach metalograficznych przy użyciu suwmiarki z dokładnością do 0,1 mm. Wyniki zamieszczono przy fotomikrografiach struktur.

Fot. 3.65. Próbki do badań, [30].

Mikrostrukturę pobranych próbek przedstawiono na fot. 3.66 – 3.74. Wyniki pomiarów twardości i grubości podano wraz z opisami mikrostruktur.

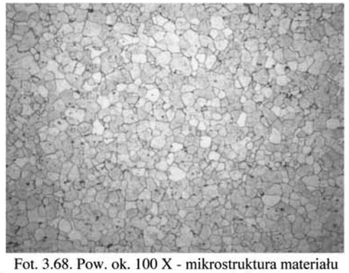
Fot. 3.66. Pow. ok. 100 X - ubytki korozyjne i mikrostruktura materiału zewnętrznego pasa pierścienia głównego (1). Twardość - 106 HV; grubość - 13,1 mm.



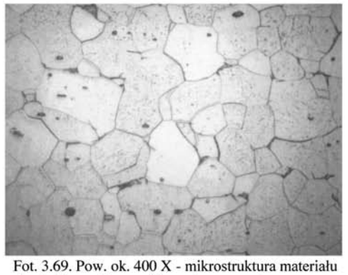
Fot. 3.67. Pow. ok. 200 X - mikrostruktura materiału zewnętrznego pasa pierścienia głównego (1) w środkowej części grubości.

W próbce 1 przed trawieniem stwierdzono znaczny stopień zanieczyszczenia materiału wtrąceniami niemetalicznymi, głównie siarczkami i tlenkami. Wtrącenia są na ogół drobne ale występują pojedyncze większe rozmieszczone są nierównomiernie - występują liczniej w środkowych warstwach materiału. Ubytki korozyjne mają charakter równomierny i tylko lokalnie punktowy (głębokość rzędu 0,1 mm).
Po trawieniu stwierdzono mikrostrukturę ferrytyczno - perlityczną z bardzo małą ilością perlitu płytkowego rozmieszczonego na granicach ziaren ferrytu. Na granicach ziaren stwierdzono również pojedyncze drobne wydzielenia cementytu trzeciorzędowego.

W próbce 2 przed trawieniem stwierdzono znaczny stopień zanieczyszczenia materiału wtrąceniami niemetalicznymi, głównie siarczkami i tlenkami. Wtrącenia są drobne, rozmieszczone nierównomiernie - występują liczniej w środkowych warstwach materiału. Powierzchnie pokryte są dobrze przylegającymi do nich cienkimi warstwami produktów korozji a pojedyncze ubytki korozyjne mają charakter punktowy i głębokość rzędu 0,1 mm.
Po trawieniu stwierdzono mikrostrukturę ferrytyczną z pojedynczymi drobnymi ziarnami perlitu płytkowego rozmieszczonego na granicach ziaren ferrytu. Wewnątrz ziaren ferrytu stwierdzono liczne wydzielenia drobnych węglików i azotków żelaza. Na granicach ziaren stwierdzono również pojedyncze wydzielenia cementytu trzeciorzędowego.

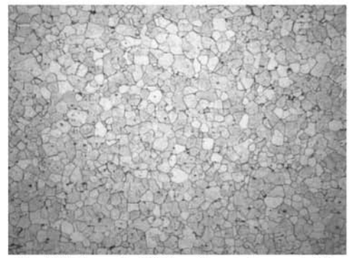


Fot. 3.68. Pow. ok. 100 X - mikrostruktura materiału drugiej warstwy zewnętrznego pasa pierścienia głównego (2) w środkowej części grubości. Twardość -109 HV; grubość -13,0 mm.

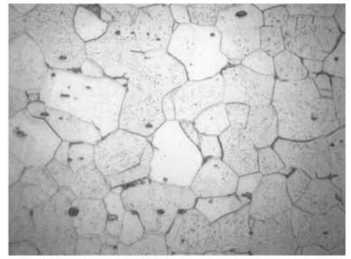


Fot. 3.69. Pow. ok. 400 X - mikrostruktura materiału drugiej (przynitowanej) warstwy zewnętrznego pasa pierścienia głównego (2) w środkowej części grubości.

W próbce 3 przed trawieniem stwierdzono znaczny stopień zanieczyszczenia materiału wtrąceniami niemetalicznymi, głównie siarczkami i tlenkami. Wtrącenia są drobne oraz pojedyncze większe, rozmieszczone nierównomiernie – występują liczniej w środkowych warstwach materiału. Powierzchnie pokryte są dobrze przylegającymi do nich cienkimi warstwami produktów korozji a pojedyncze ubytki korozyjne mają charakter punktowy i głębokość rzędu 0,1 mm.
Po trawieniu stwierdzono mikrostrukturę ferrytyczną z pojedynczymi drobnymi ziarnami perlitu płytkowego rozmieszczonego na granicach ziaren ferrytu. Wewnątrz ziaren ferrytu stwierdzono liczne wydzielenia drobnych węglików i azotków żelaza, te ostatnie występujące w dużych ilościach przy powierzchniach do głębokości ok. 0,5 mm. Na granicach ziaren stwierdzono również pojedyncze wydzielenia cementytu trzeciorzędowego.

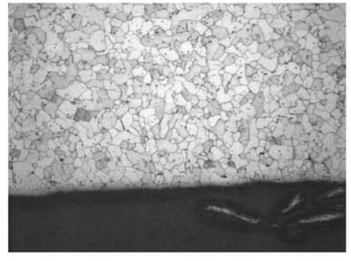


Fot. 3.70. Pow. ok. 100 X - mikrostruktura materiału zewnętrznego pasa pierścienia głównego (3) przy powierzchni. Twardość - 100 HV; grubość - 12,9 mm.

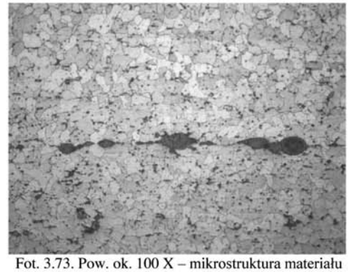


Fot. 3.71. Pow. ok. 400 X – mikrostruktura materiału warstwy zewnętrznego pasa pierścienia głównego (3) w środkowej części grubości.

W próbce 4 trawieniem stwierdzono duży stopień zanieczyszczenia materiału wtrąceniami niemetalicznymi: zażużleniami, siarczkami i tlenkami. Liczne wtrącenia są drobne oraz mniej liczne ale zgrupowane większe. Rozmieszczone są nierównomiernie - występują głównie w środkowych warstwach materiału. Powierzchnie pokryte są dobrze przylegającymi do nich cienkimi warstwami produktów korozji a pojedyncze ubytki korozyjne mają charakter punktowy i głębokość rzędu 0,1 mm.
Po trawieniu stwierdzono mikrostrukturę ferrytyczną z pojedynczymi drobnymi ziarnami perlitu płytkowego rozmieszczonego na granicach ziaren ferrytu. Wewnątrz ziaren ferrytu stwierdzono pojedyncze wydzielenia drobnych węglików i azotków żelaza. Na granicach ziaren stwierdzono również pojedyncze wydzielenia cementytu trzeciorzędowego.



Fot. 3.72. Pow. ok. 100 X – mikrostruktura materiału krzyżulca pierścienia głównego (4) przy powierzchni. Twardość -133 HV; grubość - 8,1 mm.



Fot. 3.73. Pow. ok. 100 X – mikrostruktura materiału krzyżulca pierścienia głównego (4) w okolicy środka grubości.

Fot. 3.74. pow. ok. 400 X – mikrostruktura materiału krzyżulca pierścienia głównego (4) przy powierzchni.

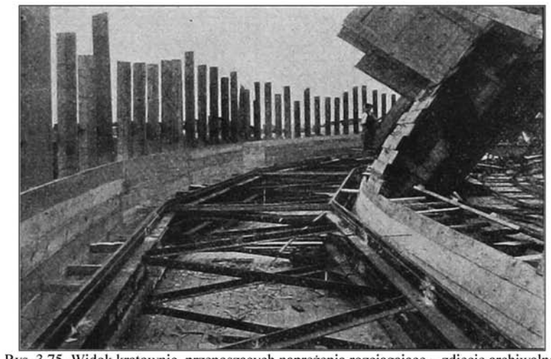
Opierając się na wynikach przeprowadzonych badań wysnuto następujące wnioski:
– Oględziny ogólnego stanu powierzchni odsłoniętych do badań fragmentów elementów stalowych pierścienia głównego pozwalają na stwierdzenie, że są one w dobrym stanie - nie wykazują istotnych eksploatacyjnych ubytków korozyjnych.

Jest bardzo prawdopodobne, że znajdujące się na powierzchni produkty korozji pochodzą jeszcze z czasu wznoszenia obiektu. Grubość badanych elementów nie odbiega istotnie od danych dokumentacyjnych.

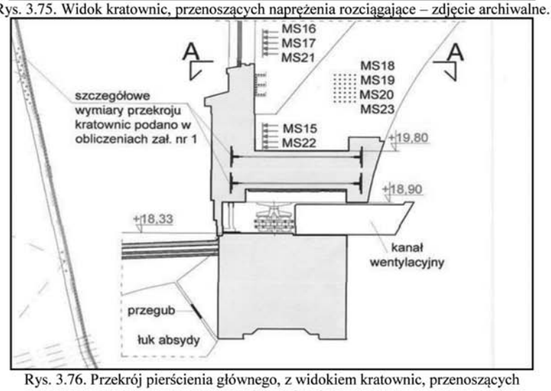
- Twardość badanych elementów nie wykazuje istotnych różnic. Występujące różnice są efektem hutniczej niejednorodności materiałów (lokalnej zawartości węgla, domieszek i wtrąceń niemetalicznych).
- Mikrostruktura jest typowa dla elementów stalowych produkowanych około 100 lat wcześniej. Stwierdzone wydzielenia węglików i azotków mogą pojawiać się wraz z upływającym czasem (ok. 100 lat eksploatacji) ale mogły powstać już w procesie produkcyjnym (hutniczym). Powodują one zmniejszenie zwłaszcza własności plastycznych stali (udarność, wydłużenie, przewężenie).

Stwierdzone niejednorodności mikrostruktury mogły występować w obrębie jednego gatunku stali a nawet jednego wytopu. Nie ma podstaw do stwierdzenia, że niekorzystne cechy struktury mają charakter eksploatacyjny (brak dokumentacji mikrostruktury w stanie wyjściowym tzw. zerowym) aczkolwiek starzenie takich stali jest to zjawisko normalne.
Ilość wtrąceń niemetalicznych i ich znaczną segregację można uznać za typową dla stali produkowanych w tamtych czasach kiedy wykonywano konstrukcje nitowane (występuje w nich większa od obecnie spotykanej zawartość siarki i fosforu).
Porównując zmierzone grubości elementów z udostępnioną dokumentacją wykonawczą można uznać, że podczas ok. 100 letniej eksploatacji obiektu korozja elementów stalowych zbrojenia pierścienia głównego (w badanych obszarach) nie postępowała. Stwierdzone ubytki pochodzą z czasów montażu.

Przeprowadzone w 2015 r. badania w dolnym pierścieniu rozciąganym potwierdziły, że zasadniczym elementem pierścienia głównego, przenoszącym siły rozciągające od żeber kopuły, są dwie stalowe kratownice, ułożone poziomo jedna nad drugą i obetonowane (rys. 3.75, 3.76). Wykonana odkrywka wykazała, że stan techniczny stali, z której zostały wykonane kratownice nie budzi zastrzeżeń. Nie stwierdzono występowania śladów korozji. Przeprowadzone badania wykazały równocześnie, że konstrukcja samego pierścienia głównego jest betonowa. Nie stwierdzono występowania zbrojenia miękkiego.

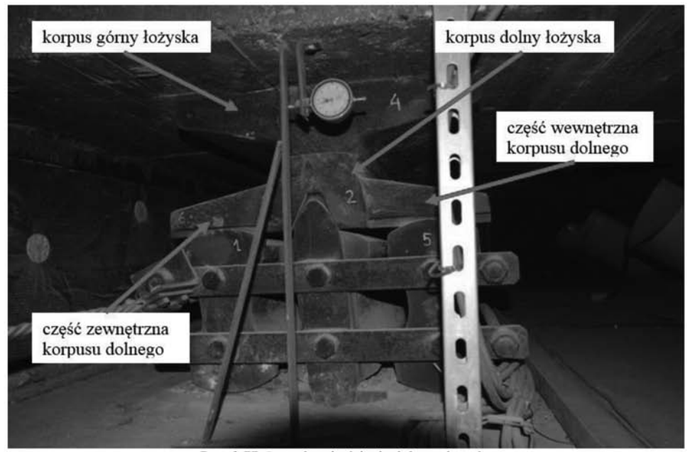


Rys. 3.75. Widok kratownic, przenoszących naprężenia rozciągające – zdjęcie archiwalne.



Rys. 3.76. Przekrój pierścienia głównego, z widokiem kratownic, przenoszących naprężenia rozciągające.

W roku 2015 wykonano i opracowano badania mające na celu wyznaczenie wytrzymałości obliczeniowej stali zastosowanej na łożyska podporowe pierścienia dolnego kopuły żebrowej Hali Stulecia. Łożyska te zostały zaprojektowane, w miejscach oparcia na nim żeber południkowych (rys. 3.77). Jest ich więc 32, są rozmieszczone na obwodzie kopuły pod jej pierścieniem dolnym, znajdującym się na wysokości ok. 0,6 m nad stropem konstrukcji wsporczej. Wysokość przedmiotowych łożysk wynosi ok. 0,5 m. Dostęp do nich jest możliwy z dachu, przez kilka włazów znajdujących się na obwodzie, z których jeden pokazano na rys. 3.78.

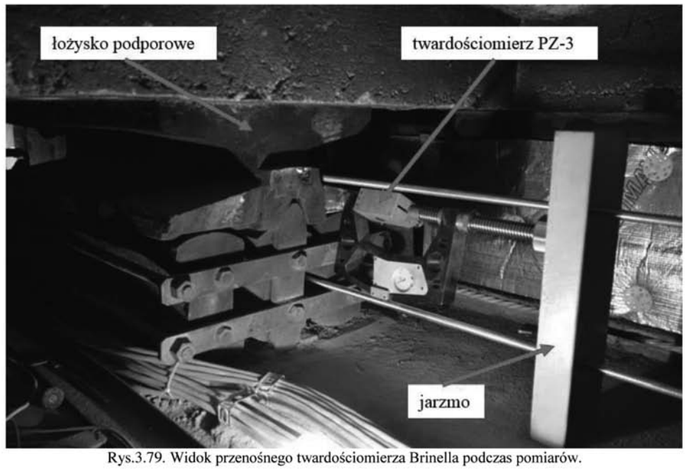


Rys. 3.77. Łożysko pierścienia dolnego kopuły.

Rys. 3.78. Widok włazu zapewniającego dostęp do łożysk.

Przedmiotowe łożyska zostały wykonane na początku XX wieku, ze stali lub staliwa o nieznanym gatunku. Ustalenie wytrzymałości obliczeniowej tego materiału konstrukcyjnego konieczne jest do celów monitoringu zachowania się konstrukcji Hali Stulecia.
Ze względu na brak możliwości pobrania z konstrukcji łożysk odpowiedniej ilości materiału do wykonania próbek do badań niszczących na rozciąganie, zdecydowano się na oszacowanie jej parametrów wytrzymałościowych na podstawie obszernych,

nieniszczących badań twardości Brinella [22], [23], [24] głównie za pomocą przenośnego twardościomierza Brinella, a także młotka Poldi. Pomiary były prowadzone w miejscach dostępnych, w których stan naprężeń wewnętrznych wskutek obciążenia był bliski zeru [23]. Łącznie przeprowadzono 43 pomiary twardości Brinella na konstrukcji trzech łożysk, a także 19 pomiarów na próbkach pobranych z korpusów dwóch łożysk do badań chemicznych, w tym 9 na stacjonarnym twardościomierzu Brinella. W badaniach stosowano głównie przenośny twardościomierz Brinella typu PZ-3 firmy Zwick (RFN), którym wykonano na obiekcie 40 pomiarów na trzech łożyskach. Pomiary wykonywano metodą rozporową, co wymagało skonstruowania specjalnego jarzma złożonego z ceowników 140 i prętów gwintowanych M16 (rys. 3.79). Wgłębnikiem w tym przypadku była kulka z węglików spiekanych o średnicy 5 mm, którą wciskano normową (por.: [23], [25]) siłą 7.355 N (750 kG). Średnice odcisków mierzono za pomocą elektronicznego mikroskopu pomiarowego. Tym samym twardościomierzem, lecz metodą zaciskową, dokonano 10. pomiarów na próbkach po badaniach chemicznych.



Rys.3.79. Widok przenośnego twardościomierza Brinella podczas pomiarów.

Na jednym z łożysk dokonano próbnie 3. pomiarów twardości Brinella za pomocą standardowego młotka Poldi [23], z kulką stalową o średnicy 10 mm. Otrzymano wprawdzie wyniki mieszczące się w zbiorach wyników z badań przenośnym twardościomierzem Brinella, ale ze względu na brak możliwości zrealizowania odpowiednio silnego uderzenia młotkiem o normowej masie 0,5 kg, co wynikało z braku miejsca na wykonanie odpowiedniego zamachu, tylko jeden pomiar można uznać za normowo poprawny. Wobec powyższego zaniechano dalszych pomiarów z użyciem młotka Poldi.
Z dwóch łożysk pobrano ponadto po jednej, niedużej próbce materiału z przeznaczeniem do badań chemicznych. Badania te zostały przeprowadzone w Pracowni Spektrometrii Emisyjnej firmy Alucast Wrocław Sp. z o.o. Skład chemiczny pozwolił ustalić z jakiego materiału (staliwa, żeliwa) zostały wykonane korpusy przedmiotowych łożysk, które powstały jako odlewy. Na tych próbkach, jak już wspomniano wcześniej, po badaniach chemicznych przeprowadzono dodatkowo 10 pomiarów twardości za pomocą przenośnego twardościomierza Brinella. Ponadto, w celu weryfikacji, przeprowadzono dodatkowo na próbkach do badań chemicznych 9 pomiarów na stacjonarnym twardościomierzu Brinella. Otrzymane wyniki mieszczą się w zbiorach wyników z pomiarów twardościomierzem przenośnym.

Przeprowadzone badania twardości korpusów łożysk, ze względu na liczność próby, umożliwiają statystyczne wyznaczenie twardości minimalnej HBW_{min} na odpowiednim poziomie ufności. Ze względu na to, że ma to być wartość obliczeniowa, wyznacza się ją na podstawie wyników otrzymanych z badań doświadczalnych statystycznie, z reguły przy założeniu rozkładu normalnego, poziomu istotności $\alpha = 0{,}05$ oraz wadliwości $\omega = 0{,}135\%$, co odpowiada globalnemu współczynnikowi tolerancji $k_\infty = 3{,}0$ [24]. Nieco inaczej przyjęto wadliwość w normach europejskich, a mianowicie $\omega = 0{,}1\%$, czemu odpowiada globalny współczynnik tolerancji $k_\infty = 3{,}04$ (por. np. [26], [27]).
Wartość obliczeniową poszukiwanej twardości oblicza się według wzoru

$$HBW_{\min} = \overline{HBW} - k_n \cdot s_{HBW} \qquad (17)$$

w którym:

$\overline{HBW}$ - wartość średnia twardości,

s_{HBW} - empiryczne odchylenie standardowe,

k_n - wskaźnik tolerancji zależny od liczby n próbek w zbiorze wyników.

W dalszej kolejności na podstawie HBW_{min} można wyznaczyć odpowiednią zarówno granicę plastyczności $R_{e\ min}$, jak i wytrzymałość doraźną na rozciąganie $R_{m\ min}$, korzystając z wzorów:

$$R_{e\ \min} = 2{,}3 \cdot HBW_{\min}, \qquad R_{m\ \min} = 3{,}2 \cdot HBW_{\min} \qquad (18)$$

ważnych w przypadku historycznych stali niskowęglowych (por. [24]).
Poszukiwane parametry obliczeniowe staliwa lub żeliwa, z którego są wykonane przedmiotowe łożyska, oblicza się następująco [27]

$$f_y = \frac{R_{e\ \min}}{\gamma_{M0}} \qquad (19)$$

gdzie γ_{M0} to częściowy współczynnik bezpieczeństwa, który jest równy 1,0.
W tab. 3.28 podano skład chemiczny próbek pobranych z półek korpusów dwóch przedmiotowych łożysk, a w tab. 3.29, dla porównania - skład chemiczny staliwa niestopowego (węglowego) staliw współczesnych.

Tab. 3.28. Skład chemiczny (% masowy) zbadanych próbek.

Próbka	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ti	Al
Ł1 (korpus dolny łożyska nr 3)	0,205	0,862	0,363	0,083	0,036	0,0	0,046	0,007	0,002	0,139	0,003	0,0
Ł2 (korpus dolny łożyska nr 1)	0,277	0,674	0,113	0,066	0,047	0,0	0,042	0,004	0,001	0,115	0,003	0,0

Tab. 3.29. Skład chemiczny i właściwości mechaniczne konstrukcyjnych staliw węglowych zwykłej jakości wg [82].

Gatunek staliwa	Skład chemiczny, %					Właściwości mechaniczne				
	C max	Mn max	Si max	P max	S max	$R_{e,\ min}$ MPa	R_m MPa	A_{min} %	Z_{min} %	KV_{min} J
200-400	0,25	1,00	0,60	0,035	0,035	200	400-550	25	40	30
230-450	0,25	1,20	0,60	0,035	0,035	230	450-600	22	31	25

Głównie zawartość węgla w zbadanych próbkach wskazuje (tab. 3.28), że korpusy przedmiotowych łożysk zostały odlane ze staliwa, ponieważ żeliwo, które jest także stopem żelaza z węglem, powinno zawierać pond 2,0% węgla [28]. Porównanie natomiast składów chemicznych zestawionych w tab. 3.28 i 3.29 świadczy o tym, że staliwo to jest jakościowo dużo gorsze od staliw współczesnych. Ma ono przede wszystkim zbyt dużo węgla oraz fosforu i siarki, a za mało manganu i krzemu. Nie powinno to dziwić, gdyż staliwo to zostało wyprodukowane na początku XX wieku. Jego właściwości wytrzymałościowe będą z pewnością gorsze od podanych w tab. 3.29.
Końcowe wyniki obliczeń statystycznych twardości minimalnej $HBW_{\min}$ zbadanych korpusów łożysk wykonanych ze staliwa, zestawiono w tab. 3.30, a obliczenia odpowiednich parametrów wytrzymałościowych $R_{e\ min}$, $R_{m\ min}$ i wytrzymałości obliczeniowej f_y – w tab. 3.21. W tab. 3.30 i 3.31 przedstawiono wyniki obliczeń zarówno jak w artykule [24] ($\omega = 0{,}135\%$ i odpowiednio statystycznie wyznaczone k_n), jak i według norm europejskich [26], [27] ($\omega = 0{,}1\%$ i k_n odczytane ze stosownej tab. w [26]). Ocen dokonano przy tym dla pełnych zbiorów wyników z pomiarów twardości Brinella, a także dla zbiorów ograniczonych, w których pominięto 10 wartości największych.

Tab. 3.30. Wyniki obliczeń statystycznych minimalnej twardości badanych łożysk.

Założenia jak w	Zbiór wyników	n	$\overline{HBW}$	s_{HBW}	k_n	$HBW_{\min}$
pracy [3]	pełny	59	155,20	21,03	3,55	80,5
pracy [3]	ograniczony	49	148,52	15,22	3,62	93,4
normach [5, 6]	pełny	59	155,20	21,03	3,09	90,2
normach [5, 6]	ograniczony	49	148,52	15,22	3,10	101,3

Tab. 3.31. Wyniki obliczeń parametrów wytrzymałościowych staliwa badanych łożysk

Założenia jak w	Zbiór wyników	n	HBW_{min}	$R_{e\,min}$ [MPa]	$R_{m\,min}$ [MPa]	f_y*[MPa]
pracy [3]	pełny	59	80,5	185,15	257,60	**185**
pracy [3]	ograniczony	49	93,4	214,82	298,88	215
normach [5, 6]	pełny	59	90,2	207,46	288,64	207
normach [5, 6]	ograniczony	49	101,3	232,99	324,16	233

*) Wytrzymałość obliczeniowa f_y wyznaczona przy $\gamma_{M0} = 1{,}00$.

3.5.1. Wnioski

1) Porównanie wyników zestawionych w tab. 3.29 i 3.31 potwierdza przypuszczenie, że właściwości wytrzymałościowe staliwa, z którego zostały wykonane łożyska są gorsze niż staliw współczesnych. W szczególności odnosi się to do minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, która nawet przy najkorzystniejszym oszacowaniu jest dużo mniejsza od 400 MPa.
   Badania składu chemicznego próbek pobranych z półek korpusów dolnych łożysk, dały podstawę do stwierdzenia, że korpusy te zostały wykonane na początku XX wieku jako odlewy ze staliwa niskowęglowego. Skład chemiczny tego staliwa wyraźnie różni się jednak od składu chemicznego niskowęglowych staliw współczesnych.
   Przeprowadzone badania nieniszczące twardości Brinella staliwa o nieznanym gatunku, z którego wykonane zostały łożyska pod pierścieniem dolnym kopuły Hali Stulecia, pozwoliły na wyznaczenie jego wytrzymałości obliczeniowej niezbędnej do celów monitoringu zachowania się konstrukcji Hali Stulecia. Skorzystano przy tym z wyników własnych badań [24], w których wyprowadzone zostały uogólnione wzory ujmujące relację między twardością Brinella stali historycznych a ich granicą plastyczności i wytrzymałością doraźną na rozciąganie. Odpowiednie wzory (18) obowiązują dla stali niskowęglowych. Badane staliwo jest także niskowęglowe, co zostało potwierdzone w badaniach chemicznych pobranych próbek.
2) Biorąc pod uwagę powyższe, wytrzymałość obliczeniową f_y staliwa, z którego wykonano łożyska, można na bezpiecznym poziomie przyjąć:
   – w analizach wg normy [27] – f_y **= 185 MPa** (por. tab. 3.31),
   – w analizach wg normy [29] – $f_d = f_y / \gamma_m$ **= 185/1,15 = 160 MPa.**
3) Podane wyżej wartości wytrzymałości obliczeniowej mogą być stosowane podczas monitoringu zachowania się konstrukcji Hali Stulecia oraz związanych z tym ocenach stanów granicznych nośności według norm [27] lub [29] (odpowiednio).

3.6. Elementy drewniane – stolarka okienna (2015)

Przeprowadzono analizę dotychczasowych badań [32], [33], [34] oraz ocenę stanu zachowania 606 okien pierwotnych i wtórnych na poziomach od II do IX (rys. R1) Hali Stulecia we Wrocławiu.
W opisie elementów stolarki okiennej wykorzystano terminologię zawartą w [33] i [2].
Okna krosnowe przylgowe osadzone od zewnątrz i rozwierane na zewnątrz [32] wykonano z drewna sprowadzonego z Australii tzw. żelazowego (kazuarynowego) w kolorze rdzawo-czerwonym, [35].
Szczegółowy opis stolarki okiennej i inwentaryzacja każdego z typów okien zostały wykonane przez prof. Tajchmana w 2007 roku [32], [33], [34]. Każde z typów okien posiada szczegółową dokumentację rysunkową, wykonaną przez mgr Bożejewicz [33], w której znajdują się widoki od zewnątrz i od wewnątrz okien oraz wszystkie niezbędne przekroje. Ponadto przedstawione są wszystkie profile krosn (krośniaki górne, dolne, pionowe, listwy kryjące), skrzydeł okiennych (ramiaki górne, pionowe, okapniki, szczebliny) oraz stalowe okucia okienne (haczyki, zakrętki, narożniki, zawiasy) z niezbędnymi wymiarami.
Ramy okienne składają się z prostokątnych krośniaków z wrębem o wymiarach 36×58/65 mm. Z boków i u góry listwy kryjące (11×21 mm) szparę między krosnem a konstrukcją betonową, przysłaniając jednocześnie mocujące płaskowniki (5×20×83 mm). W oknach dwudzielnych prostokątne, pionowe słupki z wrębami o wymiarach 35/36×72/75 mm. W oknach wielopoziomowych jedno lub dwa ślemienia prostokątne z wrębami o wymiarach 66×72/75 mm. Skrzydła rozwierane o ramiakach z wrębem o wymiarach 36×55 mm. Niektóre ramiaki po krawędziach zewnętrznych sfazowane. Dolne ramiaki (okapniki) wykonane są jako lite łącznie z kapinosem (kapinosem). Szczebliny krzyżowe o grubości 28÷32 mm . Szerokość wewnętrzna 6÷11 mm, a zewnętrzna przy szybie 24÷26 mm, co nadaje szczeblinie przekrój trapezowy od strony wewnętrznej [32].
Oszklenie stolarki zwykłym szkłem budowlanym zostało zastąpione szkłem ornamentowym w kolorze ugru. Pomimo tego, że nie zachowały się żadne oryginalne fragmenty szkła okiennego mogące stanowić wzór ani żadna dokumentacja historyczna opisująca jaki rodzaj i kolor szkła zastosowano pierwotnie do oszklenia okien kopuły to udało się odnaleźć dokumenty w Archiwum Państwowym we Wrocławiu, z zapiskami o numerze 21 z zastrzeżeniem, że akceptuje się kolor, natomiast wymagana jest struktura wzoru nr 23. Reliefowa struktura szkła miała polepszyć akustykę w obiekcie. Natomiast kolor szkła jak również jego struktura zostały tak dobrane, aby łagodziły światło słoneczne mogące oślepiać publiczność. Ustalono, że szyby do szklenia okien produkowane były w, nieistniejącej obecnie, Hucie Szkła w Pirnie - miejscowości położonej pod Dreznem. Ostatni dyrektor huty, kolekcjoner szkła użytkowego, posiadał próbnik szkła okiennego produkowanego w hucie w latach 1913–1914, [6].
Od czasu wykonania badań [32], [33], [34] okna wymagające konserwacji zostały naprawione.
Uwaga:

Karty nr 21 i 21a w [33] nie dotyczą okien poziomu VI.
Karty nr 18 i 18a w [33] nie dotyczą okien poziomu V.
Karty nr 12 I 12 a w [33] nie dotyczą okien poziomu III.

3.6.1. Badanie stanu materiału okien drewnianych przy użyciu metody oporu wiercenia

3.6.1.1. Określenie przedmiotu, celu i zakresu badań

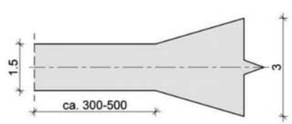
Przedmiotem opracowania są drewniane elementy stolarki okiennej Hali Stulecia we Wrocławiu.
Badania oporu wiercenia (badania rezystograficzne) wykonano w celu określenia stanu zachowania tkanki drzewnej stolarki okiennej.
Zakres opracowania obejmuje:
– opis metody pomiaru stanu zachowania tkanki drzewnej,
– wyniki pomiarów,
– wnioski.

3.6.1.2 Badania oporu wiercenia - opis metody

Badania rezystograficzne służą określeniu stanu zachowania tkanki drzewnej w elementach konstrukcyjnych. Wykonano je z użyciem rezystografu IML RESI F-400S (rys. 3.80), pozwalającego na rejestrację wyników co 0.1 mm.
Rezystograf mierzy opory wiercenia obracającego się - ze stałą prędkością ok. 1500 obrotów na minutę - wiertła o średnicy od 1,5 do 3 mm na jego końcu i długości do 400 mm (rys. 3.81), ujawniając kolejne przyrosty roczne oraz zmiany gęstości drewna powodowane m.in. destrukcją biologiczną. Średnica otworu po wykonanym badaniu jest nie większa niż otwory wylotowe szkodników drewna (ok. 3 mm). Z tego względu tę metodę można uznać za quasi-nieniszczącą.
Kształt wykresu oporu wiercenia zdrowego materiału jest ściśle związany z różnicą gęstości stref drewna wczesnego i późnego [36], ze strukturą słojów przyrostu rocznego oraz z kątem wiercenia.
Zastosowanie urządzenia do pomiaru oporu wiercenia w drewnie pozwala na: lokalizację wad i nieciągłości struktury w elementach drewnianych bez naruszania ich właściwości użytkowych co jest szczególnie istotne w obiektach zabytkowych [37], [38], [39], [40].

Rys. 3.80. Zastosowane w badaniach urządzenie do pomiaru oporu wiercenia w drewnie IML RESI F-400S.

Wyniki badań przedstawiane są w postaci wykresów zależności amplitudy oporu od głębokości odwiertu. Piki na wykresie odpowiadają wysokiemu oporowi i dużej gęstości. Kształt wykresu oporu wiercenia zdrowego materiału jest ściśle związany z różnicą gęstości stref drewna wczesnego i późnego, ze strukturą słojów przyrostu rocznego oraz z kątem wiercenia. Spadki i niskie punkty są powiązane z niskim oporem i małą gęstością. Drewno poddane całkowitemu rozkładowi nie wykazuje żadnego oporu wiercenia. Wykres w tym przypadku będzie przedstawiał się jako płaska linia. Wstępnej oceny stanu materiału można dokonać zgodnie z opisem w tab. 3.32.
Rezultaty uzyskiwane przy pomocy rezystografu pozwalają na ocenę zasięgu ewentualnej destrukcji oraz wstępną ocenę jego wytrzymałości.
W badaniach zastosowano ustawienie twardości drewna HARD dla drewna liściastego.
Lokalizację przyjętych stanowisk pomiarowych przedstawiono w tab. 3.32.



Rys. 3.81. Kształt i wymiary wiertła, [mm].

Tab. 3.32. Ocena stanu materiału w zależności od amplitudy oporu wiercenia.

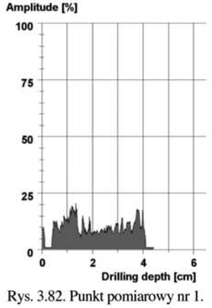
Opis	Charakterystyka, uwagi
Strefa wejściowa i wyjściowa podczas wiercenia elementu.	W strefie tej pomiar ulega zakłóceniu, ze względu na czas potrzebny do właściwego ułożenia się wiertła oraz przejście wiertarki na prawidłowe obroty. Wykres ma najczęściej charakter płynnej krzywej rosnącej lub opadającej. Długa strefa wejściowa, może także oznaczać silnie skorodowane powierzchniowe warstwy drewna.
Drewno zdrowe o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych.	W strefie której średnia amplituda oporów skrawania na odcinku dłuższym niż 1cm przekroczyła 50% przyjmuje się, że drewno ma podwyższone parametry wytrzymałościowe. Jeżeli odcinek jest krótki, może to świadczyć o napotkaniu na drodze wiercenia sęku. Jeżeli odcinek obejmuje większość wykresu świadczy to o bardzo dobrym gatunku drewna budowlanego.
Drewno zdrowe o średnich parametrach wytrzymałościowych	W strefie której średnia amplituda oporów skrawania na odcinku dłuższym niż 1cm znajduje się w przedziale 25 - 50% przyjmuje się, że drewno jest zdrowe i zachowuje parametry wytrzymałościowe zbliżone do współcześnie używanych klas drewna średniej jakości.
Drewno o niskich parametrach wytrzymałościowych	W strefie której średnia amplituda oporów skrawania na odcinku dłuższym niż 1cm nie przekroczyła 25% przyjmuje się, że drewno ma obniżone parametry wytrzymałościowe. Przyczyną mogą być uszkodzenia wynikające z korozji biologicznej tkanki ale także użycie słabego drewna o niskich walorach konstrukcyjnych.
Drewno zniszczone	Płaski charakter wykresu świadczy o bardzo niskim oporze skrawania podczas wiercenia. Jeżeli wykres przyjmuje taki charakter na długim odcinku, świadczy to o rozległej praktycznie całkowitej destrukcji tkanki drzewnej. Krótkie odcinki natomiast mogą świadczyć o natrafieniu na pęknięcie i nie dyskwalifikuje przekroju pod względem dalszego użytkowania.

Znane są także próby korelacji wyników badań rezystograficznych z wynikami badań wytrzymałościowych w celu szacowania parametrów wytrzymałościowych drewna w konstrukcji. Wyniki badań przedstawione w postaci wykresów zależności relative resistance (*RA*) od drilling depth (*H*) pozwalają na ocenę jego parametrów poprzez korelację wartości średniego Resistance Measure (*RM*) z gęstością, wytrzymałością oraz modułem sprężystości [37], [41] zgodnie ze wzorem (20):

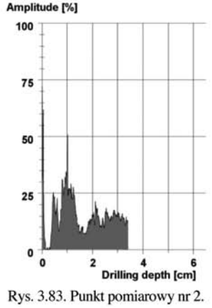
$$RM = \frac{\int_0^H RA \cdot dh}{H} \tag{20}$$

Szacowane parametry drewna przy użyciu wartości *RM* należy jednak traktować jako orientacyjne. Wartości *RM* uzyskane z badań na jednej próbce drewna, w zależności od występujących inkluzji i skrętu włókien, mogą się znacząco różnić.

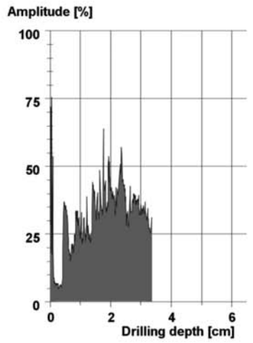
3.6.1.3 Wyniki badań rezystograficznych (oporu wiercenia)



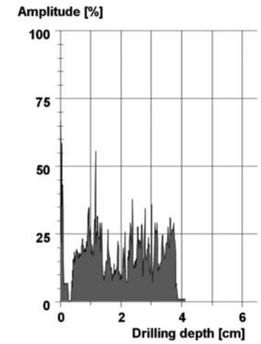
Rys. 3.82. Punkt pomiarowy nr 1.



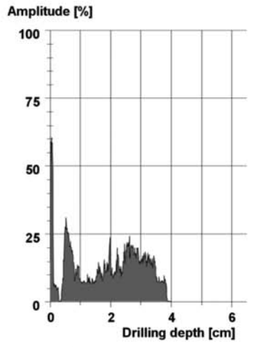
Rys. 3.83. Punkt pomiarowy nr 2.



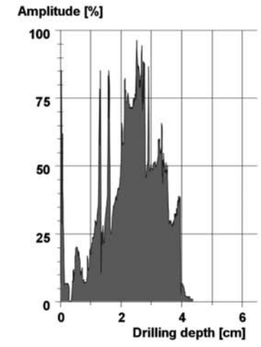
Rys. 3.84. Punkt pomiarowy nr 3.



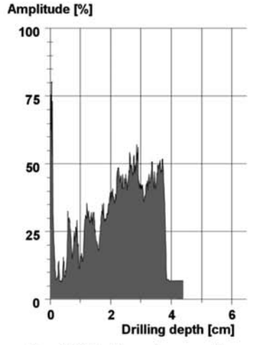
Rys. 3.85. Punkt pomiarowy nr 4.



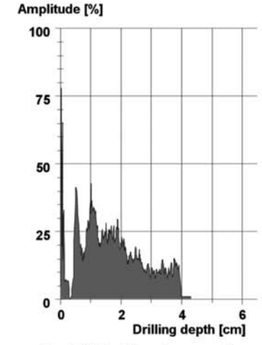
Rys. 3.86. Punkt pomiarowy nr 5.



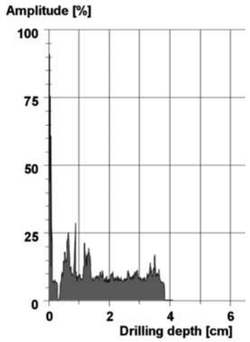
Rys. 3.87. Punkt pomiarowy nr 6.



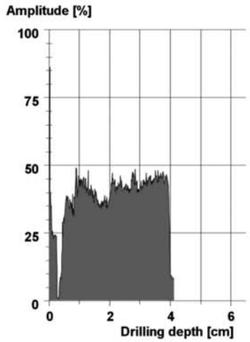
Rys. 3.88. Punkt pomiarowy nr 7.



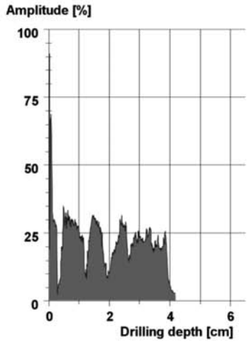
Rys. 3.89. Punkt pomiarowy nr 8.



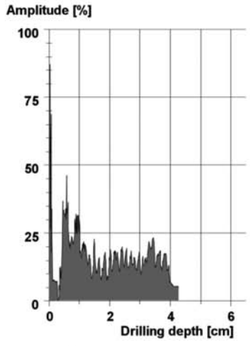
Rys. 3.90. Punkt pomiarowy nr 9.



Rys. 3.91. Punkt pomiarowy nr 10.



Rys. 3.92. Punkt pomiarowy nr 11.



Rys. 3.93. Punkt pomiarowy nr 12.

Tab. 3.33. Wartości oporu wiercenia.

Nr pomiaru	Opór wiercenia ***RM*** [%]	Miejsce wykonania pomiaru
1	**9.5**	poziom VI, okno nr 36 (dolne), lewy krośniak pionowy
2	**14.9**	poziom VI, okno nr 8 (dolne), prawy krośniak pionowy
3	**31.1**	poziom VI, okno nr 4 (dolne), krośniak dolny
4	**17.9**	poziom VI, okno nr 86 (dolne), lewy ramiak pionowy prawego skrzydła
5	**13.1**	poziom VI, okno nr 72 (dolne), prawy krośniak
6	**41.2**	poziom VI, okno nr 48 (dolne). lewy ramiak pionowy lewego skrzydła
7	**33.2**	poziom VI, okno nr 39 (dolne), lewy krośniak pionowy
8	**17.8**	poziom IV, okno nr 24, prawy ramiak prawego skrzydła
9	**10.4**	poziom IV, okno nr 25, lewy ramiak lewego skrzydła
10	**38.5**	poziom IV, okno nr 30, lewy ramiak lewego skrzydła
11	**23.1**	poziom IV, okno nr 31, prawy ramiak prawego skrzydła
12	**16.8**	poziom IV, okno nr 31, lewy ramiak lewego skrzydła

Liczba pomiarów	**12**
Wartość średnia ***RM*** [%]	**22.3**
Odchylenie standardowe [%]	**11.0**
Współczynnik zmienności [%]	**49.4**
Wartość minimalna [%]	**9.5**
Wartosc minimalna [%]	**41.2**
Mediana [%]	**17.8**

3.6.1.4 Wnioski

Przeprowadzone badania przy użyciu rezystografu nie mogą być podstawą do oceny klasy drewna (jego parametrów wytrzymałościowych), a jedynie do wstępnej oceny jakościowej. Nie stwierdzono występowania korozji biologicznej wewnątrz przekrojów elementów stolarki okiennej (krosn i skrzydeł) w miejscu wykonywania badań rezystograficznych. Powierzchniowa identyfikacja korozji biologicznej była niemożliwa ze względu na nałożone powłoki malarskie. Wysoka wartość współczynnika zmienności (prawie 50% - tab. 3.33) w wykonanych badaniach poddaje w wątpliwość możliwość oszacowania gęstości na podstawie pomiarów oporu wiercenia

3.6.2. Badanie stanu materialu okien metodą fali napięciowej – opis metody i wyniki

W ramach badań wykonano pomiary czasu propagacji fali napięciowej w drewnianych elementach okien. W badaniach zastosowano urządzenie Fakopp Microsecond Timer (rys. 3.94) wykorzystujące metodę fali napięciowej, której źródłem jest jednorazowe uderzenie młotkiem, [42]. Aparat umożliwia pomiar czasu rozchodzenia się fali napięciowej w drewnie, pomiędzy dwoma transduktorami (nadajnikiem i odbiornikiem) [43], [44]. W badaniach zastosowano bezpośrednią metodę ustawienia głowic (równolegle do włókien). Głowice urządzenia Fakopp Michrosecond Timer zamontowane są bezpośrednio na specjalnych metalowych kolcach, które wbijane są w drewno.

Fot. 3.94. Urządzenie Fakopp Microsecond Timer do pomiaru czasu przejścia fali napięciowej.

W celu obliczenia prędkości rozchodzenia się fali akustycznej wykorzystano wzór (21), uwzględniający korektę czasu dla urządzenia Fakopp Microsecond Timer, [42].

$$V=1000 \cdot distance/(FAKOPP\ read\ out - 4.5) \quad (21)$$

gdzie: V - prędkość rozchodzenia się fali napięciowej [m/s];
distance - odległość pomiędzy transduktorami [mm];
FAKOPP read out - odczyt czasu z urządzenia FAKOPP [µs].

Wg danych literaturowych gęstość drewna kazuarynowego (Casuarina equisetifolia) waha się od ok. 800 kg/m^3 [45] do ok. 900-1000 kg/m^3 [46]. Do poniższych orientacyjnych obliczeń przyjęto gęstość drewną równą 900 kg/m^3. Znając gęstość drewna ρ i prędkości propagacji fali akustycznej V w poszczególnych elementach, obliczono dynamiczny moduł sprężystości (MOE_{dyn}) wg wzoru (22). Wyniki zestawiono w tab. 3.34 i 3.35.

$$MOE_{dyn}=V^2\rho \qquad (22)$$

Tab. 3.34. Wyniki badań elementów metodą fali napięciowej.

Nr pomiaru	Element	Czas przejścia fali [µs]	Średni czas przejścia fali po korekcie [µs]	Długość [mm]	Prędkość przejścia fali [m/sec]	Gęstość drewna [kg/m^3]	E_d [MPa]
1	okno nr 36, poziom VI, prawy ramiak prawego skrzydła	138 138 135	132.5	550	4151	900.0	15507
2	okno nr 48, poziom VI, prawy ramiak prawego skrzydła	164 162 162	158.2	655	4141	900.0	15435
3	okno nr 45, poziom VI, lewy ramiak lewego skrzydła	168 169 170	164.5	735	4468	900.0	17967
4	okno nr 12, poziom III, lewy ramiak lewego skrzydła	154 156 153	149.8	655	4372	900.0	17199
5	okno nr 64, poziom III, prawy ramiak prawego skrzydła	104 103 102	98.5	445	4518	900.0	18369
6	okno nr 53, poziom II, lewy ramiak lewego skrzydła	111 111 112	106.8	465	4353	900.0	17050

Tab. 3.35. Wartość średnia dynamicznego modułu sprężystości.

Liczba pomiarów	6
Wartość średnia dynamicznego modułu sprężystości E_d [MPa]	16921
Odchylenie standardowe [MPa]	1224
Współczynnik zmienności [%]	7.2
Wartość minimalna [MPa]	15435
Wartośc minimalna [MPa]	18369
Mediana [MPa]	17125

Podczas badań elementów metodą fali napięciowej wykonano jedynie pomiary dla 6 elementów (ramiaków) ze względu na semi niszczący charakter badania. Metalowe kolce głowic urządzenia wbijane są bezpośrednio w drewno co narusza strukturę powierzchni. Wyniki należy traktować, ze względu na niewielką liczbę pomiarów, jako orientacyjne. Niewielka wartość współczynnika zmienności dla dynamicznego modułu sprężystości wskazuje na jednorodną strukturę badanych elementów oraz podobne parametry. Średnią wartość dynamicznego modułu sprężystości E_d=16,9 GPa (tab. 3.35) należy traktować jako

szacunkową, ponieważ nie wykonywano badań pomiaru gęstości drewna, co wiązałoby się z koniecznością pobrania próbek drewna okien. Jednakże uzyskana wartość jest zbliżona do, podawanych w literaturze (m.in w [81]) wartości statycznego modułu sprężystości dla drewna kazaurynowego.

3.6.3. Ocena stanu zachowania okien

Ocena stanu zachowania okien wykonana została na podstawie oględzin wszystkich okien z poziomów od II do IX. Do opisu okien przyjęto ich numerację zgodnie z [34]. Numerację wykonanych fotografii przedstawiono na rys. R1. Wybrane fotografie umieszczono w dalszej części rozdz. 3.6.3. Wszystkie wykonane fotografie (oznaczone na rys. R1) dołączono na płycie CD.

Tab. 3.36. Okna poziomu IX.

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	-	-
2	-	-
3	4, 5, 6	Uszkodzona dolna część lewego ramiaka pionowego, uszkodzona powłoka okapnika – w lewym narożniku – od uderzeń o konstrukcję betonową
4	7	Klapa dymowa
5	-	-
6	-	-
7	1	Szyby oklejone czarną folią. Uszkodzona powłoka okapnika – w lewym narożniku – od uderzeń o konstrukcję betonową.
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	2, 3	Szyby oklejone czarną folią. Wyraźne ślady uszkodzeń krośniaka dolnego wskutek przechodzenia pracowników podczas prac aplinistycznych
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15		Szyby oklejone czarną folią
16	-	-
		Uwagi ogólne: We wszystkich oknach drewnianych delikatnie uszkodzone powłoka okapnika od strony zawiasów. Uszkodzone powłoki krośniaków wskutek przechodzenia alpinistów.

Tab. 3.37. Okna poziomu VIII.

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	-	-
2	42	Uszkodzenie narożnika krośniaka pionowego prawego
3	-	-
4	43	Uszkodzenie krośniaka pionowego prawego w okolicy zawiasu dolnego
5	-	-
6	44	Uszkodzenie ramiaka pionowego lewego przy dolnym zawiasie, uszkodzenia powłoki – fragment wklejany
7	45	Uszkodzenie naroża górnego krośniaka
8	-	-
9	-	-
10	46, 47	Uszkodzenie krośniaka pionowego lewego w okolicy zawiasu dolnego
11	-	-
12	48	Pęknięty krośniak dolny
13	-	-
14	49, 50	Uszkodzenie prawego krośniaka pionowego w połowie wysokości okna
15	-	-
16	51	Przypowierzchniowa korozja doklejanego fragmentu przy zawiasie lewym dolnym
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	52	Zniszczony fragment krośniaka dolnego wskutek niewłaściwego osadzenia skrzydła okiennego
21	-	-
22	53	Zamiast skrzydła okiennego, mocowana na wkręty, płyta OSB
23		

24	54	Dolne lewe naroże - niechlujna naprawa krośniaka pionowego w obszarze zawiasu dolnego - widoczny klej
25	-	-
26	55	Zamiast skrzydła okiennego, mocowana na wkręty, płyta OSB
27	56, 57	Zszywki oraz resztki folii w ramiakach
28	9, 10	Otarcia krośniaka dolnego wskutek działalności alpinistów
29	11, 12	Uszkodzony zawias górny, zwiśnięcie skrzydła
30	13, 14	Lewa dolna część krośniaka pionowego przy zawiasie - korozja, uszkodzona uszczelka
31	-	-
32	15	Niedoklejona uszczelka
33	-	-
34	16	Uszkodzenia powłoki krośniaka dolnego
35	17	Uszkodzenie krawędzi krośniaka górnego – prawe naroże
36	-	-
37	-	-
38	-	-
39	18, 19	Uszkodzenia krośniaka pionowego prawego w okolicach zawiasu
40	20	Zamiast skrzydła okiennego, mocowana na wkręty, płyta OSB
41	-	-
42	-	-
43	21	Różniący się kolorystyka od pozostałych elementów okna ramiak pionowy prawy
44	22, 23	Czarne wkręty mocujące ramiak pionowy do krośniaka pionowego, brak zawiasów.
45	24 - 28	Uszkodzony prawy ramiak pionowy w obrębie dolnego i górnego zawiasu . a prawa listwa ramy (prawy górny i dolny narożnik). W lewym górnym narożu okna wkręt ukośnie wkręcony. Uszkodzenie okapnika z lewej strony
46	-	-
47	-	-
48	29, 30	Niewłaściwie zamontowana prawa listwa kryjąca. Uszkodzona dolna zakrętka- kręci się bez klamki
49	31	Powierzchniowe uszkodzenia lewego krośniaka pionowego
50	32 - 34	Ramiak lewy wymieniony -widoczne wkręty do zawiasów. W wewnętrznych narożnikach stalowych wkręty do uzupełniania (dół i góra). Uszkodzony fragment ramiaka górnego
51	35	Uszkodzenia krośniaka pinowego prawego w obszarze dolnego zawiasu
52	-	-
53	36	Uszkodzenia krośniaka pinowego prawego w obszarze dolnego zawiasu
54	-	-
55	-	-
56	-	-
57	37, 38	Zamiast skrzydła okiennego, mocowana na wkręty, płyta OSB
58		
59	-	-
60	39	Ubytki, pęknięcia krośniaka pinowego lewego wypełnione pianką poliuretanową
61	-	-
62	40, 41	Brak górnej zakrętki i klamki. Górne mocowanie haczyka dolnego uszkodzone
63		
64		
		Uwagi ogólne: We wszystkich oknach należy sprawdzić mocowanie haczyków i jeśli to konieczne poprawić ich mocowanie. Uszkodzone powłoki krośniaków dolnych wskutek przechodzenia alpinistów.

Tab. 3.38. Okna poziomu VII.

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	-	-
2	108	Zepsuta dolna zakrętka
3	109	Pęknięty krośniak pionowy lewy w obszarze dolnego zawiasu
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	110, 111	Uszkodzony narożnik krośniaka pionowego lewego przy dolnym i górnym haczyku
8	-	-
9	112	Brak zakrętki górnej, prowizoryczne zamknięcie

10	113	Uszkodzenie krawędzi krośniaka pionowego lewego
11	-	Uszkodzone mocowanie haczyka górnego
12	114, 115	Uszkodzona krawędź dolnego krośniaka oraz krośniaka pionowego prawego
13	-	-
14	116	Uszkodzona powłoka krośniaka dolnego w kilku miejscach
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	117	Pęknięcie lewego ramiaka pionowego przy dolnym zawiasie
19	-	-
20	-	-
21	118	Uszkodzona krawędź dolnego krośniaka. Problem z otwieraniem i zamykaniem zakrętki górnej. Uszkodzone mocowanie haczyka górnego. Trudności przy otwieraniu okna – zwiśniecie skrzydła
22	-	-
23	-	-
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	-	-
28	119	Uszkodzona krawędź dolnego krośniaka. Górna zakrętka się kręci bez klamki
29	120	Uszkodzenie krawędzi krośniaka pionowego lewego
30	121	Pęknięte ramiak pionowy lewy przy lewym zawiasie
31	122	Uszkodzenie krawędzi ramiaka pionowego przy dolnym narożniku metalowym
32	123	Miejscowe uszkodzenia powłok na krośniaka pionowego lewego oraz ramiaka pionowego lewego
33	124	Uszkodzona krawędź krośniaka dolnego – prawe dolne naroże
34	-	-
35	125-127	Miejscowe uszkodzenia powłoki ramiaka pionowego prawego. Uszkodzony fragment prawego ramiaka pionowego od wewnątrz
36	-	-
37	128-130	Uszkodzony dolny i górny zawias (opuszczony czop i brak czopa). Uszkodzony ramiak pionowy przy dolnym zawiasie
38	131	Uszkodzone mocowanie zakrętki górnej
39	132	Pęknięty ramiak pionowy lewy przy dolnym zawiasie
40	133	Brak powłoki na fleku krośniaka pionowego prawego przy dolnym zawiasie
41	134	Zszywki na ramiaku
42	-	Zszywki na ramiaku
43	58	Uszkodzona powłoka okapnika wskutek uderzeń o konstrukcję betonową
44	-	-
45	59	Pęknięty ramiak pionowy lewy przy dolnym zawiasie
46	60	Uszkodzone mocowanie haczyka górnego, brak wkręta. Skrzydło nie domyka się.
47	-	-
48	-	-
49	-	-
50	61, 62	Uszkodzone mocowanie haczyka. Fragment prawego ramiaka pionowego znacznie różniący się kolorystyka od reszty
51	63	W krośniaku pionowym lewym miejsce na zawias wykonano pierwotnie w niewłaściwym miejscu
52	-	-
53	-	-
54	-	-
55	-	-
56	64, 65	Korozja w miejscu połączenia krośniaka dolnego z pionowym lewym. Brak czopa w zawiasie
57	66	Uszkodzone mocowanie dolnego haczyka
58	67-69	Uszkodzone wszystkie zawiasy – **nie otwierać! Wymaga natychmiastowej naprawy**
59	-	-
60	-	-
61	70	Pęknięcie ramiaka pionowego przy dolnym zawiasie
62	71, 72	Pęknięcia ramiaka pionowego przy dolnym zawiasie. Uszkodzona krawędź ramiaka pionowego prawego
63	73, 74	Brak haczyka czy górnej zakrętce. Uszkodzone mocowanie dolnego haczyka. Okno nie domyka się.

64	75 - 77	Uszkodzona krawędź krośniaka górnego. Pęknięcia ramiaka pionowego przy dolnym zawiasie. Uszkodzone mocowanie dolnego haczyka
65	78	Brak haczykadolnego
66	79	Brak haczykagórnego
67	-	-
68	80, 81	Poluzowane mocowanie haczyka dolnego. Zawias dolny zamontowany zbyt blisko listwy kryjącej– problem z otwieraniem okna
69	82, 83	Pęknięty ramiak pionowy przy dolnym zawiasie. Powierzchniowo uszkodzony fragment krośniaka pionowego przy górnym haczyku
70	84-86	Prawy ramiak pionowy uszkodzony na całej długości, przy każdym zawiasie. Skrzydło mocowane do okna czterema wkrętami
71	87	Korozja w miejscu połączenia krośniaka dolnego z pionowym lewym
72	88, 89	Brak wkrętów w metalowym narożniku górnym i dolnym. Jedna z szybek (przy lewym ramiaku pionowym, w środku wysokości skrzydła) inna niż pozostałe
73	90, 91	Luźny dolny zawias, pęknięty krośniak pionowy. Uszkodzona powierzchnia ramiaka - niewłaściwy kształt klamki
74	92, 93	Pęknięty krośniak pionowy przy górnym zawiasie. Uszkodzenie krawędzi krośniaka pionowego prawego
75	-	-
76	94,95	Uszkodzenie krawędzi krośniaka pionowego lewego. Niewłaściwe mocowanie lewej listwy kryjącej
77	-	-
78	96, 97	Pęknięty ramiak przy dolnej zakrętce. Uszkodzenie krawędzi krośniaka pionowego prawego
79	-	-
80	98	Miejscowe uszkodzenia powłoki
81	99	Niewłaściwe mocowanie prawej listwy kryjącej
82	100, 101	Uszkodzone mocowanie zakrętki dolnej i górnej
83	-	-
84	102	Niewłaściwe mocowanie zakrętki dolnej – niewłaściwa lokalizacja wkrętów, widocznych przy otwartym skrzydle
85	103	Korozja w miejscu połączenia krośniaka dolnego z pionowym prawym
86	104	Lewy ramiak pionowy odbiega kolorystycznie od reszty okna
87	-	-
88	105	Uszkodzenie krośniaka lewego przy haczykach (górnym i dolnym)
89	-	-
90	-	-
91	-	-
92	106	Uszkodzony zawias dolny
93	-	-
94	107	Pęknięty ramiak pionowy prawy przy dolnym zawiasie
95	-	-
96	-	-
		Uwagi ogólne: We wszystkich oknach należy sprawdzić mocowanie haczyków i jeśli to konieczne poprawić ich mocowanie. Uszkodzone powłoki krośniaków dolnych wskutek przechodzenia alpinistów.

Tab. 3.39. Okna poziomu VI.

Nr okna	Nr fot	Uwagi
1	161, 162	Uszkodzenia powłoki ramiaków pionowych w obrębie górnej klamki dolnego okna. Uszkodzone mocowanie gałeczki w lewym skrzydle – brak górnego wkręta
2	160	Uszkodzenia powłoki ramiaków pionowych w obrębie gałeczki
3	159	Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki
4	158	Korozja w miejscu połączenia krośniaka dolnego z pionowym lewym
5	157	Brak łącznika mocowania górnej klamki w górnym oknie
6	-	-
7	156	Niewłaściwe, zbyt luźne, mocowanie zakrętki dolnego okna
8	155	Korozja w miejscu połączenia krośniaka dolnego z pionowym
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-

13	154	Brak dolnej klamki górnego okna, prowizoryczne zamknięcie na stałe
14	-	Niewłaściwie zamocowana dolna klamka – brak możliwości otwarcia okna
15	152, 153	Niewłaściwie zamocowana dolna zakrętka. Brak dolnej zakrętki górnego okna
16	151	Gwóźdź mocujący szyld przy klamce utrudnia jej używanie
17	-	-
18	-	-
19	150	Nierówne osadzenie skrzydeł - różnice w ich poziomach. Powtarza się to w wielu oknach
20	149	Górna klamka dolnego okna mocowana na wtórne wkrety
21	-	-
22	-	-
23	-	-
24	-	Luźny dolny zawias prawego skrzydła dolnego okna
25	-	-
26	148	Powierzchniowe uszkodzenia pionowego ramiaka lewego (lewe skrzydło)
27	-	-
28	-	-
29	147	Złuszczona powłoka ramiaka prawego pionowego lewego skrzydła na całej wysokości
30	-	-
31	-	-
32	-	-
33	145, 146	Uszkodzona (spękana) powłoka ramiaka pionowego prawego lewego skrzydła dolnego okna. Dolna klamka dolnego okna uszkodzona
34	144	Poluzowane okucie i górna zakrętka dolnego okna
35	143	Niewielkie spękania ramiaków górnego okna
36	138	Niewielkie uszkodzenia ramiaków przy zakrętkach i gałeczce dolnego okna
37	137	Okno niedostępne - zakryte kotarą
38	136	Mocowanie zakrętki dolnego okna uszkodzone
39	135	Złuszczenia powłoki ramiaka w prawym skrzydle dolnego okna
40	231	Niewłaściwie zamocowana prawa listwa kryjąca
41	230	Uszkodzony prawy narożnik okapnika dolnego okna
42	-	Poluzowane mocowanie górnej zakrętki dolnego okna
43	-	-
44	229	Złuszczenia ramiaka pionowego lewego prawego skrzydła. Poluzowana górna zakrętka dolnego okna
45	-	Lewe skrzydło nie domyka się
46	-	Luźne połączenie słupka środkowego z krośniakiem dolnym i górnym - dolne okno
47	228	Uszkodzenie mocowanie dolnej zakretki górnego okna
48	-	-
49	227	Uszkodzenia powłoki ramiaka przy gałeczce
50	226	Brak dolnej zakrętki i klamki dolnego okna
51	222-225	Uszkodzenie krawędzi słupka. Poluzowane mocowanie zakrętek dolnego okna. Górne prawe skrzydło nie domyka się. Uszkodzenia krawędzi krośniaka dolnego. Uszkodzone prawe naroże okapnika lewego skrzydła. Widoczne zszywki krośniaku pionowym lewym
52	-	-
53	221	Uszkodzenie krawędzi słupka
54	-	-
55	220	Uszkodzenia powierzchniowe okapnika okna dolnego
56	219	Poluzowane mocowanie dolnej zakrętki
57	218	Uszkodzone mocowanie górnej zakrętki oraz uszkodzenia ramiaka w jej obrębie. Uszkodzenie mocowania dolnej zakrętki
58	-	-
59	-	-
60	217	Okapnik dolnego okna uszkodzony (spękany) powierzchniowo
61	-	Uszkodzenie mocowania górnej zakrętki dolnego okna
62	215, 216	Brak górnej zakrętki, prowizoryczne zamknięcie na stałe. Uszkodzenie mocowania dolnej zakrętki dolnego okna
63	214	Uszkodzenie mocowania zakrętki górnej
64	-	-
65	-	-
66	213	Uszkodzone mocowanie górnej zakretki dolnego okna. Złuszczona powłoka lewego skrzydła górnego okna
67	212	Brak dolnej zakrętki w górnym oknie, prowizoryczne zamknięcie na stałe

68	210, 211	Pęknięcie ramiaka pionowego prawego przy dolnym zawiasie – prawe skrzydło, okno górne. Uszkodzenia powierzchni w okolicach klamek
69	208, 209	Uszkodzenia powierzchni ramiaków pionowych przy górnej klamce. Uszkodzenie mocowań zakrętki środkowej i dolnej
70	206, 207	Uszkodzone mocowanie dolnej klamki. Kolorystyka ramiaka pionowego lewego lewego skrzydła znacznie różniąca się od reszty – brak powłoki
71	203-205	Mocno złuszczona powłoka lewego ramiaka pionowego prawego skrzydła dolnego okna. Uszkodzone mocowanie zakrętki dolnej. Głębokie uszkodzenia powierzchni lewego ramiaka pionowego lewego skrzydła górnego okna
72	200-202	Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki. Okapniki powierzchniowo uszkodzone. Uszkodzenia powierzchni ramiaków w obrębie górnej klamki
73	-	-
74	198, 199	Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki. Uszkodzona krawędź ramiaka przy dolnej klamce – prawe skrzydło. Uszkodzona powierzchnia okapnika prawego skrzydła
75	197	Uszkodzona powłoka i spękany lewy okapnik
76	194-196	Uszkodzona powłoka okapnika dolnego prawego okna. Silnie spękane drewno ramiaka pionowego przy okapniku. Uszkodzenia powierzchni ramiaków przy klamkach
77	193	Flekowanie okapnika górnego lewego okna wykonane bez kapinosa
78	192	Uszkodzenia mocowań dolnej i górnej zakrętki
79	190, 191	Uszkodzenia szyldu dolnej i górnej klamki
80	-	-
81	189	Uszkodzenie mocowania górnej zakrętki dolnego okna
82	187, 188	Uszkodzona powłoka okapnika lewego skrzydła. Różne kształty (różnica głębokości) okapnika pierwotnego i wtórnego
83	182-186	Uszkodzenia powłoki okapnika prawego skrzydła. Uszkodzone mocowania zakrętki dolnej i gałeczki. Pozostałości pianki poliuretanowej na zawiasie.
84	179-181	Powierzchniowe uszkodzenia okapnika lewego skrzydła. Brak kapinosa przy wtórnym fleku okapnika
85	-	-
86	177, 178	Złuszczenia powierzchni ramiaka pionowego prawego skrzydła
87	174-176	Uszkodzenie powłoki okapnika lewego dolnego okna. Mocne złuszczenia powłoki ramiaka pionowego lewego górnego okna. Uszkodzenia powierzchni ramiaków w obrębie klamek dolnego okna
88	171-173	Uszkodzone naroże okapnika dolnego okna. Uszkodzone połączenie lewego ramiaka pionowego lewego skrzydła z okapnikiem – **do natychmiastowej naprawy**. Mocno złuszczona powłoka lewego ramiaka lewego skrzydła górnego okna
89	169, 170	Uszkodzone mocowania górnej i dolnej zakrętki
90	168	Złoszczona powłoka lewego i prawego ramiaka pionowego
91	-	Mocowanie dolnej zakrętki poluzowane
92	167	Lewe skrzydło górnego okna nie domyka się. Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki
93	165, 166	Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki. Prowizoryczne mocowanie górnej zakrętki (trzeci wkręt)
94	164	Poluzowany środkowy słupek.. Uszkodzenia powłoki ramiaków przy klamkach dolnego okna
95	163	Uszkodzenia powłoki ramiaków przy klamkach dolnego okna
96	-	-
		Uwagi ogólne: Górne okna w lepszym stanie, ze wzgledu na to że nie są otwierane oraz nikt nie chodzi po dolnym krośniaku. Uszczelki we wszystkich oknach do przeglądu i poprawy. Prawie wszystkie mocowania zakrętek do poprawy. Problem z domykaniem się niektórych okien.

Tab. 3.40. Okna poziomu V (uwaga: opis okien od wewnątrz).

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-

10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	-	-
21	-	-
22	-	-
23	-	-
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	-	-
28	-	-
29	-	-
30	-	-
31	-	-
32	-	-
33	-	-
34	246	Uszkodzony narożnik lewego skrzydła
35	-	-
36	-	-
37	245	Niechlujnie zamocowane uszczelki w oknie dolnym i środkowym
38	-	-
39	-	-
40	-	-
41	244	Niedokładnie dopasowana rama do skrzydła – dolne okno, lewe skrzydło
42	-	-
43	-	-
44	-	-
45	-	-
46	-	-
47	-	-
48	-	-
49	-	-
50	-	-
51	-	-
52	243	Prawe skrzydło dolnego okna nie domyka się
53	242	Zwisająca uszczelka dolna prawego skrzydła
54	-	-
55	-	-
56	-	-
57	-	-
58	-	-
59	-	-
60	-	-
61	-	-
62	-	-
63	-	-
64	241	-
65	-	-
66	-	-
67	240	Prawe skrzydło środkowego okna nie domyka się
68	-	-
69	239	Poutykane fragmenty folii
70	-	-
71	-	-
72	238	Lewe skrzydło nie domyka się

73	-	-
74	-	-
75	-	-
76	-	-
77	-	-
78	237	Lewe skrzydło środkowego okna nie domyka się – widoczna szczelina
79	-	-
80	-	-
81	-	-
82	236	Zdeformowana rama lewego skrzydła, skrzydło nie domyka się
83	-	-
84	-	-
85	-	-
86	235	Nieciągłość uszczelki dolny lewy róg prawego skrzydła dolnego okna
87	-	-
88	-	-
89	234	-
90	-	-
91	-	-
92	-	-
93	-	-
94a	232, 233	Przebarwienia dolnej ramy oraz uszkodzenia powłoki
94b	-	-
94c	-	-
95	-	-
96	-	-
		Uwagi ogólne: Spore niedokładności wykonania okien – wiele nieszczelności. Niechlujnie zainstalowane uszczelki.

Tab. 3.41. Okna poziomu IV.

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	247	Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki
2	-	-
3	-	Dolna klamka z trudem się obraca
4	-	-
5	-	Górna klamka z trudem się obraca
6	-	-
7	248	Dolna klamka nie zamyka się
8	-	-
9	-	-
10	249	Uszkodzona dolna część ramiaka pionowego prawego - prawe skrzydło
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	250	-
16	-	-
17	251	Uszkodzona powłoka lewego okapnika
18	-	-
19	-	-
20	-	-
21	252	Drobne uszkodzenie przy okapniku lewego skrzydła
22	-	-
23	253	Niechlujnie wykonany flek przy górnej klamce
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	254	Poluzowane szyldy przy dolnej klamce
28	-	-
29	-	-
30	-	-

31	255-257	Mocowanie dolnej zakrętki poluzowane, Uszkodzenia powłoki ramiaka przy klamce. Powłoka okapnika spękana. Niechlujne szpachlowanie ramiaka przy dolnym zawiasie prawego skrzydła
32	258	Spękany prawy ramiak pionowy rama lewego skrzydła
33	259	Prawe skrzydło otwiera się jedynie do połowy blokując na okapniku
34	260	Poluzowane mocowanie dolnej zakrętki
35	261	Uszkodzona krawędź ramiaka pionowego przy górnej klamce - prawe skrzydło
36	-	-
37	-	-
38	262	Niechlujnie zamocowane uszczelki. Poluzowany zawias zakrętki górnej i dolnej
39	-	-
40	-	-
41	-	-
42	263	Uszkodzone krawędzi krośniaka górnego – lewe skrzydło
43	-	-
44	-	-
45	264	Poluzowane mocowanie gałeczki
46	-	-
47	-	-
48	-	-

Tab. 3.42. Okna poziomu III.

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	280	Uszkodzona powłoka okapnika
2	-	wywietrznik
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	279	Korozja lewego krośniaka pionowego. Mocowanie flekowania narożnika dolnego okna flekowanego za pomocą wkrętów
8	-	-
9	277, 278	Niechlujne flekowanie dolnego okna przy użyciu wkrętów
10	275, 276	Uszkodzona krawędź ramiaka pionowego prawego skrzydła dolnego okna. Uszkodzony okapnik
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	272	Uszkodzenie krawędzi dolnego krośniaka dolnego okna
17	-	-
18	271	Drobne uszkodzenia ramiaka pionowego przy flekowanym dolnym zawiasie prawego skrzydła dolnego okna
19	270	Krzywy ramiak pionowy prawego skrzydła dolnego okna
20	269	Pęknięty narożnik okapnika lewego skrzydła dolnego okna
21	268	Uszkodzone mocowanie dolnej klamki środkowego okna
22	-	-
23	267	Duża szczelina powstała na skutek złego zamocowania prawego skrzydła dolnego okna
24	-	-
25	266	Krzywy okapnik prawego skrzydła
26	265	
27	-	-
28	-	-
29	-	-
30	-	-
31	304	Pęknięty ramiak pionowy prawy przy dolnym zawiasie
32	-	-
33	-	-
34	-	-
35	303	Pęknięcie pionowego ramiaka prawego skrzydła dolnego okna
36	302	Zawiasy bez czopów w lewym skrzydle środkowego okna

37	-	-
38	-	-
39	301	Niewłaściwie zamocowany czop w górnym zawiasie prawego skrzydła dolnego okna
40	-	-
41	300	Mocno, powierzchniowo spękany okapnik dolnego okna
42	-	-
43	-	-
44	-	-
45	299	Uszkodzony ramiak pionowy prawy – skrzydło prawe, górne okno
46	-	-
47	-	Drewniany klocek pod dolną klamką dolnego okna
48	-	-
49	-	-
50	298	Uszkodzenie powłoki prawego ramiaka pionowego prawego skrzydła dolnego okna
51	-	-
52	-	-
53	-	-
54	-	-
55	297	Okapnik prawego skrzydła dolnego okna wyraźnie odróżniający się kolorystyką (brak pokrycia powierzchni)
56	-	-
57	-	-
58	-	-
59	-	-
60	-	-
61	296	Brak środkowej gałeczki w lewym skrzydle środkowego okna
62	-	-
63	295	Uszkodzenie krawędzi okapnika w prawym skrzydle dolnego okna
64	-	-
65	-	-
66	294	Uszkodzenia ramiaka pionowego w obszarze dolnego zawiasu prawego i lewego skrzydła środkowego okna
67	293	Różnica w kolorystyce lewego ramiaka pionowego lewego skrzydła dolnego okna
68	292	Uszkodzony ramiak prawego skrzydła środkowego okna przy dolnym zawiasie
69	290, 291	Uszkodzone mocowanie gałeczki w prawym skrzydle okna. Różnica w kolorystyce lewego ramiaka lewego skrzydła środkowego okna
70	288, 289	Uszkodzenie powłoki ramiaka w dolnym prawym narożu górnego okna. Różnica w kolorystyce lewego ramiaka lewego skrzydła górnego okna
71	287	Instalacje
72		
73		
74		
75	-	Środkowe okno, górna zakrętka – uszkodzone mocowanie. Dolna klamka dolnego okna zamocowana na drewnianym klocku
76	285, 286	Dolna klamka dolnego okna zamocowana na drewnianym klocku. Uszkodzone mocowanie dolnej klamki środkowego okna
77	284	Uszkodzenia dolnego krośniaka dolnego okna (ślady częstego przechodzenia przez okno)
78	-	-
79	283	Uszkodzone mocowanie dolnej zakrętki dolnego okna
80	-	-
81	-	Pozostałości czarnej folii
82	-	Pozostałości czarnej folii
83	282	Pozostałości czarnej folii
84	281	Brak klamki i zakrętki dolnej dolnego okna, prowizoryczne zamknięcie na stałe

Tab. 3.43. Okna poziomu II.

Nr okna	Nr fot.	Uwagi
1	-	„kratka”
2	-	-
3	-	„kratka”
4	-	„kratka”
5	-	-

6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	308	Zdjęcie ogólne. Uszkodzenia okapnika przy narożniku
21	-	-
22	-	-
23	-	-
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	-	-
28	-	„kratka”
29	-	-
30	-	„kratka”
31	307	Zdjęcie ogólne przedstawiające tzw. “kratkę”
32	-	-
33	-	-
34	-	-
35	-	-
36	-	-
37	-	-
38	-	-
39	-	-
40	-	-
41	-	-
42	-	-
43	-	-
44	306	Szczebliny wyraźnie odróżniające się kolorystyką od pozostałej części okna
45	-	-
46	-	-
47	-	-
48	-	-
49	-	-
50	-	-
51	-	-
52	-	-
53	305	Uszkodzony powierzchniowo okapnik lewego skrzydła
54	-	„kratka”
55	-	„kratka”
56	316	Brak wkręta w mocowaniu gałeczki w lewym skrzydle okna
57	-	„kratka”
58	-	„kratka”
59	-	-
60	-	-
61	-	-
62	-	-
63	-	-
64	-	-
65	-	-
66	-	-
67	-	-
68	-	-

69	-	-
70	-	-
71	314, 315	Osadzenie szyby przy użyciu wkrętów
72	-	-
73	-	-
74	-	-
75	-	-
76	-	-
77	-	-
78	-	-
79	-	-
80	-	-
81	-	„kratka”
82	-	„kratka”
83	312, 313	Uszkodzone mocowanie szyldu klamki. Uszkodzony zawias dolny prawego skrzydła
84	-	„kratka”
85	-	„kratka”
86	-	-
87	-	-
88	-	-
89	-	-
90	-	-
91	-	-
92	-	-
93	-	-
94	-	-
95	-	-
96	-	-
97	-	-
98	-	„kratka”
Inne	309	Okna nad wejściem głównym do hali, które nie były uwzględnione na rys z numeracją okien w [2]. Po 8 z każdej strony. Uszkodzona krawędź okapnika (fot.309)
	310	
	311	

Wprowadzona poniżej numeracja fotografii nawiązuje do numeracji przyjętej na załączonym do opracowania w wersji elektronicznej rys. R1.

Fot. 1 Okno nr 7, poziom IX.

Fot. 2 Okno nr 11, poziom IX.

Fot. 6 Okno nr 3, poziom IX.

Fot. 9 Okno nr 28, poziom VIII.

Fot. 14 Okno nr 30, poziom VIII.

Fot. 25 Okno nr 45, poziom VIII.

Fot. 36 Okno nr 53, poziom VIII.

Fot. 34 Okno nr 50, poziom VIII.

Fot. 37 Okno nr 57 i 58, poziom VIII.

Fot. 43 Okno nr 4, poziom VIII.

Fot. 46 Okno nr 10, poziom VIII.

Fot. 48 Okno nr 12, poziom VIII.

Fot. 49 Okno nr 14, poziom VIII.

Fot. 52 Okno nr 20, poziom VIII.

Fot. 53 Okno nr 22 i 23, poziom VIII.

Fot. 54 Okno nr 24, poziom VIII.

Fot. 56 Okno nr 27, poziom VIII.

Fot. 17 Okno nr 35, poziom VIII.

Fot. 60 Okno nr 46, poziom VII.

Fot. 61 Okno nr 50, poziom VII.

Fot. 64 Okno nr 56, poziom VII.

Fot. 65 Okno nr 56, poziom VII.

Fot. 73 Okno nr 63, poziom VII.

Fot. 75 Okno nr 64, poziom VII.

Fot. 76 Okno nr 64, poziom VII.

Fot. 78 Okno nr 65, poziom VII.

Fot. 84 Okno nr 70, poziom VII.

Fot. 85 Okno nr 70, poziom VII.

Fot. 88 Okno nr 72, poziom VII.

Fot. 93 Okno nr 74, poziom VII.

Fot. 95 Okno nr 76, poziom VII.

Fot. 96 Okno nr 78, poziom VII.

Fot. 100 Okno nr 82, poziom VII.

Fot. 102 Okno nr 84, poziom VII.

Fot. 106 Okno nr 92, poziom VII.

Fot. 107 Okno nr 94, poziom VII.

Fot. 112 Okno nr 9, poziom VII.

Fot. 121 Okno nr 30, poziom VII.

Fot. 128 Okno nr 37, poziom VII.

Fot. 130 Okno nr 37, poziom VII.

Fot. 137 Okno nr 37, poziom VI.

Fot. 144 Okno nr 34, poziom VI.

Fot. 148 Okno nr 26, poziom VI.

Fot. 150 Okno nr 19, poziom VI.

Fot. 153 Okno nr 15, poziom VI.

Fot. 155 Okno nr 8, poziom VI.

Fot. 159 Okno nr 3, poziom VI.

Fot. 164 Okno nr 94, poziom VI.

Fot. 166 Okno nr 93, poziom VI.

Fot. 171 Okno nr 88, poziom VI.

Fot. 172 Okno nr 88, poziom VI.

Fot. 174 Okno nr 87, poziom VI.

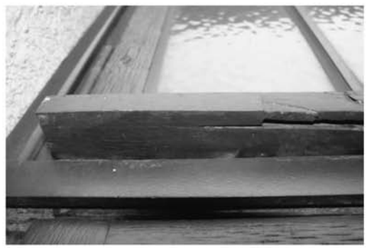
Fot. 180 Okno nr 84, poziom VI.

Fot. 182 Okno nr 83, poziom VI.

Fot. 186 Okno nr 83, poziom VI.

Fot. 188 Okno nr 82, poziom VI.

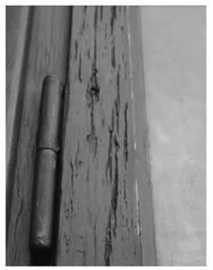
Fot. 190 Okno nr 79, poziom VI.



Fot. 193 Okno nr 77, poziom VI.

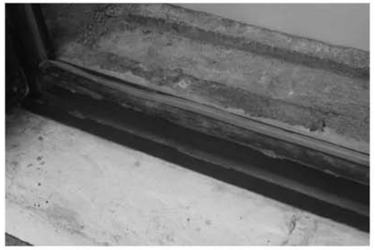
Fot. 201 Okno nr 72, poziom VI.

Fot. 202 Okno nr 72, poziom VI.



Fot. 205 Okno nr 71, poziom VI.

Fot. 210 Okno nr 68, poziom VI.



Fot. 223 Okno nr 51, poziom VI.

Fot. 225 Okno nr51, poziom VI.

Fot. 231 Okno nr 40, poziom VI.

Fot. 232 Okno nr 94a, poziom V.

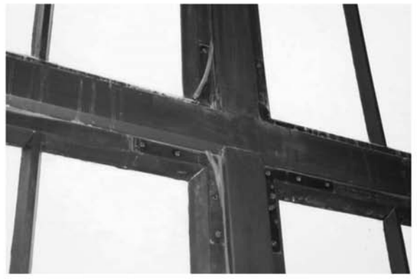
Fot. 233 Okno nr 94a, poziom V.

Fot. 236 Okno nr 82, poziom V.

Fot. 238 Okno nr 72, poziom V.

Fot. 239 Okno nr 69, poziom V.

Fot. 243 Okno nr 52, poziom V.

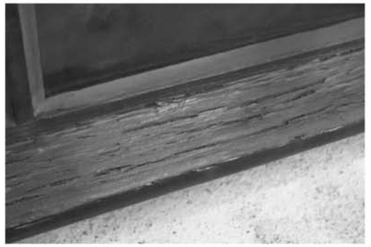


Fot. 245 Okno nr 37, poziom V.

Fot. 249 Okno nr 10, poziom IV.

Fot. 253 Okno nr 23, poziom IV.

Fot. 255 Okno nr 31, poziom IV.



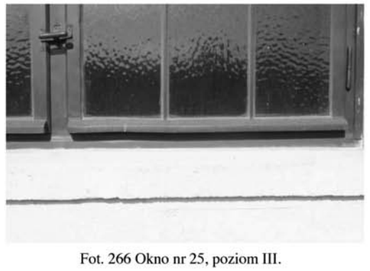
Fot. 256 Okno nr 31, poziom IV.

Fot. 257 Okno nr 31, poziom IV.

Fot. 259 Okno nr 33, poziom IV.

Fot. 262 Okno nr 38, poziom IV.

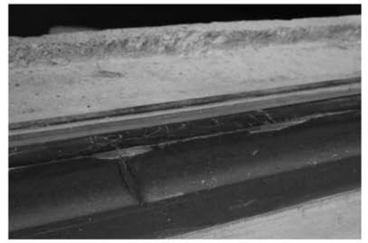
Fot. 264 Okno nr 45, poziom IV.



Fot. 266 Okno nr 25, poziom III.

Fot. 269 Okno nr 20, poziom III.

Fot. 271 Okno nr 18, poziom III.



Fot. 272 Okno nr 16, poziom III.

Fot. 277 Okno nr 9, poziom III.

Fot. 280 Okno nr 1, poziom III.

Fot. 281 Okno nr 84, poziom III.

Fot. 282 Okno nr 83, poziom III.

Fot. 283 Okno nr 79, poziom III.

Fot. 284 Okno nr 77, poziom III.

Fot. 286 Okno nr 76, poziom III.

Fot. 288 Okno nr 70, poziom III.

Fot. 292 Okno nr 68, poziom III.

Fot. 299 Okno nr 45, poziom III.

Fot. 300 Okno nr 41, poziom III.

Fot. 302 Okno nr 36, poziom III.

Fot. 303 Okno nr 35, poziom III.

Fot. 304 Okno nr 31, poziom III.

Fot. 305 Okno nr 53, poziom II.

Fot. 309 Okno ‘Inne’, poziom II.

Fot. 310 Okno nr ‘inne’, poziom II.

Fot. 312 Okno nr 83, poziom II.

Fot. 314 Okno nr 71, poziom II.

Fot. 315 Okno nr 71, poziom II.

3.6.4. Wnioski

W 2007 roku wykonano szczegółową inwentaryzację stolarki okiennej (przed ich remontem) wraz z oceną techniczną ich stanu oraz programem konserwatorskim [32], [33], [34].
Przeprowadzone w maju i w czerwcu 2015 roku badania wykazały, że powłoki wielu okien (w szczególności okapników oraz krośniaków dolnych) oraz krawędzie krośniaków są uszkodzone wskutek ich otwierania i uderzania okapnikami o konstrukcję betonową oraz wskutek mechanicznych uszkodzeń powstałych podczas przechodzenia przez okna. Zaleca się by podczas przechodzenia przez okna nie stawać na dolnych krośniakach i nie pozostawiać otwartych okien bez kontroli uderzenia okapnika o konstrukcję betonową wskutek działania wiatru (okna nie zostały wyposażone w haki przeciwwiatrowe).
Wiele okien jest powierzchniowo uszkodzonych. Zaleca się stałe monitorowanie powłok stolarki okiennej ze względu na możliwą migrację wody do wnętrza przekrojów drewnianych.
Uszczelki w wielu oknach zostały wykonane niechlujnie i wymagają ponownego starannego montażu.
Wiele mocowań zakrętek z klamkami oraz mocowań gałeczek jest uszkodzonych i wymaga naprawy.
W niektórych oknach zaobserwowano zwiśnięcie skrzydeł, a co za tym idzie istnieje problem z ich domykaniem. Zaleca się regulację zawiasów w oknach, które są często otwierane.
W ramach niniejszych analiz, poza oględzinami wszystkich okien, wykonano badania stanu materiału wybranych okien przy użyciu metody oporu wiercenia (rezystografu) oraz metody fali napięciowej. Na podstawie przeprowadzonych badań nie zidentyfikowano miejsc występowania korozji biologicznej wewnątrz przekrojów drewnianych stolarki okiennej.

3.7. Wnioski, analiza pierwotnych rozwiązań, badań konstrukcyjnych i materiałowych w nawiązaniu do badań aktualnie przeprowadzonych (2015 r.).

Przeprowadzone badania, wykazały, że aktualny stan techniczny elementów konstrukcyjnych obiektu, pomimo upływu niemal 100 lat, należy uznać za dobry. Parametry wytrzymałościowe betonu odpowiadają obecnym wymaganiom stawianym klasie wytrzymałości **C20/25** (min. wartość wytrzymałości uzyskana z badań wyniosła 20,5 MPa), co biorąc pod uwagę poziom technologii betonu na początku ubiegłego wieku, należy uznać za wynik nadspodziewanie dobry.
Beton ten został wykonany na bardzo dobrym jakościowo kruszywie granitowym z dodatkiem kruszywa naturalnego, a jego średni ciężar objętościowy wynosi 2236 kg/m^3 (min. wartość ciężaru objętościowego uzyskana z badań wyniosła 2180 kg/m^3).
Z dostępnych danych literaturowych wynika, że do produkcji betonu użyto specjalnego cementu, wyprodukowanego w cementowni Silesia w Opolu oraz najwyższej jakości kruszywa z granitu strzegomskiego.
Przeprowadzone badania wytrzymałościowe wykazały jednocześnie istotne różnice w parametrach wytrzymałościowych badanego betonu w warstwie zewnętrznej (około 10 cm) w porównaniu do warstw położonych głębiej (od 10 do 30 cm). Stwierdzono, iż wytrzymałość na ściskanie osiąga najwyższe wartości w warstwie przypowierzchniowej i sukcesywnie maleje dla warstw położonych głębiej. Uwaga powyższa dotyczy zarówno badań przeprowadzonych zgodnie z kierunkiem betonowania, jak i w kierunku do niego prostopadłym.
W [4] wyniki przeprowadzonych w losowo wybranych miejscach badań wytrzymałości na odrywanie metodą „pull-off" stwierdzono, że beton konstrukcyjny zasadniczo posiada wytrzymałość niezbędną dla przeprowadzenia napraw konstrukcyjnych. Najgorsze wyniki (w zakresie 0,7÷1,2 MPa) uzyskano na zewnętrznej powierzchni ścian elewacyjnych na poziomie parteru. Niska wytrzymałość na odrywanie jest tu spowodowana głównie powierzchniową korozją betonu.
Dotychczasowe badania betonu pochodzącego z dolnego pierścienia rozciąganego kopuły Hali Stulecia potwierdzają wysoką jakość betonu [8, 9]. W zależności od miejsca badania w konstrukcji, wartości wytrzymałości na ściskanie wyniosły od 28 MPa do 38 MPa, a wartości wytrzymałości na rozciąganie od 2,8 MPa do 4,5 MPa. Uzyskanie tak niskiej nasiąkliwości betonu, poniżej 5%, przy równoczesnym niski współczynniku zmienności wynoszącym 8% świadczy o dużej jednorodności strukturalnej badanego betonu. Stwardniały zaczyn w badanym betonie wykazuje doskonałą przyczepność do łamanego kruszywa granitowego. Posiada strukturę zwartą, gęstą, o bardzo niskiej nasiąkliwości. Niska przepuszczalność zaczynu utrudnia karbonatyzację oraz dyfuzję chlorków zapewniając barierę ochronną dla zbrojenia. Mikrotwardość badanego betonu wyniosła 1,8 GPa oraz moduł sprężystości, E = 33 GPa. Odnosząc uzyskaną wartość mikrotwardości betonu do klasycznej skali Mohsa lub rozszerzonej skali Ridgweya wynosi 4. Otrzymany moduł sprężystości oznaczony dla badanego pierścienia obwodowego z próbki 4 odpowiada wymaganiom stawianym klasie wytrzymałości **C30/37** w rozumieniu normy, [21].
Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wraz z oddalaniem się od powierzchni zewnętrznej ulegają zmianie właściwości fizyczne betonu, gdzie wraz ze wzrostem gęstości objętościowej maleje porowatość oraz nasiąkliwość betonu. Jest to skutkiem karbonatyzacji betonu. Próbki betonu różnią się składem i ilością kruszywa. Im bliżej powierzchni zewnętrznej tym zmniejsza się udział kruszywa w betonie powodując wzrost udziału cementu. Stosunek kruszywa do cementu dla badanych próbek betonowych wynosi 9:1 oraz 8:1, zatem należy uznać go za stosunkowo mały.
Z badania składu ziarnowego kruszywa wynika, że krzywa uzyskana na podstawie wyników z analizy sitowej znajduje się w obszarze dobrego uziarnienia dla krusz frakcji poniżej 31,5 mm. Oprócz kruszywa kwarcowego w stosie okruchowym znajdowało się kruszywo łamane granitowe, którego udział wzrastał wraz ze wzrostem frakcji kruszywa. Bliżej powierzchni zewnętrznej wzrasta udział kruszywa granitowego w badanym betonie. W kruszywie o frakcji poniżej 8 mm stwierdzono obecność drobnych wtrąceń drewnianych, [9].
Zmniejszona ilość CaO w składzie tlenkowym cementu oraz obecność drobnych wtrąceń o strukturze spienionego szkła barwy czarnej świadczyć może, że do budowy został wykorzystany cement hutniczy. Wprowadzając świadomie do mieszanki betonowej żużel paleniskowy uzyskano zwartą mikrostrukturę betonu. Dzięki dużej koncentracji fazy C-S-H powstającej jako produktu hydratacji żużlu oraz reakcji wodorotlenku wapnia z anionami krzemianowymi powstałymi z hydratacji żużlu zmniejsza się ilość wodorotlenku wapniowego co w efekcie finalnym daje obecność fazy C-S-H w postaci zbitego żelu. Zmniejsza się porowatość kapilarną stwardniałego zaczynu, co utrudnia dyfuzję czynników agresywnych do matrycy cementowej. W zaczynie występuje mniejsza ilość nieodpornych na korozję portlandytu oraz glinianów wapniowych, które są nieodporne na korozję. Podane zmiany mikrostruktury zaczynów z cementów żużlowych powodują, że cementy te mają wiele cech korzystniejszych niż cementy portlandzkie bez dodatków.
Badania mikrostruktury pozwalają na oszacowanie porowatości materiału, struktury oraz rozmiaru porów. Porowatość oznaczona za pomocą mikrotomografu komputerowego w badanych próbkach wyniosła ok. 10%. Występujące pory są drobne, o sferyczności 0,6 - 0,7. Przeważają mikropory poniżej 300μm. Dzięki takiej postaci porowatości badany beton posiada niską nasiąkliwość (poniżej 5%) i przesiąkliwość oraz wysokie właściwości mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie i wytrzymałość na rozciąganie [8], mrozoodporność).
Uzyskane wyniki badania stopnia zaawansowania karbonatyzacji betonu świadczą o tym, że przypowierzchniowa warstwa badanego betonu uległa w znacznym stopniu temu procesowi. W zdecydowanej większości badanych przypadków jej zasięg jest nie mniejszy niż 35 mm, przy czym stwierdzono także szereg miejsc, w których grubość skarbonatyzowanej części przekroju betonowego jest znacznie większa. Na podkreślenie zasługuje jednocześnie fakt, że w szeregu przypadków, badania stopnia skarbonatyzowania przekroju betonowego, przeprowadzone na odwiertach pobranych w kierunku prostopadłym do kierunku betonowania, wykazały, że beton pomimo upływu niemal 100 lat nie uległ temu procesowi i zachował w pełni zdolności pasywacyjne w stosunku do stali zbrojeniowej.

Przeprowadzone badania mikroskopowe i składu chemicznego potwierdzają, że badane pręty zbrojeniowe:
- zostały wykonane z materiału, który pod względem składu chemicznego jest zbliżony do stali niestopowej konstrukcyjnej ogólnego przeznaczenia gatunku St0S wg. [18],
- pręty zbrojeniowe zostały wykonane ze stali spawalnej,
- badania przeprowadzone w żebrach kopuły oraz wykonane odkrywki wykazały, że podłużne zbrojenie główne żeber kopuły stanowią pręty gładkie o średnicy 32 mm o rozstawie wynoszącym około 42 cm; stwierdzony rozstaw tych prętów w kierunku poprzecznym wynosi około 15 cm; betonowa otulina tych prętów wynosi od góry od 90 do 100 mm, a z boku od około 35 do 45 mm,
- strzemiona żeber zostały wykonane z gładkich prętów o średnicy 8 mm, rozmieszczonych w rozstawie, co około 50 - 60 cm; grubość ich otuliny betonowej zawiera się w przedziale od około 27 do 37 mm,
- przeprowadzone oględziny wykonanych odkrywek nie wykazały występowania zagrożenia korozyjnego stali zbrojeniowej, pomimo, że na powierzchni prętów głównych widoczne są niewielkie powierzchniowe nadżerki, których charakter wskazuje jednakże na to, że występowały one najprawdopodobniej już w chwili wbudowania w konstrukcję żeber; wykonane badania zasięgu procesu karbonatyzacji otuliny betonowej w miejscach wykonania odkrywek kontrolnych wykazały, że wynosi ona około 25 mm.

Przeprowadzone badania metalowych elementów wzmacniających wieniec dolny kopuły wykazały:
- różnice pomiędzy badanymi elementami można uznać za nieistotne – takich różnic należy się spodziewać dla jednego gatunku stali produkowanego przed około 100 laty; różnice mikrostruktur mają przede wszystkim związek z procesem produkcji,
- mimo braku dokumentacji stanu zerowego można uznać, że eksploatacyjne zmiany mikrostruktury (spowodowane tzw. starzeniem) są nieduże,
- spawalność badanych stali należy uznać za ograniczoną ze względu na znaczną zawartość skupionych wtrąceń niemetalicznych (w tym siarczków) i zanieczyszczeń; w przypadku konieczności spawania należałoby opracować specjalną technologię.

Badania łożysk potwierdziły przypuszczenie, że właściwości wytrzymałościowe staliwa, z którego zostały wykonane łożyska są gorsze niż staliw współczesnych. W szczególności odnosi się to do minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, która nawet przy najkorzystniejszym oszacowaniu jest dużo mniejsza od 400 MPa. Badania składu chemicznego próbek pobranych z półek korpusów dolnych łożysk, dały podstawę do stwierdzenia, że korpusy te zostały wykonane na początku XX wieku jako odlewy ze staliwa niskowęglowego. Skład chemiczny tego staliwa wyraźnie różni się jednak od składu chemicznego niskowęglowych staliw współczesnych. Przeprowadzone obszerne badania nieniszczące twardości Brinella staliwa o nieznanym gatunku, z którego wykonane zostały łożyska pod pierścieniem dolnym kopuły Hali Stulecia, pozwoliły na wyznaczenie jego wytrzymałości obliczeniowej niezbędnej do celów monitoringu zachowania się konstrukcji Hali Stulecia. Badane staliwo jest także niskowęglowe, co zostało potwierdzone w badaniach chemicznych pobranych próbek.
Biorąc pod uwagę wytrzymałość obliczeniową f_y staliwa, z którego wykonano łożyska, można na bezpiecznym poziomie przyjąć:
- w analizach wg normy [27] – f_y **= 185 MPa**,
- w analizach wg normy [29] – $f_d = f_y / \gamma_m$ **= 185/1,15 = 160 MPa.**

Analizując stan stolarki okiennej stwierdzono, że wiele okien jest powierzchniowo uszkodzonych. Uszczelki w wielu oknach zostały wykonane niechlujnie i wymagają ponownego starannego montażu. Wiele mocowań zakrętek z klamkami oraz mocowań gałeczek jest uszkodzonych i wymaga naprawy. W niektórych oknach zaobserwowano zwiśnięcie skrzydeł, a co za tym idzie istnieje problem z ich domykaniem. Zaleca się regulację zawiasów w oknach, które są często otwierane.
Na podstawie przeprowadzonych badań nie zidentyfikowano miejsc występowania korozji biologicznej wewnątrz przekrojów drewnianych stolarki okiennej
Zaleca się stałe monitorowanie powłok stolarki okiennej ze względu na możliwą migrację wody do wnętrza przekrojów drewnianych.

4. Koncepcja monitoringu bezpieczeństwa obiektu oraz stanu zachowania

Terminem monitoring określa się zespół wszystkich technik i metod umożliwiających ocenę stanu zachowania obiektu. Różne klasyfikacje monitoringu korzystają z różnych kryteriów np. cel monitorowania, rodzaj pomiarów (statyczne, dynamiczne), charakter badań (badania niszczące, quasi-niszczące i nieniszczące), czas monitorowania, itp. Wg. [47] najważniejsze technologie monitoringu można sklasyfikować jako zajmujące się oceną statycznej lub dynamicznej pracy konstrukcji w czasie. Najefektywniejszym, w przypadku obiektów dziedzictwa, wydaje się być połączenie tych technologii w jeden, hybrydowy system, którego zakres działania obejmuje śledzenie zmian w geometrii (powstających również w wyniku zjawisk opóźnionych) oraz badania nieniszczące materiałów konstrukcyjnych. Technologie monitorowania geometrii obejmują: tachimetrię, skanowanie laserowe, globalny system pozycjonowania (GPS), fotogrametrię i technologie teledetekcji. Zakres i rodzaj wykonywanych badań nieniszczących jest bardzo szeroki i obejmuje: termografię, badania georadarowe, badania tomograficzne i X-ray, testy flat-jack, badania ultrasonograficzne i wiele innych.
W tym przypadku skupino się głównie na monitorowaniu geometrii hali z uwagi jej wielkość i brak znacznych uszkodzeń. Brak wcześniejszych dokładnych cyfrowych danych dotyczących geometrii jak również przemieszczeń poszczególnych elementów było dodatkowym argumentem.
Powstała dokumentacja cyfrowa jest cennym narzędziem przydatnym w zachowaniu zasobów dziedzictwa. Modele wykonane na jej podstawie zostały wykorzystane do oceny stanu zachowania konstrukcji jak również do identyfikacji czynników przyczyniających się do jej destrukcji. Taki sam tok postepowania zastosowano np. w kościele pw. Św. Anny w Ząbkowicach Śląskich [83].
Powtarzając skanowanie 3D i nakładając na siebie poszczególne skany, można wykrywać przemieszczenia i rozwój zarysowań trójwymiarowych elementów. Zapewnia to skuteczne narzędzie do monitorowania zachowania konstrukcji, bez fizycznego dostępu do elementów obiektów. Technologia ta może być stosowana również, na poziomie milimetrowej dokładności, do rejestracji degradacji powierzchni, takich jak np.: powierzchnia betonu.

Aby uzyskać wiarygodne dane wstępne wykonano skan 3D konstrukcji Hali Stulecia, przygotowano modele BIM (ang.: Building Information Modeling, pol.: Modelowanie Informacji o Budynku) oraz przeprowadzono analizę numeryczną statyki obiektu. Pozyskiwane w przyszłości dane z monitoringu będą mogły uzupełniać powstałe modele i weryfikować dane aplikowane do obliczeń.

4.1. Model 3D

Wykonując w Hali Stulecia w 2015 r. laserowe skany 3D bazowano na doświadczeniach opisanych w [48], [49], [50]. Prace dotyczące pozyskania danych geometrycznych konstrukcji Hali Stulecia były niezbędne do budowy modeli numerycznych (ang. FEM – Finite Element Method, pol. MES – Metoda Elementów Skończonych) modeli BIM oraz dalszych analiz konstrukcyjnych obiektu.
Obecnie istnieje coraz więcej urządzeń wspierających inwentaryzacyjny pomiar odległości. Doskonałym narzędziem do uzyskania szczegółowej inwentaryzacji obiektu jest skaner przestrzenny 3D. Podczas prac przy Hali Stulecia wykorzystano skaner FARO X330 (fot. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4), który umożliwia tworzenie kompletnej i szczegółowej dokumentacji 3D obiektów, w tym również zabytkowych, co jest szczególnie przydatne podczas prac konserwatorskich, renowacyjnych i analiz naukowych przy zabezpieczaniu chronionych budynków oraz do wirtualnej prezentacji miejsc historycznych.

Wybierając datę pomiaru należy uwzględnić:
- konieczność ograniczenia wstępu osobom postronnym na obszar objęty skanowaniem,
- pogodę, która potrafi uniemożliwić pomiar w przypadku opadów deszczu i śniegu, czy silnego wiatru,
- zalegający śnieg, który powoduje dodatkowe naprężenia w konstrukcji prowadzące do nieznacznych odkształceń konstrukcji,
- temperaturę i ciśnienie, które wpływają na przejrzystość powietrza, w efekcie na promień lasera wykorzystywany w urządzeniu pomiarowym,
- usunięcie elementów wyposażenia zanieczyszczające skan (worki, kosze na śmieci, samochody, liny, kotary itp.).

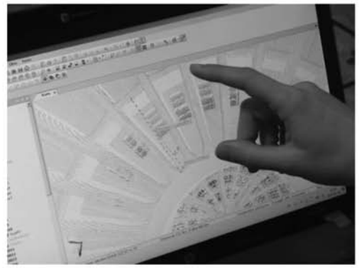
Rys. 4.1. Skaner laserowy 3D we wnętrzu Hali Stulecia podczas pomiarów.

Rys. 4.2. Skaner laserowy 3D na zewnątrz Hali Stulecia podczas pomiarów.

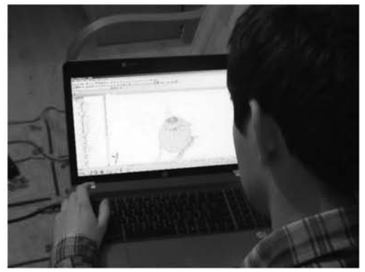
Rys. 4.3. Skaner laserowy 3D we wnętrzu, pod kopułą Hali Stulecia podczas pomiarów.

Rys. 4.4. Skaner laserowy 3D we wnętrzu, pod kopułą Hali Stulecia podczas pomiarów.

Zintegrowany ze skanerem zestaw fotograficzny pozwolił na natychmiastowe stworzenie faktycznych obrazów 3D. Urządzenie tworzy chmurę punktów, która poddana obróbce daje dokładny, trójwymiarowy obraz obiektu, (fot. 4.5 – 4.8). Chmury punktów zapisane w poszczególnych plikach zostały połączone w jedną dużą chmurę. Dokładne pozycjonowanie skanów względem siebie umożliwiły kule referencyjne i tarcze referencyjne. Obiekty sferyczne o znanej średnicy były umieszczane przed rozpoczęciem skanowania w obszarach wspólnych dla kolejnych skanów. Konieczna była redukcja gęstości chmur, ograniczenie to spowodowane zostało brakiem zdolności obliczeniowych programów do ich obsługi.



Rys. 4.5. Chmura punktów podczas obróbki - kopuła.

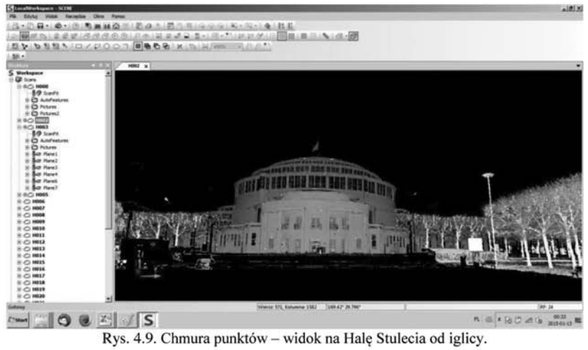


Rys. 4.6. Chmura punktów podczas obróbki.

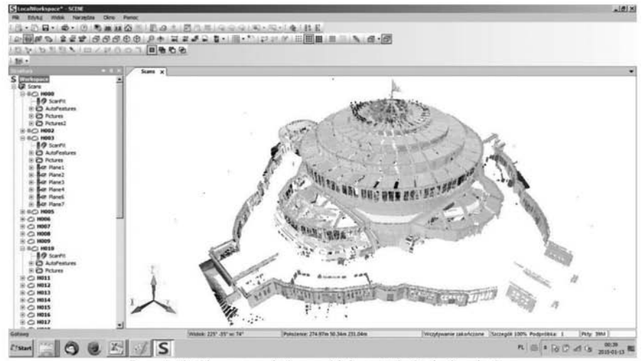
Rys. 4.7. Chmura punktów podczas obróbki.

Rys. 4.8. Chmura punktów podczas obróbki.

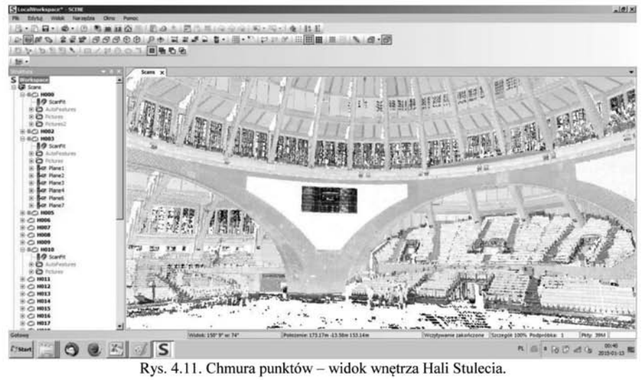
Uzyskano w ten sposób sferyczne współrzędne punktów oddalonych od stanowiska pomiarowego. Tak wykonana inwentaryzacja może być wykorzystana do dalszych analiz numerycznych i prac projektowych.
W pracach przy Hali Stulecia we Wrocławiu wykonano ponad 50 skanów wewnątrz i na zewnątrz obiektu oraz liczne sferyczne fotografie w odcieniach szarości, (fot. 4.9 – 4.12).



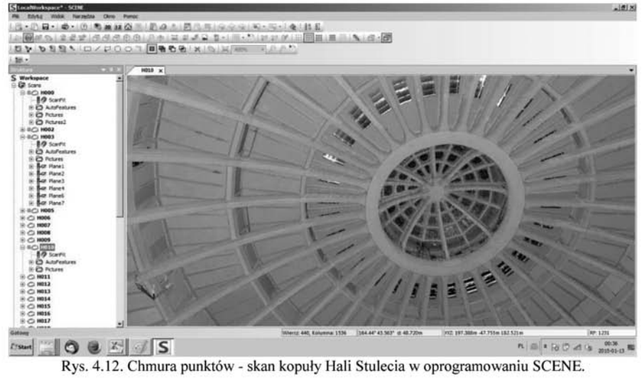
Rys. 4.9. Chmura punktów – widok na Halę Stulecia od iglicy.



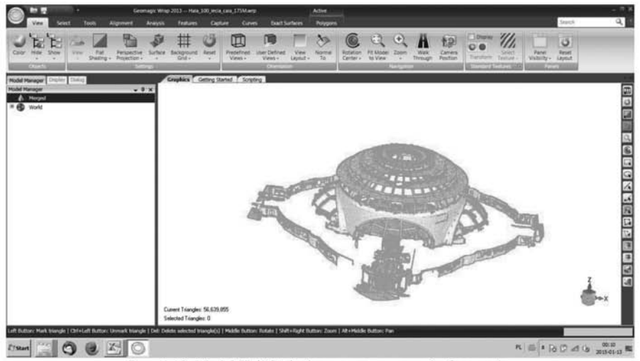
Rys. 4.10. Chmura punktów – widok na Halę Stulecia od góry.



Rys. 4.11. Chmura punktów – widok wnętrza Hali Stulecia.



Rys. 4.12. Chmura punktów - skan kopuły Hali Stulecia w oprogramowaniu SCENE.



Rys. 4.13. Model Hali Stulecia w oprogramowaniu Geomagic.

W dalszych, pracach do przekształcenia rzędnych z układu sferycznego na ortogonalny wykorzystano systemowe oprogramowanie SCENE interpretujące pliki skanów. Za pomocą specjalistycznego oprogramowania Geomagic, (fot. 4.13), wykonano podstawowe pomiary odległości poszczególnych punktów chmury oraz wykryto podstawowe powierzchnie tj. prostopadłościan (ang.: slab), walec (ang.: pipe), płaszczyzna (ang.: plane), sfery (ang.: sphere), odcinek (ang.: line). Możliwy jest także opis poszczególnych elementów oraz eksport ich do formatów innych programów. W celu uzyskania rysunków technicznych przydatne jest określenie krzywych charakterystycznych dla załamań płaszczyzny oraz obrysów profili i ich eksport do środowiska CAD. Oprogramowanie zapewnia duże możliwości przeglądu i wizualizacji chmury punktów, umożliwia np.: odbywanie wirtualnych spacerów po skanowanych lokalizacjach.

4.2. BIM (Building Information Modeling)

Obiekt stworzony w technologii BIM ma wszystkie możliwe parametry rzeczywistego obiektu. Dzięki temu można analizować więcej informacji niż w projekcie powstałym w 2D. Co najważniejsze projekt w 2D może być interpretowany tylko przez ludzi bazując na ich doświadczeniu, a projekt w BIM wprowadza dodatkowe wsparcie w postaci różnorodnych programów/raportów ułatwiających i przyśpieszających interpretację obrazów.
Aby można było wspomóc monitoring bezpieczeństwa budynku Hali przeprowadzając pomiary zmian geometrii obiektu niezbędny jest reper (niezmienny w przestrzeni punkt, najlepiej usytuowany poza obiektem), według, którego będzie można ustawiać następne skany 3D i monitorować zmiany geometrii obiektu.
Dzięki informacjom zawartym w modelu BIM, będzie można szybko i bezbłędnie przewidzieć, gdzie i jakie elementy konstrukcyjne i eksploatacyjne będą musiały zostać wzmocnione lub wymienione w najbliższym czasie. Dostęp do nowych możliwości z pewnością wpłynie na bezpieczeństwo ale również na obniżenie kosztów utrzymania obiektu i zwiększy kontrolę nad jego faktycznym stanem. Dzięki symulacjom BIM będzie można też sprawdzić wpływ remontów i modernizacji poszczególnych elementów na konstrukcję nośną lub środowisko.
Modele BIM (ang.: Building Information Modeling, pol.: Modelowanie Informacji o Budynku) Hali Stulecia wykonano na podstawie wyników skanowania 3D. Przedstawiono również etapy sporządzania dokumentacji w oparciu o chmury punktów. Modele obiektu zostały wykonane przy użyciu dwóch specjalistycznych rodzin programów. Wykonanie dwóch modeli BIM miało na celu wykazanie, że wykonanie modelu przydatnego do dalszych analiz np.: numerycznych, możliwe jest na różne sposoby. Powstałe modele BIM I i BIM II wykonano przy użyciu różnych grup, kompatybilnych ze sobą oprogramowań.

BIM I wykonano przy użyciu:
- Autodesk ReCap program do obróbki chmur punktów,
- Autodesk AutoCAD program do tworzenia rysunków wektorowych,
- Autodesk Revit program do tworzenia modeli BIM obiektów,
- Meshlab program do obróbki obiektów mesh.

Podano również informacje na temat użycia innych programów wspomagających pracę na chmurach punktów w środowisku Revit oraz jakie korzyści można uzyskać przy tworzeniu modelu BIM w oparciu o skanowanie 3D.

BIM II wykonano przy użyciu:
- FARO Scane – program dedykowany m. in. dla skanera Faro Focus 3D wspomagający przeglądanie, pomiary oraz edycję chmur punktów,
- Geomagic Design X – program powstał ze złożenia trzech niezależnych programów; stworzony, aby maksymalnie uprościć i uskutecznić proces „inżynierii odwrotnej”,
- RhinoCeros – pionierski program wykorzystujący modelowanie powierzchni za pomocą „izokrzywych”; sposób funkcyjnego opisu krzywych oraz powierzchni został zaadaptowany w wielu znanych programach CAD/CAM cieszących się uznaniem i popularnością.

4.2.1. BIM I

Podstawę merytoryczną opracowania stanowiła tzw. „chmura punktów” zawierająca ok. 170 mln obiektów. Dodatkowo przeprowadzono analizę dokumentacji archiwalnej m.in. [4], [7]. Model BIM wykonano przy użyciu programu Autodesk Revit 2015.
Wynikiem skanowania skanerem laserowym 3D była tzw. „chmura punktów”, składająca się ze zbioru od kilku do kilkudziesięciu milionów punktów, w którym każdy punkt posiada swoje współrzędne X, Y, Z oraz dane o kolorze RGB i intensywności promienia odbitego. Taki format danych pozwala na wierne odwzorowanie skanowanych obiektów. Do pracy nad chmurami punktów przygotowano specjalne programy, każdy producent skanerów 3D ma w swojej ofercie dedykowany program, ale firma Autodesk również dysponuje programem służący do obróbki skanów 3D, czyli Autodesk ReCap. Można w nim otworzyć chmury punktów w większości dostępnych formatów zapisu, domyślnie stosowanych przez producentów skanerów 3D oraz pliki tekstowe.
Program ReCap domyślnie zapisuje chmury punktów w formacie *.rcp „*Autodesk ReCap project*”, na który może składać się wiele pojedynczych skanów. Dodatkowo Autodesk ma swój własny format zapisywania skanów 3d *.rcs „*Autodesk ReCap Scan*”, które mogą być potem zaimportowane do pliku *.rcp.
Nie ma technicznej możliwości przedstawienia całego budynku ze wszystkich stron tylko na jednym skanie 3D, dlatego potrzebne jest złączenie wielu chmur punktów i nadanie im jednego globalnego układu współrzędnych, taka operacja na chmurach punktów nazywa się ich rejestrowaniem. 36 skanów Hali Stulecia zostało dostarczonych w formacie *FLS i nie wymagały rejestrowania.
Program ReCap pozwala na rejestrowanie skanów, chociaż w tym wypadku nie było to konieczne. Cały proces polega na wskazaniu tych samych punktów na różnych skanach. Mogą to być przygotowane wcześniej sygnały pomiarowe w postaci tarcz z szachownicą naklejoną na elementy budynku. Dokładność rejestrowania, a tym samym dokładność finalnej chmury punktów zależy od wielu czynników, takich jak ilość wybranych wspólnych punktów (minimum 3), odległość poszczególnych punktów od siebie oraz ustawienie ich na różnych płaszczyznach. Należy unikać wybierania punktów na krawędziach ze względu na duże prawdopodobieństwo zaznaczenia punktów leżących na innych płaszczyznach.
W kolejnym etapie przeprowadzono indeksowanie, czyli połączenie wszystkich skanów do jednej chmury punktów. Dopiero w tym momencie możliwa jest praca na chmurze punktów w programie.

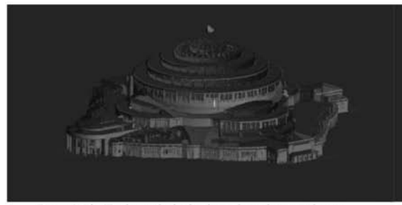
Rys. 4.14. Interfejs programu Autodesk ReCap do indeksowania skanów 3D.

Rys. 4.15. Tryb wyświetlania bazujący na kolorach RGB pozyskanych ze zdjęć panoramicznych.

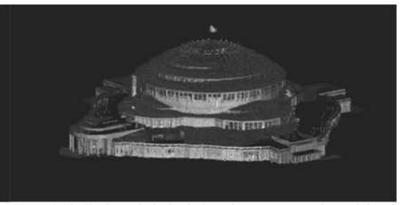
ReCap zapewnia kilka trybów wyświetlania punktów wspomagających pracę.

Rys. 4.16. Tryb wyświetlania na podstawie wysokości danego elementu.

Rys. 4.17. Tryb wyświetlania bazujący na podstawie intensywności odbicia promienia lasera.



Rys. 4.18. Tryb wyświetlania pokazujące wektory normalne dla każdego punktu.



Rys. 4.19. Tryb wyświetlania bazujący na przynależności danego punktu do skanu 3D.

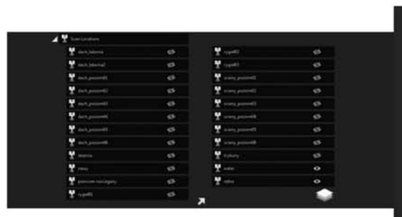
W pierwszym etapie pracy nad scaloną chmurą punktów wyczyszczono ją z tzw. „artefaktów", czyli punktów nierzeczywistych, wynikających z niedokładności technologii (np. odbicia od lustrzanych powierzchni) oraz punktów niebędących częścią budynku: ludzie, samochody i inne elementy znajdujące się w pobliżu obiektu podczas skanowania.

Rys. 4.20. Auto i człowiek na skanie 3D Hali Stulecia.

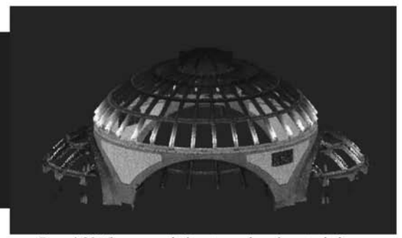
Głównym celem pracy na chmurach punktów w programie ReCap jest grupowanie punktów będących częścią tych samych elementów. Dzięki temu podczas pracy na innych programach typu Revit czy AutoCAD możliwe jest wyświetlanie tylko potrzebnych punktów do tworzenia dokumentacji. W chmurze punktów Hali Stulecia wyodrębniono następujące grupy punktów, zwane regionami:

– cylinder, stanowiący podstawę kopuły (pendentyw),
– żebra wsporcze arkad,
– pierścień rozciągany,
– żebra kopuły,
– rygle obwodowe,
– pierścień zwornikowy – ściskany,
– żebra latarni,
– ściany i stropy poszczególnych poziomów.

Alternatywnym rozwiązaniem dla pracy na regionach jest eksportowanie danej grupy punktów do osobnego pliku *.rcs i trwałe usunięcie wyeksportowanych punktów z pliku projektu.



Rys. 4.21. Poszczególne pliki *.rcs zaimplementowane do jednego pliku *.rcp.



Rys. 4.22. Grupy punktów stanowiące konstrukcję budynku.

Przygotowując pliki BIM wprowadzono dwie płaszczyzny odniesienia przecinające się pod kątem prostym, wyznaczające teoretyczny środek Hali Stulecia, do którego odnoszono wszystkie pliki *.dwg oraz chmury punktów. Przebieg jednej z płaszczyzn (płaszczyzna „NW-SE") przechodzi przez główne wejście. Druga płaszczyzna przechodzi przez wejście przy ulicy Wróblewskiego (płaszczyzna „NE-SW").

Utworzono 32 osie konstrukcyjne rozchodzące się promieniście od punktu przecięcia się dwóch płaszczyzn „NW-SE" i „NE-SW". Kąt zawarty pomiędzy osiami wynosi 11,25°, natomiast kąt pomiędzy pierwszą osią, a płaszczyzną „NW-SE" wynosi 5,625°.

Dodatkowo wprowadzono podstawowe poziomy odniesienia:

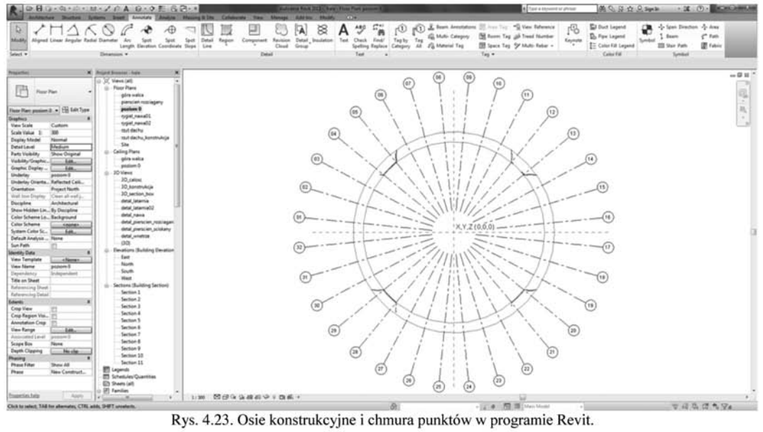
– „płyta centralna" -1.20m
– „poziom 0" 0.00m
– „góra walca" 18.33m
– „pierścień rozciągany" 20.00m
– „pierścień ściskany" 36.10m

W kolejnym etapie do programu Revit wczytano chmury punktów w formacie *.rcs i ustawiono je poprawnie względem przyjętych płaszczyzn odniesienia, poziomów odniesienia oraz osi konstrukcyjnych. Potem zablokowano położenie chmury punktów używając narzędzia „Pin". W momencie wczytywania następnych plików *.rcs w zakładce „Positioning" wybrano opcję „Auto – Origin to Last Placed". Użyto również narzędzia „Pin" w celu zablokowania ich położenia.

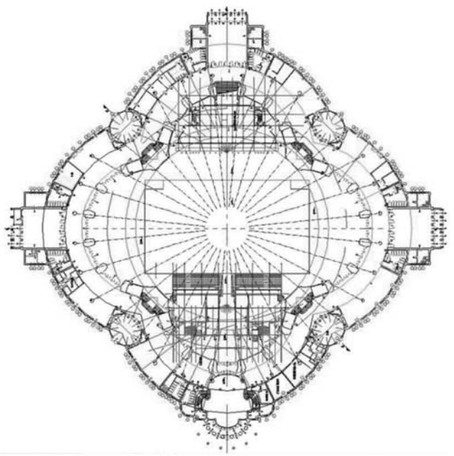
Przy tworzeniu modelu BIM Hali Stulecia użyto archiwalnej dokumentacji zapisanej w formacie *dwg, [7]. Dokumentacja była szczególnie pomocna przy modelowaniu elementów, skanowanych z małą rozdzielczością (np. żebra latarni) lub zasłoniętych podczas skanowania.

Plik *.dwg wczytano przy użyciu narzędzia „Link CAD". Funkcja ta pozwala na ponowne wczytanie podkładu, jeśli pojawiły się w nim zmiany. Po wczytaniu pliku w odpowiednim widoku ustawiono go poprawnie względem elementów już znajdujących się w pliku projektu. Użyto geometrycznego środka Hali Stulecia i narzędzia „Pin", aby zapobiec ewentualnym przesunięciom podkładu.

Program Revit pozwala na wyłączanie i usuwanie niepotrzebnych warstw z pliku *.dwg. Możliwe jest to dzięki narzędziu „Delete Layers" lub „Object Styles" w zakładce „Manage". Można także wyłączyć warstwy tylko w jednym widoku, używając opcji „Visibility/Grafics Override" w właściwościach widoku.



Rys. 4.23. Osie konstrukcyjne i chmura punktów w programie Revit.

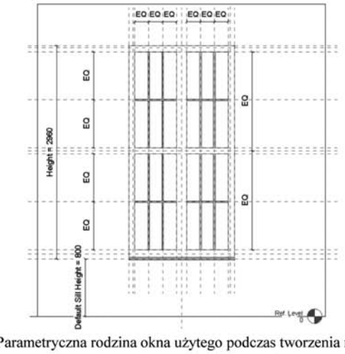


Rys. 4.24. Podkład *.dwg wprowadzony do programu Revit.

Przy tworzeniu modelu BIM Hali Stulecia użyto następujących elementów standardowych:

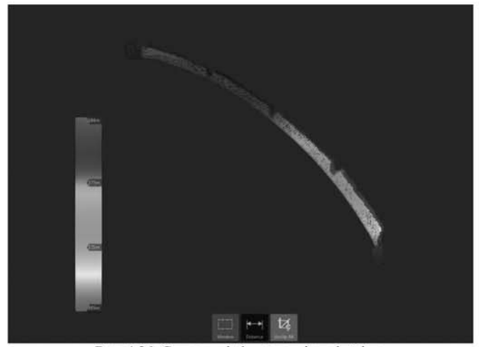
- Ściany o grubościach 410 mm, 340 mm i 300 mm;
- Dachy poszczególnych poziomów;
- Dach latarni (modelowanie masy o kształcie kopuły).

Podczas modelowania elementów konstrukcyjnych w Hali Stulecia używano głównie szablonów konstrukcyjnych „Metric Structural Framing - Beams and Braces" oraz „Metric Structural – Column", dodatkowo „Metric Window". W przypadku wybrania złego szablonu rodziny można go zmienić podczas edytowania rodziny w zakładce „Family Category and Parameters".



Rys. 4.25. Parametryczna rodzina okna użytego podczas tworzenia modelu BIM.

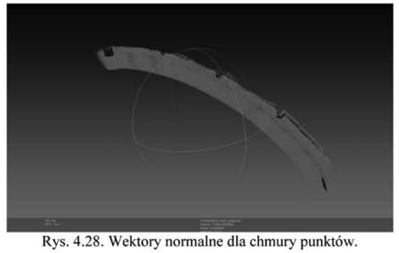
Edytor rodzin w programie Autodesk Revit nie zapewnia importu chmur punktów, stąd w zależności od elementu konstrukcyjnego, użyto innej metody importu chmury punktów do szablonu rodzin. Jedną z metod jest użycie programu „MeshLab" i przekształcenie chmury punktów na mesh, a potem zapisanie go w formacie *.dxf, który można importować do edytora rodzin. Drugą z metod jest uzyskanie podkładu w oparciu o chmury punktów w pliku projektu w programie Revit, zapisanie go w formacie *.dwg i import tego podkładu do pliku rodziny.
Przed przystąpieniem do obróbki chmury punktów w programie MeshLab przygotowano chmurę punktów w programie ReCap, ponieważ mesh stworzony ze zbyt dużej ilości punktów może utrudniać efektywną pracę.



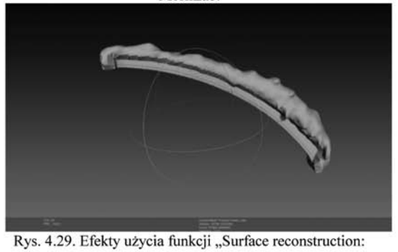
Rys. 4.26. Grupa punktów stanowiących żebro.

Następnie, punkty wyeksportowano do pliku o rozszerzeniu *.pts i zmieniono jego rozszerzenie na *.asc. Tak przygotowany plik można było wczytać do programu MeshLab.
W pierwszej fazie pracy w programie MeshLab obliczono wektory normalne dla zaimportowanej chmury punktów, potem za pomocą narzędzia „Surface reconstruction: Poisson" przekształcono je w mesh. Rezultat działania funkcji udoskonalono używając algorytmu „Vertex Attribute Transfer", który rzutuje pierwotną chmurę punktów na uzyskany mesh. Następnie usunięto niepotrzebne płaszczyzny powstałe w wyniku jego działania. Na sam koniec wyeksportowano mesh'a do pliku *.dxf i wczytano go do szablonu rodziny w programie Revit. Wadą tej metody jest brak możliwości cięcia płaszczyznami przekroju importowanych elementów do programu Revit oraz dostosowywania zakresu widoku.

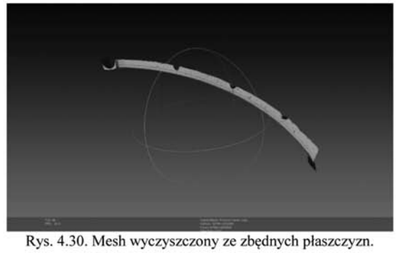
Rys. 4.27. Grupa punktów wczytana do programu MeshLab.



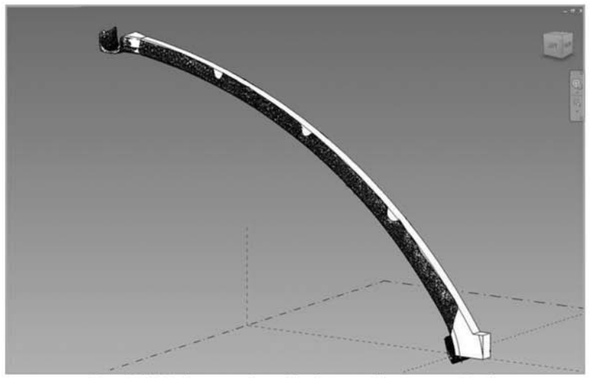
Rys. 4.28. Wektory normalne dla chmury punktów.



Rys. 4.29. Efekty użycia funkcji „Surface reconstruction: Poisson".

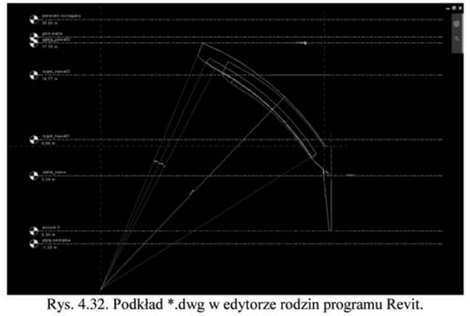


Rys. 4.30. Mesh wyczyszczony ze zbędnych płaszczyzn.



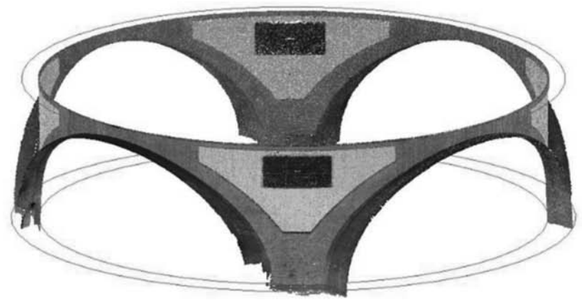
Rys. 4.31. Mesh wprowadzony do edytora rodzin programu Revit.

Drugą z metod użycia chmury punktów w edytorze rodzin jest stworzenie podkładu w głównym pliku Revita i wyeksportowanie widoku jako plik *.dwg, a potem wczytanie tego pliku do szablonu rodziny. Na początku wybrano odpowiedni widok – w tym wypadku przekrój, a potem regulując głębokość widoku ustawiono widoczność tak, żeby niepotrzebne punkty go nie zaciemniały. Po obrysowaniu konturów używając narzędzia „Detail line" wyeksportowano go do pliku *.dwg.

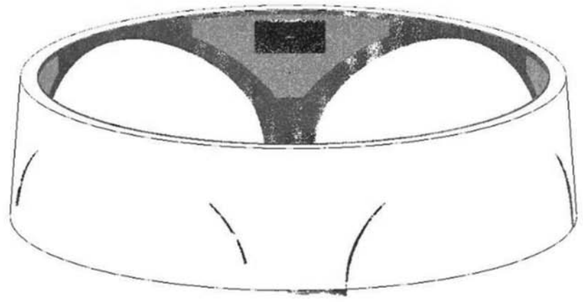


Rys. 4.32. Podkład *.dwg w edytorze rodzin programu Revit.

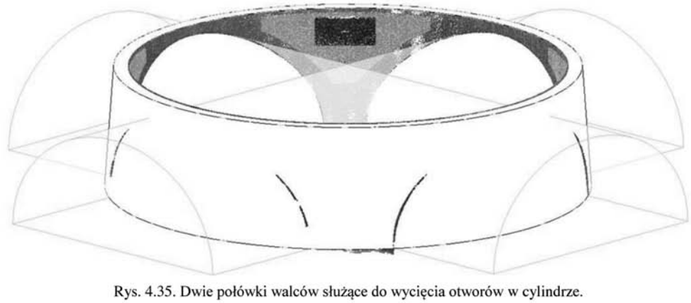
Przy modelowaniu walca wsporczego użyto funkcji „In place component", ze względu na jego skomplikowaną geometrię. Grubość elementu maleje wraz ze wzrostem wysokości, dodatkowo w walcu znajdują się cztery otwory będące połową elipsy. Jako kategorię rodziny, do której będzie przynależeć wymodelowany element, wybrano ściany „Wall". Przy modelowaniu walca użyto funkcji „Swept Blend", czyli tworzenie bryły o dwóch różnych podstawach po określonej krzywej. Potem wycięto w walcu eliptyczne otwory wzdłuż płaszczyzn „NW-SE" i „SW-NE".



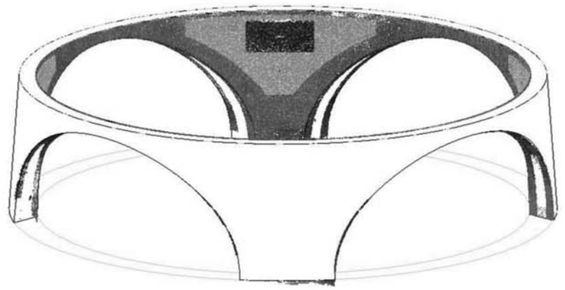
Rys. 4.33. Chmura punktów z liniami pomocniczymi.



Rys. 4.34. Cylinder uzyskany za pomocą narzędzia Swept Blend.

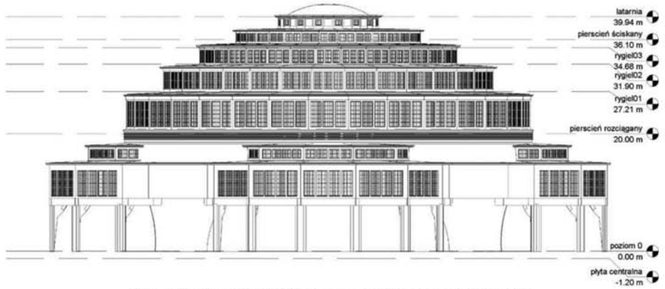


Rys. 4.35. Dwie połówki walców służące do wycięcia otworów w cylindrze.

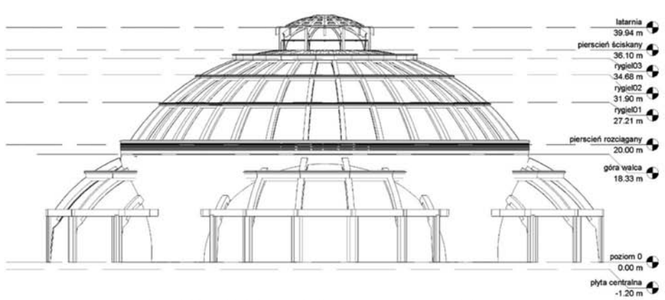


Rys. 4.36. Gotowy cylinder z wyciętymi otworami.

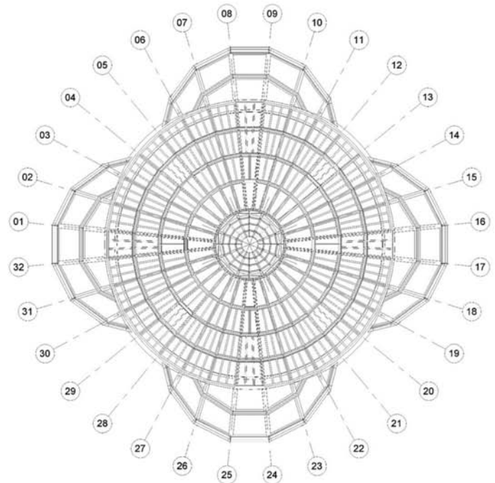
Modele BIM dzięki wielu informacjom, jakie zawierają dają duże możliwości ich wykorzystania. Pozwalają na tworzenie zestawień, kosztorysów oraz innych analiz zapewniających optymalizację procesu projektowego. Dzięki temu, że cały budynek jest wymodelowany. Można pokazać jego każdy szczegół, tworzyć dodatkowe przekroje czy widoki 3D dla skomplikowanych elementów.



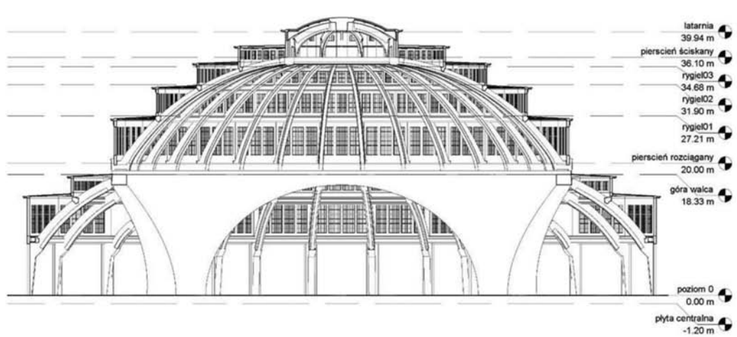
Rys. 4.37. Elewacja Hali Stulecia wygenerowana z modelu BIM.



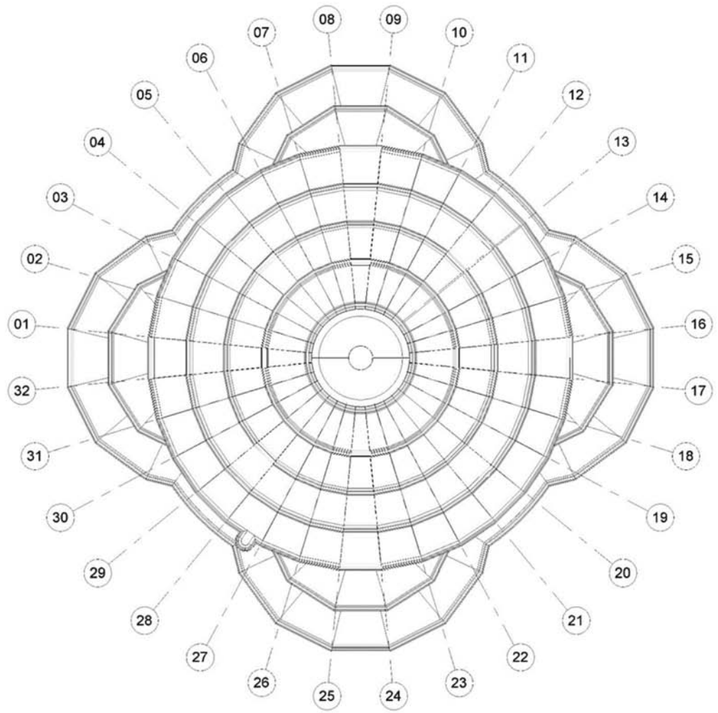
Rys. 4.38. Widok konstrukcji wygenerowana z modelu BIM.



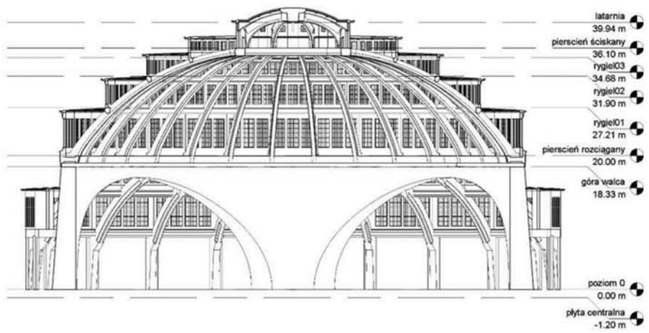
Rys. 4.39. Rzut konstrukcji Hali Stulecia wygenerowany z modelu BIM.



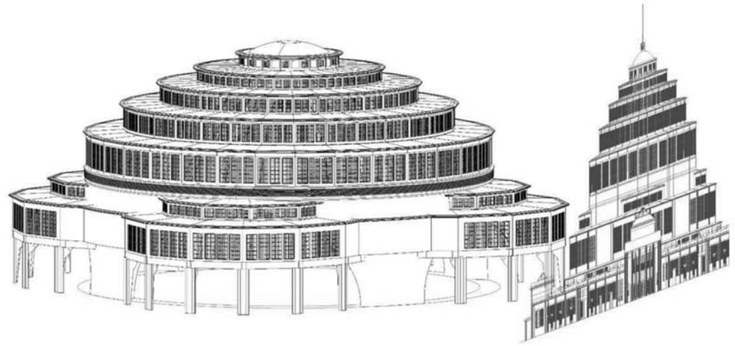
Rys. 4.40. Przekrój Hali Stulecia wzdłuż osi NW-SE.



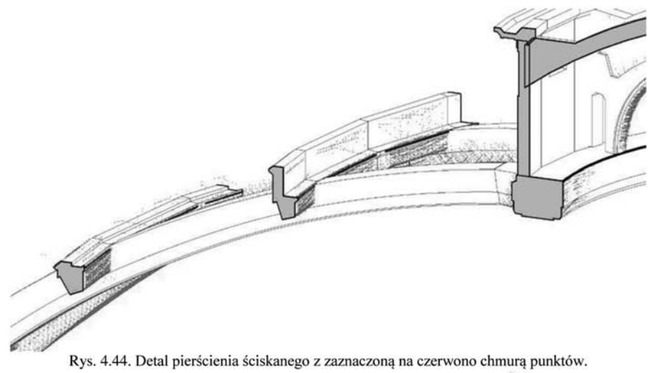
Rys. 4.41. Rzut dachu Hali Stulecia wygenerowany z modelu BIM.



Rys. 4.42. Przekrój poprzeczny Hali Stulecia wygenerowany z modelu BIM.



Rys. 4.43. Model BIM Hali Stulecia z wgranym podkładem *.dwg.

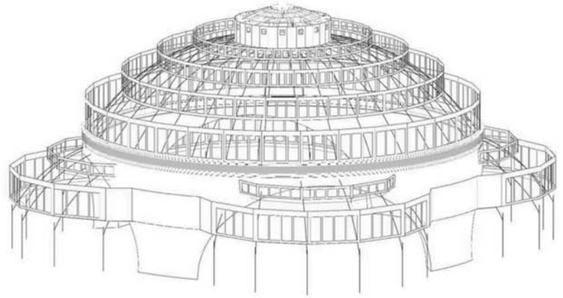


Rys. 4.44. Detal pierścienia ściskanego z zaznaczoną na czerwono chmurą punktów.

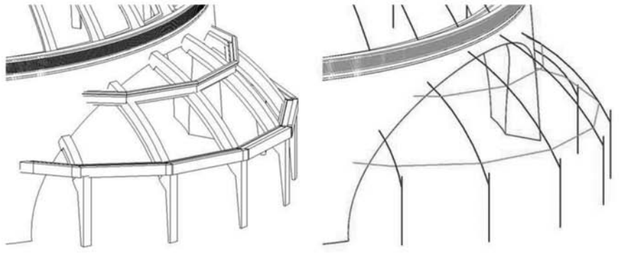
Rys. 4.45. Detal pierścienia rozciąganego z zaznaczoną na czerwono chmurą punktów.

Model BIM wykonano z uwzględnieniem nadania komponentom odpowiednich właściwości analitycznych, przez co możliwe jest wyeksportowanie modelu analitycznego do programów obliczeniowych (np.: Robot Structural Analysis, Ansys, czy

innych). W trakcie tworzenia nowych rodzin wprowadzono elementy geometryczne, które następnie zaadoptowano do modelu analitycznego w formie prętów i płyt.



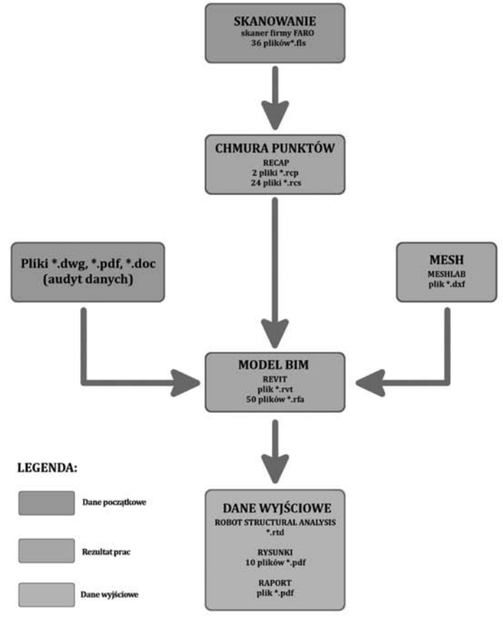
Rys. 4.46. Model analityczny wygenerowany na podstawie modelu BIM.



Rys. 4.47. Porównanie modelu BIM (po lewej) z modelem analitycznym (po prawej).

Na podstawie wyników skanowania 3D utworzono model BIM, zawierający w sobie model analityczny do obliczeń statyczno – wytrzymałościowych. Na tej podstawie można ocenić stan wytężenia konstrukcji przy uwzględnieniu obecnej geometrii budynku. W przypadku obiektów o wysokiej uniwersalnej wartości (np. obiektów wpisanych na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO) zaleca się stały monitoring w czasie, polegający między innymi na ponownym skanowaniu obiektu. Stąd, zaleca się wprowadzenie repera, czyli stałego punktu geodezyjnego, do którego będzie można odnosić kolejne skany. Po zaimportowaniu kolejnego skanu i stworzeniu plików typu *.rcs będzie można ponownie zaimportować wyniki skanowania do modelu BIM (plik *.rvt). Pomiaru zmian odkształceń należy dokonać w oparciu o dodatek napisany w języku C# lub VB.Net z uwzględnieniem następujących funkcji:

1) Obliczanie wektorów normalnych dla każdego punktu z chmury punktów na podstawie punktów sąsiednich.
2) Rzutowanie punktów na geometrię w programie Revit po wektorze normalnym.
3) Pomiar odległości pomiędzy punktem pierwotnym, a tym zrzutowanym na geometrię.
4) Wyświetlanie danych w postaci diagramu 3D.



Rys. 4.48. Schemat pracy przy tworzeniu modelu BIM z chmury punktów.

Podsumowując:

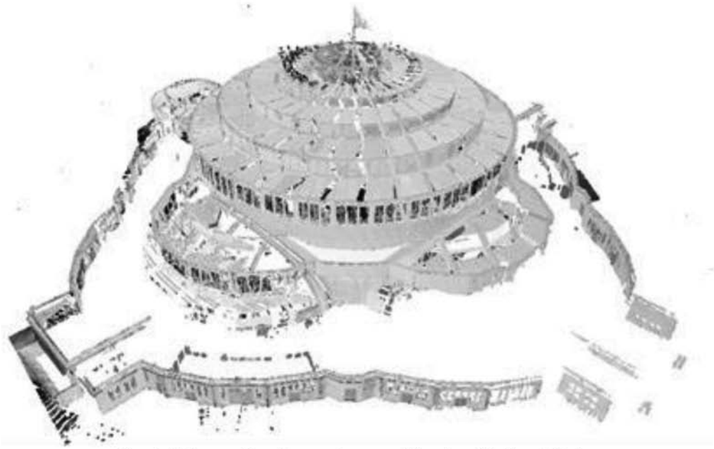
1) Możliwe jest opracowanie modelu BIM w programie Revit przy użyciu chmur punktów.
2) Dostępne są dodatki do programu Revit wspomagające pracę z chmurami punktów. Pozwalają one m.in. na automatyczne tworzenie płaszczyzn roboczych na podstawie wybranych punktów oraz import chmur punktów do szablonów rodzin. Niektóre z nich współpracują z programami do obróbki skanów 3D, co ułatwia importowanie chmur punktów do programu Revit.
3) Do przeprowadzania pomiarów zmian geometrii obiektu niezbędny jest reper, według, którego będzie można ustawiać następne skany 3d i monitorować zmiany geometrii obiektu, deformacje, etc.
4) Do pomiarów odległości pomiędzy chmurą punktów, a modelem BIM potrzebny jest dodatek napisany w języku C# lub VB.Net.
5) Zmiany w dokumentacji *.dwg umożliwiają monitoring zmian w obiekcie i aktualizację modelu BIM.

4.2.2. BIM II

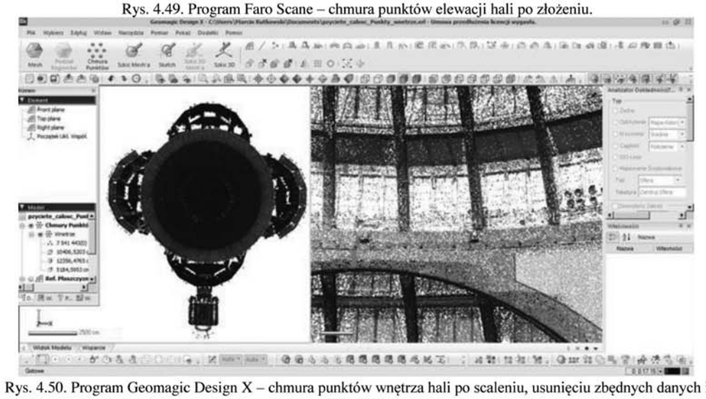
Celem tworzenia modeli BIM jest uzyskanie wiernego odwzorowania w modelu komputerowym geometrii elementów konstrukcyjnych Hali na bazie przeprowadzonego skanowania przestrzennego. Zakresem opracowania jest zestawienie efektów pracy skanowania obiektu za pomocą dwóch podejść do modelowania, określenie przydatności wykonanych modeli oraz możliwość wykorzystania ich w przyszłości.

Przedmiotem modelowania jest przedstawienie narzędzi pomocnych do wykonania modelu komputerowego elementów konstrukcyjnych Hali Stulecia tj.:

1. latarnia,
2. pierścień górny,
3. żebra kopuły,
4. pierścień dolny,
5. arkady,
6. cylinder,
7. kuluary.



Rys. 4.49. Program Faro Scane – chmura punktów elewacji hali po złożeniu.



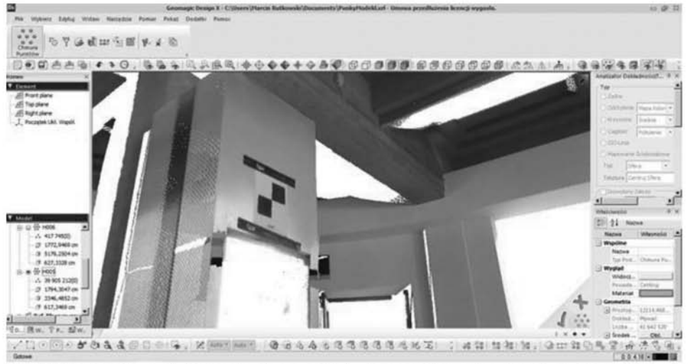
Rys. 4.50. Program Geomagic Design X – chmura punktów wnętrza hali po scaleniu, usunięciu zbędnych danych i redukcji.

Wykorzystując program Faro Scane pozycjonowano względem siebie poszczególne pliki chmury punktów. Proces ten nazywamy rejestracją, który wspomóc możemy umiejscawiając znaczniki tj. tarczki, kule lub urządzenia GPS wykorzystywane w czasie skanowania. W tym przypadku wykorzystano tarczki wieszane na ścianach obiektu.

Rys. 4.51. Program Faro SCANE – chmura punktów po rejestracji.

Wczytując pojedynczo pliki chmury punków oczyszczono je ze zbędnego materiału oraz wykonano redukcję w zależności od mocy przerobowej sprzętu, potrzeb i doświadczenia osób przetwarzających punkty. Podstawowe założenia przy czyszczeniu danych to: usuwanie punktów daleko położonych od stanowiska skanu, elementów nieistotnych dla obserwacji (tj. koszy, ławek, słupków, samochodów itp.). Wykonano również redukcję ilości punktów na płaszczyznach płaskich.

Rys. 4.52. Program Geomagic Design X – nieistotny element do usunięcia, kosz na śmieci. Większość elementów można było usunąć przed skanowaniem skracając czas obróbki danych.

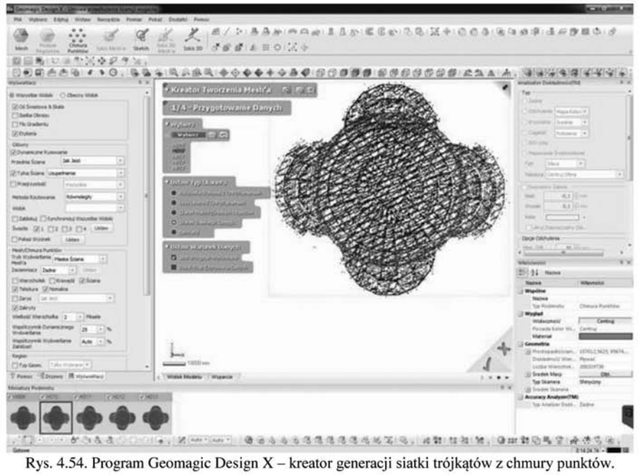


Rys. 4.53. Program Geomagic Design X – chmura punktów przed próbkowaniem. Tarczka do rejestracji skanów.

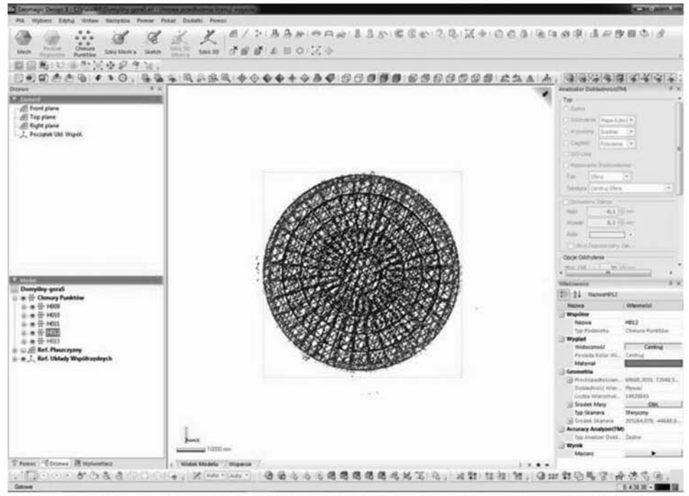
Z chmur punktów wydzielono poszczególne elementy podlegające analizie dzieląc je na mniejsze chmury. W tym przypadku modelowaniu podlegały elementy tj.:

1) cylinder (powierzchnia wewnętrzna);
2) arkady (żebra);
3) pierścień dolny (powierzchnia wewnętrzna);
4) żebra kopuły;
5) pierścień górny;
6) latarnia;
7) kuluary (nieistotne dla wyników opracowania, pominięto w modelowaniu).

Poszczególne chmury punktów służą do stworzenia siatki trójkątów. Taką powierzchnię przyległych do siebie trójkątów podzielono na obszary o zbliżonej geometrii np. fragmenty: kuli, walca, cylindra, powierzchni płaskiej czy falistych. Każda z podstawowych geometrii posiada punkty bądź osie charakterystyczne dla siebie. Wykorzystując to dla wybranych siatek interpolowano bryły i powierzchnie, które posłużyły do zbudowania wiernie odwzorowanego modelu. Każdą bryłę możemy przyrównać do siatki trójkątów lub chmury punktów, aby dostać informację o odchyłkach.



Rys. 4.54. Program Geomagic Design X – kreator generacji siatki trójkątów z chmury punktów.



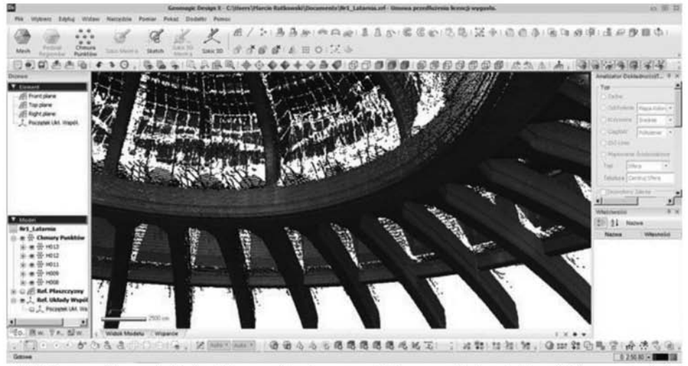
Rys. 4.55. Program Geomagic Design X – przycięta chmura punktów przygotowana do modelowania żeber, pierścienia górnego oraz latarni.

Rys. 4.56. Program Geomagic Design X – siatka trójkątów (przy zbyt rozrzedzonej chmurze punktów).

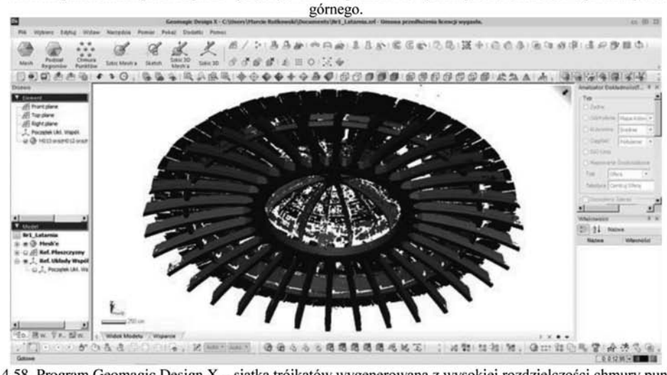
Model przestrzenny BIM stworzono z poszczególnych elementów składowych konstrukcji Hali Stulecia.

1) Latarnia – wpasowano oś latarni za pomocą interpolacji powierzchni cylindrycznych. Wyznaczono punkty oparcia żeber latarni na pierścieniu górnym. Interpolowano powierzchnie kuli wpisując ją w dolną powierzchnię żeber.

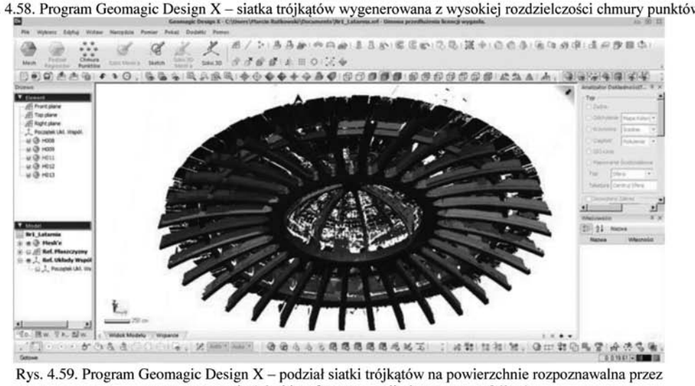
2) Pierścień górny - wyznaczono oś w wyniku interpolacji powierzchni pierścienia wewnętrznego. Następnie określono płaszczyznę należącą do osi. Wykreślono przekrój pierścienia. Obrócono przekrój wokół osi tworząc bryłę.



Rys. 4.57. Program Geomagic Design X – przycięta chmura punktów o wysokiej rozdzielczości fragmentu pierścienia górnego.

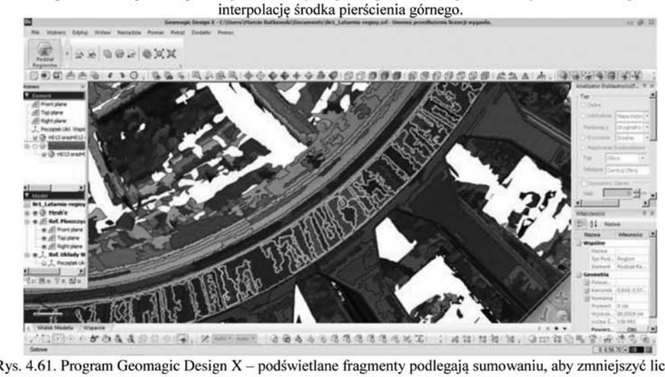


Rys. 4.58. Program Geomagic Design X – siatka trójkątów wygenerowana z wysokiej rozdzielczości chmury punktów.

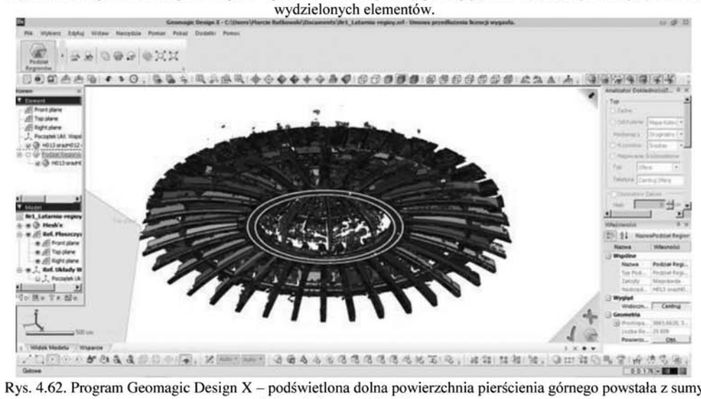


Rys. 4.59. Program Geomagic Design X – podział siatki trójkątów na powierzchnie rozpoznawalna przez oprogramowanie (płaskie, sferyczne, cylindryczne oraz faliste).

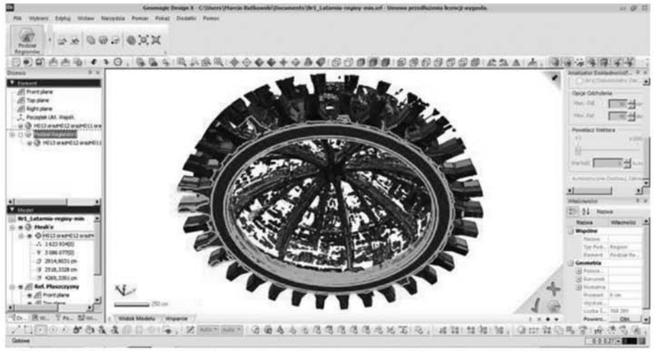
Rys. 4.60. Program Geomagic Design X – podświetlony fragment powierzchni posiada swój środek obrotu pozwalając na interpolację środka pierścienia górnego.



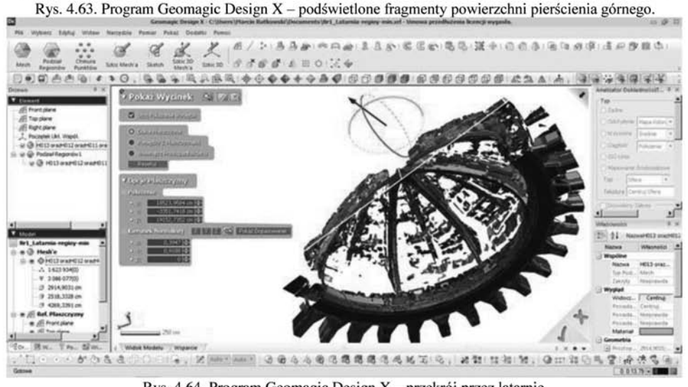
Rys. 4.61. Program Geomagic Design X – podświetlane fragmenty podlegają sumowaniu, aby zmniejszyć liczbę wydzielonych elementów.



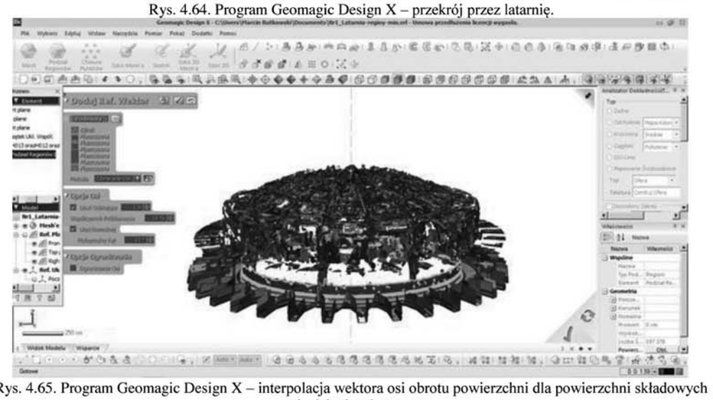
Rys. 4.62. Program Geomagic Design X – podświetlona dolna powierzchnia pierścienia górnego powstała z sumy mniejszych fragmentów płaszczyzn.



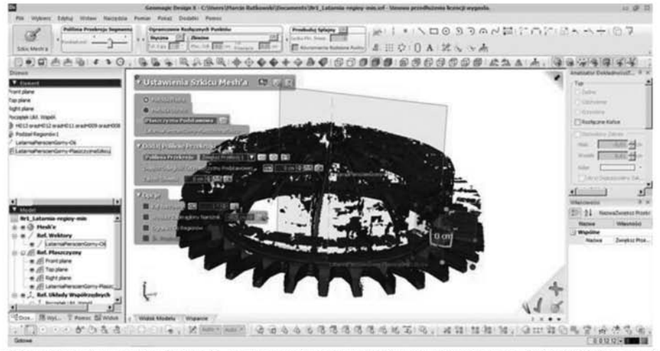
Rys. 4.63. Program Geomagic Design X – podświetlone fragmenty powierzchni pierścienia górnego.



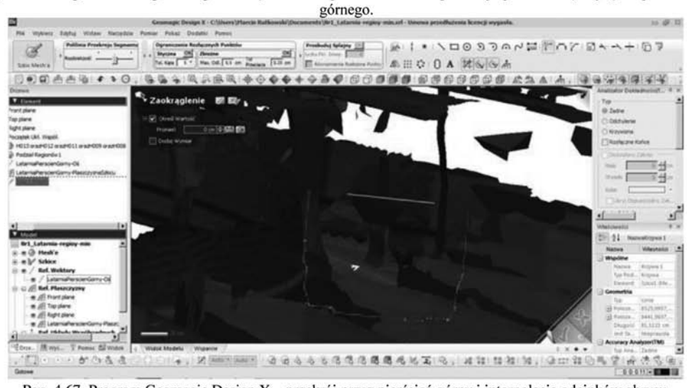
Rys. 4.64. Program Geomagic Design X – przekrój przez latarnię.



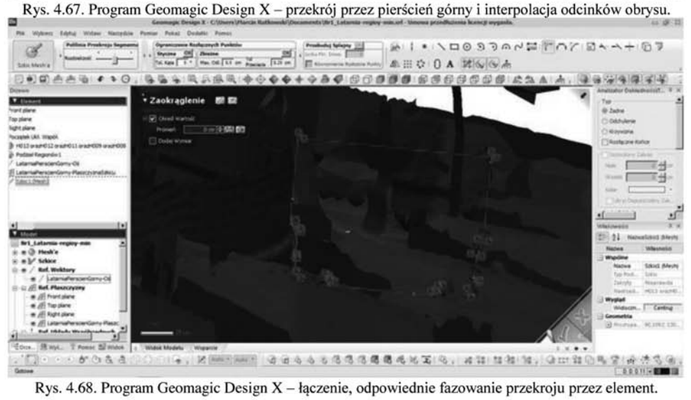
Rys. 4.65. Program Geomagic Design X – interpolacja wektora osi obrotu powierzchni dla powierzchni składowych pierścienia górnego.



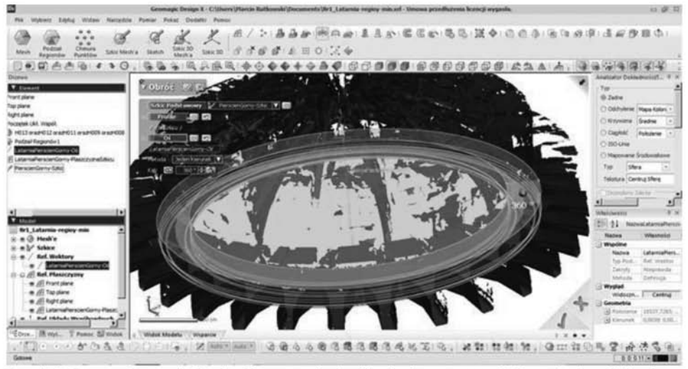
Rys. 4.66. Program Geomagic Design X – wyznaczenie powierzchni oraz przekroju przez siatkę trójkątów pierścienia górnego.



Rys. 4.67. Program Geomagic Design X – przekrój przez pierścień górny i interpolacja odcinków obrysu.



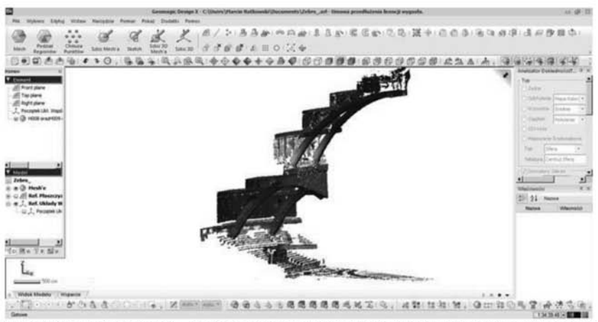
Rys. 4.68. Program Geomagic Design X – łączenie, odpowiednie fazowanie przekroju przez element.



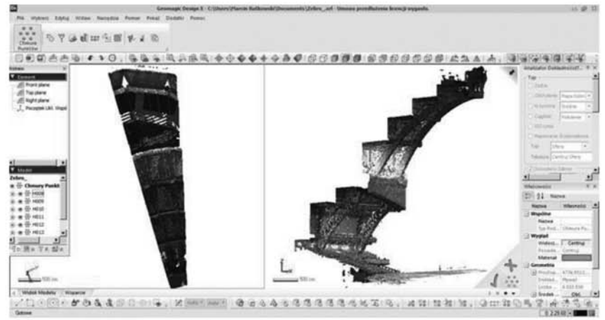
Rys. 4.69. Program Geomagic Design X – generacja pierścienia górnego przez obrót przekroju wokół wektora referencyjnego.

Rys. 4.70. Program Geomagic Design X – nałożenie powstałego elementu na chmurę punktów wyszukując największych różnic w modelu, aby dokonać niezbędnych korekt.

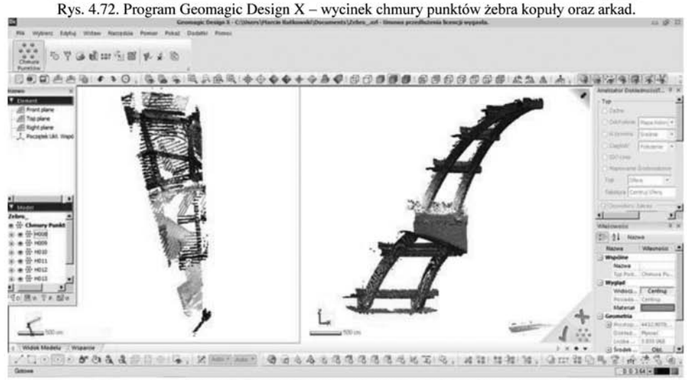
3) Żebra kopuły – wyznaczono powierzchnie ograniczające żebro (ściany). Wpisano cylinder w łuki dolne i górne żebra. W wyniku operacji na płaszczyznach utworzono żebro.



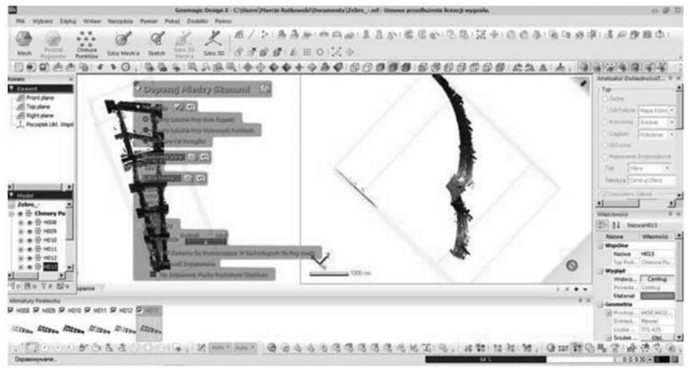
Rys. 4.71. Program Geomagic Design X – wycinek chmury punktów żebra kopuły oraz arkad w widoku izometrycznym.



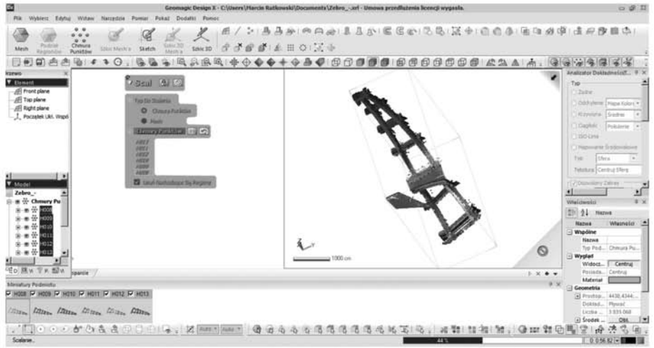
Rys. 4.72. Program Geomagic Design X – wycinek chmury punktów żebra kopuły oraz arkad.



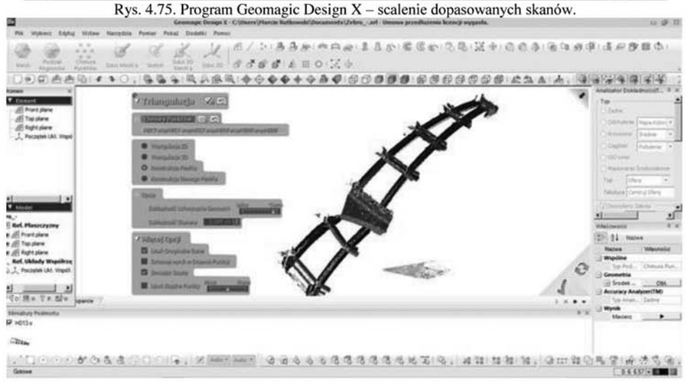
Rys. 4.73. Program Geomagic Design X – wyczyszczenie wycinka chmury punktów dla żebra.



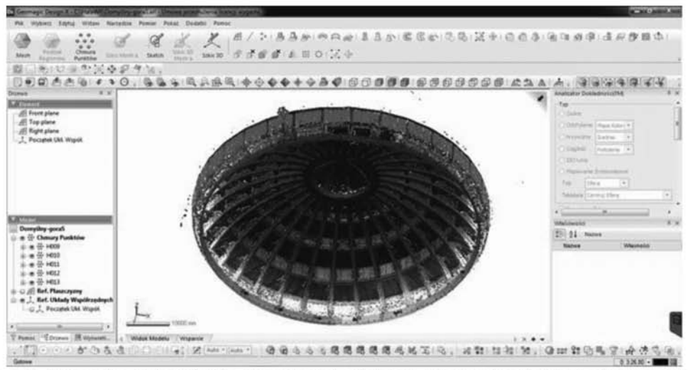
Rys. 4.74. Program Geomagic Design X – korekta nałożenia skanów na siebie.



Rys. 4.75. Program Geomagic Design X – scalenie dopasowanych skanów.



Rys. 4.76. Program Geomagic Design X – generacja siatki trójkątów fragmentu chmury punków o wysokiej rozdzielczości.

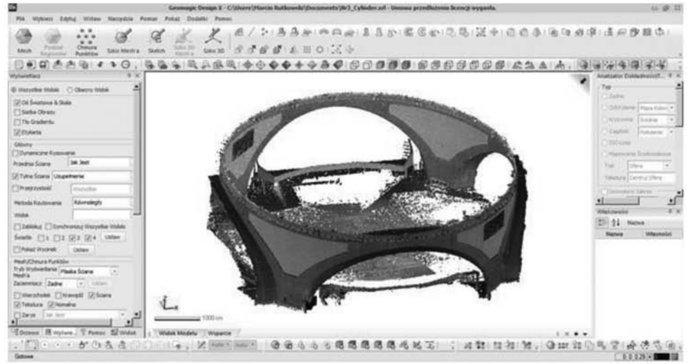


Rys. 4.77. Program Geomagic Design X – chmura punktów pierścienia dolnego, żeber, pierścienia górnego raz latarni.

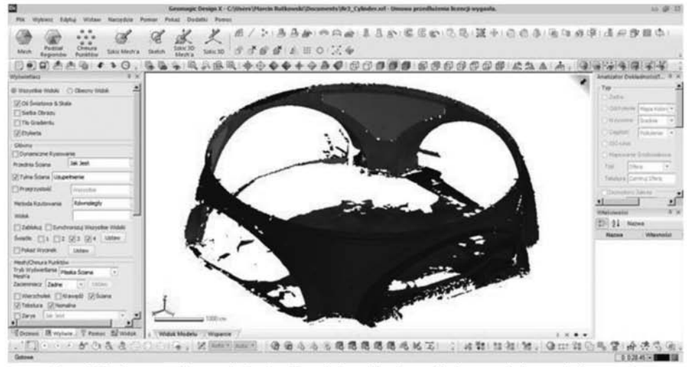
4) Pierścień dolny – wykorzystując powierzchnie cylindryczne interpolowano oś pierścienia. Wyznaczono płaszczyznę należącą do osi. Obrysowano przekrój pierścienia. Wygenerowano powierzchnie pierścienia przez obrót wokół jego osi.

5) Arkady – zbyt duże braki w chmurze punktów nie pozwalają na efektywne uzyskanie brył.

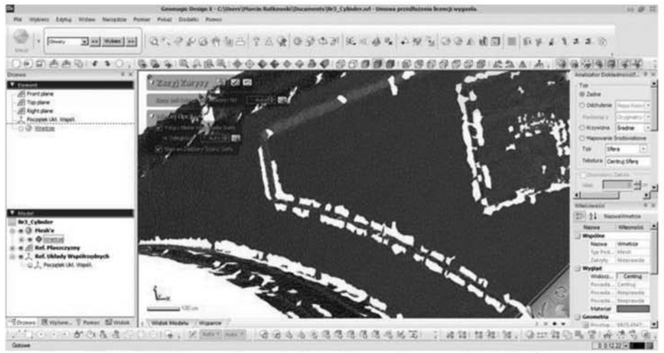
6) Cylinder – wyznaczono oś wewnętrznej powierzchni cylindra.



Rys. 4.78. Program Geomagic Design X – chmura punktów cylindra.

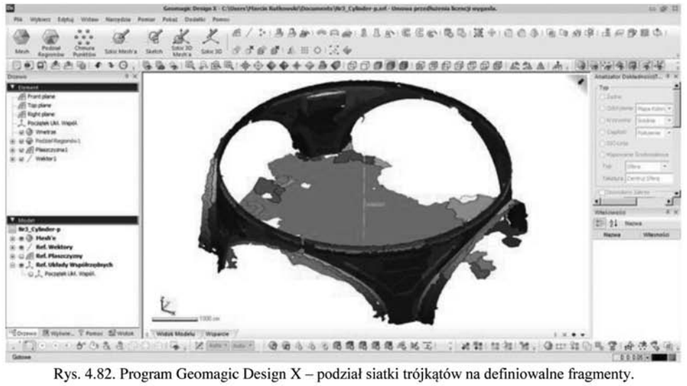


Rys. 4.79. Program Geomagic Design X – siatka trójkątów cylindra z naniesionymi teksturami.

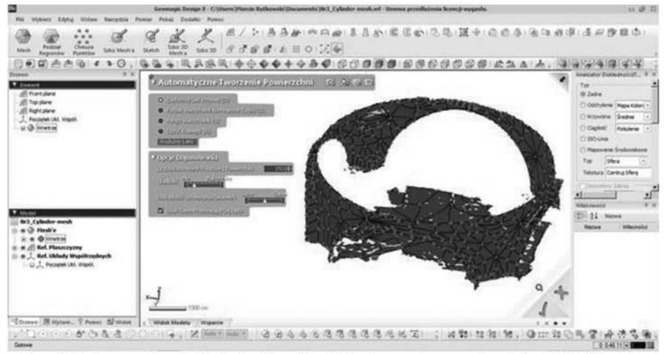


Rys. 4.80. Program Geomagic Design X – powiększona siatka trójkątów.

Rys. 4.81. Program Geomagic Design X – siatka trójkątów bez tekstur.



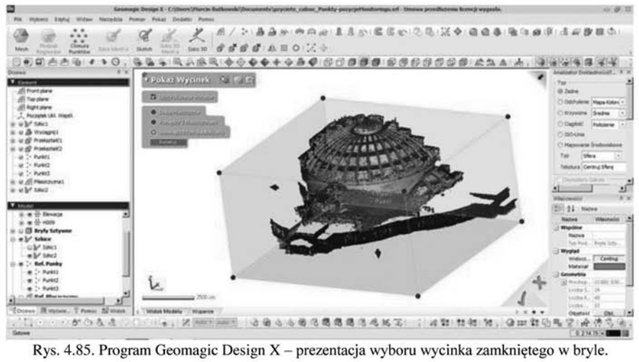
Rys. 4.82. Program Geomagic Design X – podział siatki trójkątów na definiowalne fragmenty.



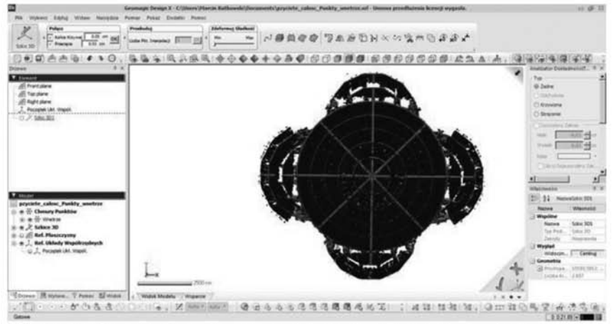
Rys. 4.83. Program Geomagic Design X – efekt działania generatora powierzchni z siatki trójkątów.

Rys. 4.84. Program Geomagic Design X – wykreślenie cylindra i sprawdzenie różnic w stosunku do bazowej chmury punktów.

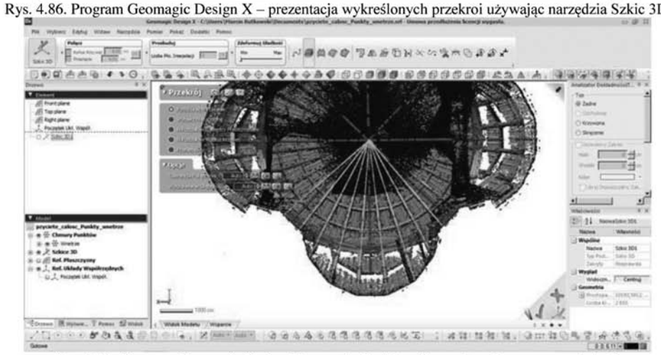
7) Kuluary - wyznaczono powierzchnię poziomą. Obrysowano rzut zewnętrzny budynku. Wyciągnięto rzut do wysokości kuluar.



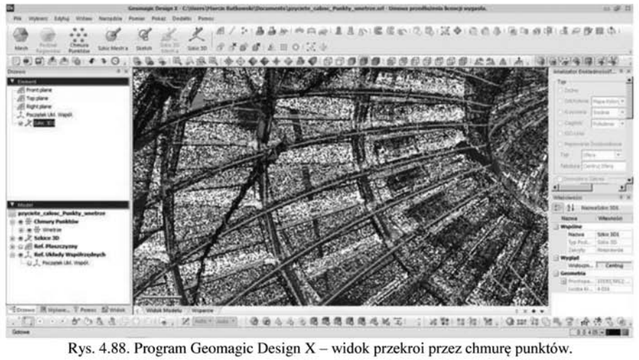
Rys. 4.85. Program Geomagic Design X – prezentacja wyboru wycinka zamkniętego w bryle.



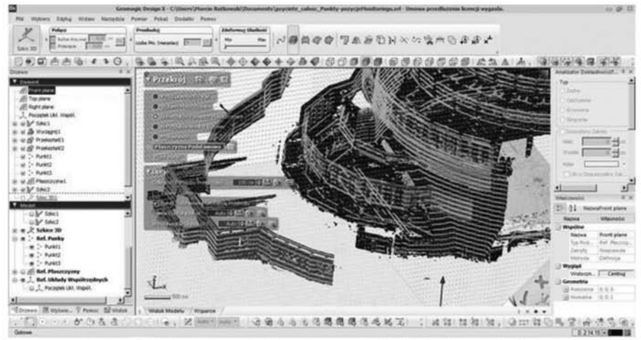
Rys. 4.86. Program Geomagic Design X – prezentacja wykreślonych przekroi używając narzędzia Szkic 3D.



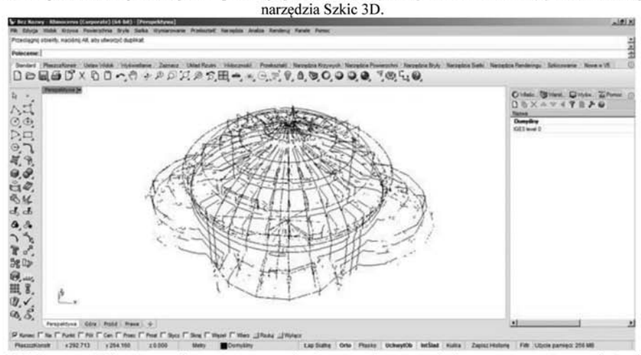
Rys. 4.87. Program Geomagic Design X – przekroje żeber dla powtarzalnego segmentu hali.



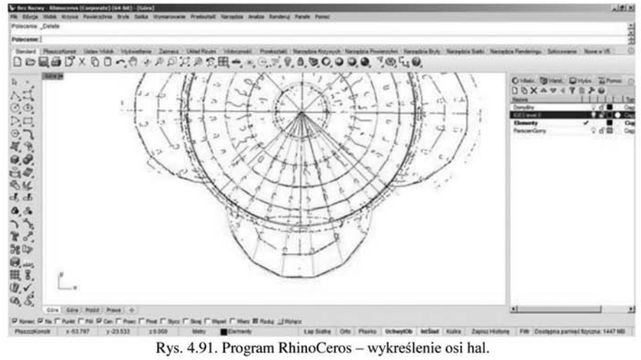
Rys. 4.88. Program Geomagic Design X – widok przekroi przez chmurę punktów.



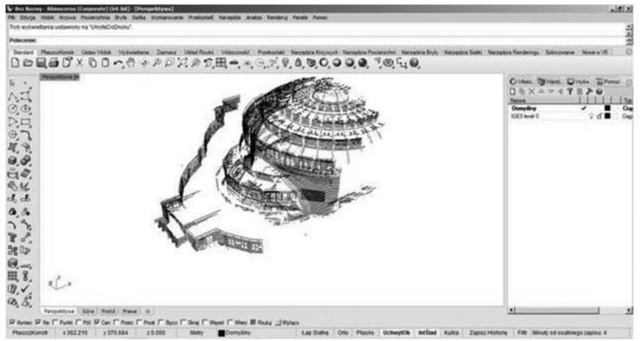
Rys. 4.89. Program Geomagic Design X – przekroje poziome o stałej odległości 1,00m hali wygenerowane za pomocą narzędzia Szkic 3D.



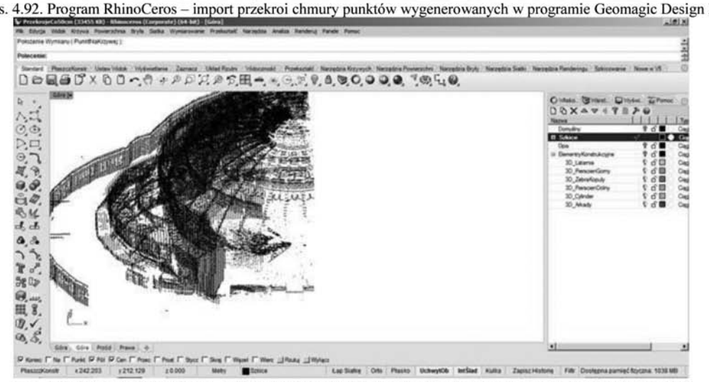
Rys. 4.90. Program RhinoCeros – importowane przekroje przez chmurę punktów z programu Geomagic Design X.



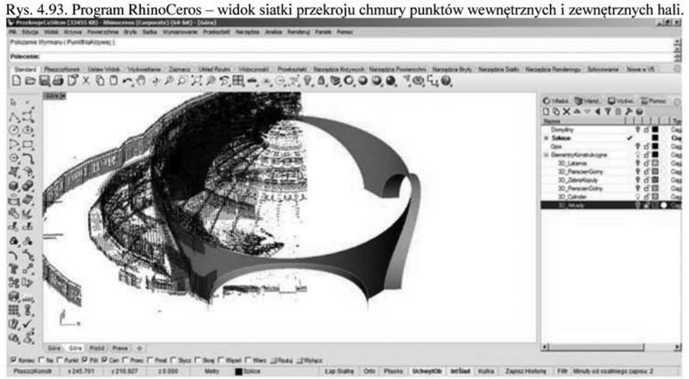
Rys. 4.91. Program RhinoCeros – wykreślenie osi hal.



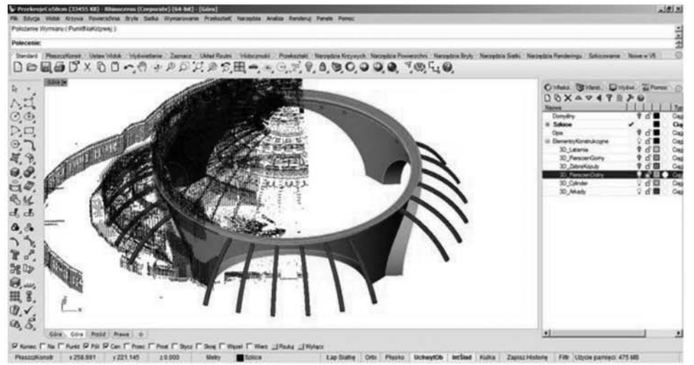
Rys. 4.92. Program RhinoCeros – import przekroi chmury punktów wygenerowanych w programie Geomagic Design X.



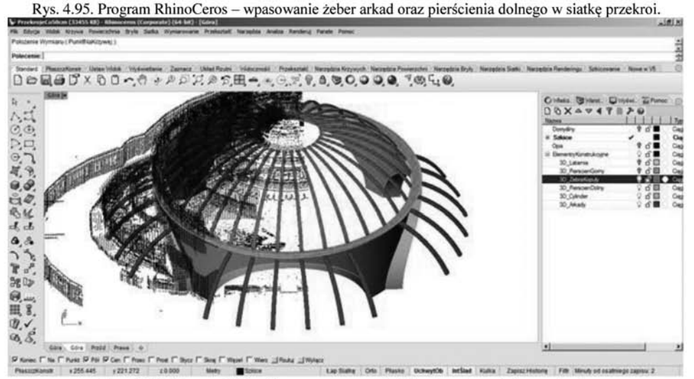
Rys. 4.93. Program RhinoCeros – widok siatki przekroju chmury punktów wewnętrznych i zewnętrznych hali.



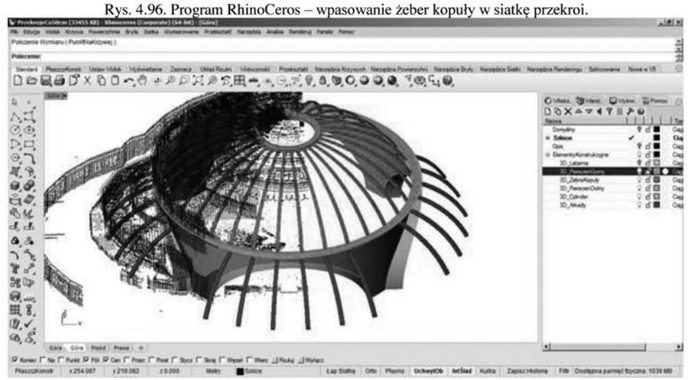
Rys. 4.94. Program RhinoCeros – wpasowanie cylindra w siatkę przekroi.



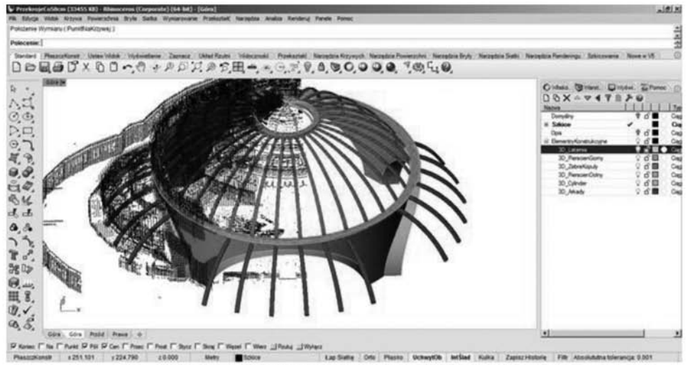
Rys. 4.95. Program RhinoCeros – wpasowanie żeber arkad oraz pierścienia dolnego w siatkę przekroi.



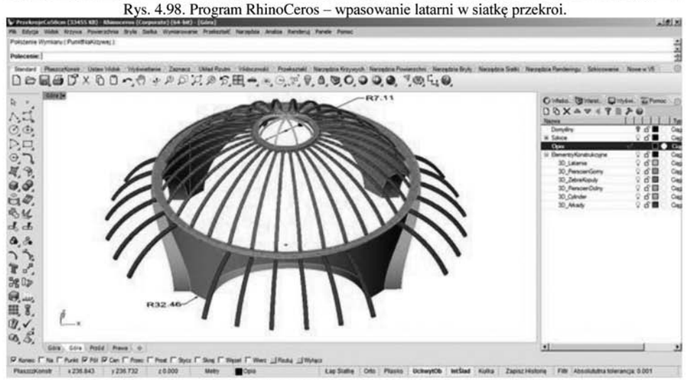
Rys. 4.96. Program RhinoCeros – wpasowanie żeber kopuły w siatkę przekroi.



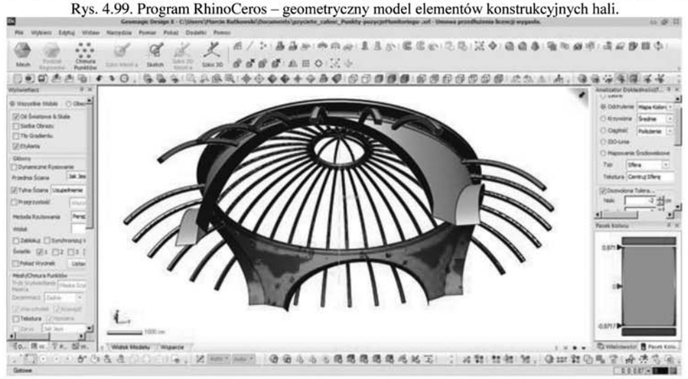
Rys. 4.97. Program RhinoCeros – wpasowanie pierścienia górnego w siatkę przekroi.



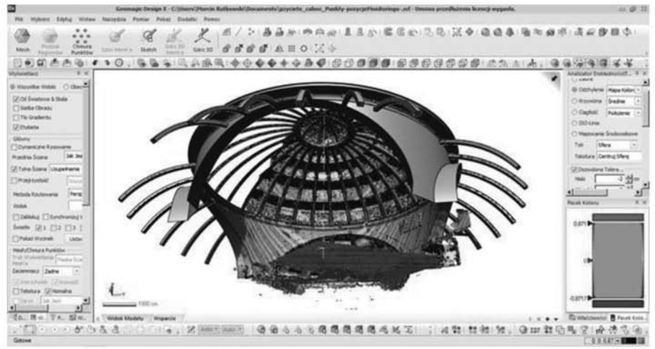
Rys. 4.98. Program RhinoCeros – wpasowanie latarni w siatkę przekroi.



Rys. 4.99. Program RhinoCeros – geometryczny model elementów konstrukcyjnych hali.

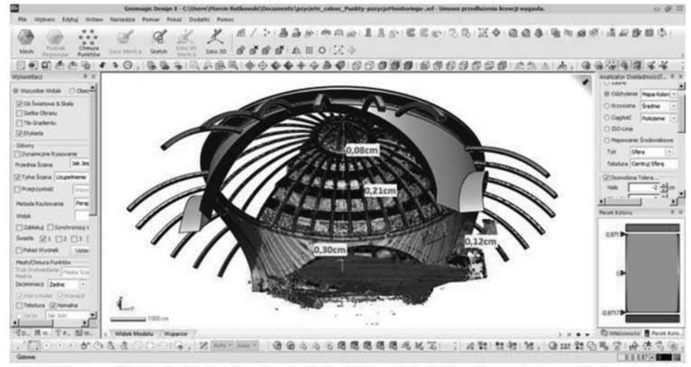


Rys. 4.100. Program Geomagic Design X – nałożenie na model mapy odchyłek w stosunku do chmury punktów.



Rys. 4.101. Program Geomagic Design X – nałożenie na model mapy odchyłek w stosunku do chmury punktów z jej widokiem.

Opracowanie pozwoliło na generację modelu elementów konstrukcyjnych hali. Elementy objęte modelowaniem wybrane zostały jako kluczowe w poznaniu statyki obiektu tak, aby umożliwić wykorzystanie efektów w pracach badawczych nad obiektem oraz zapewniając wysoki poziom znajomości stosowanych materiałów konstrukcyjnych.
Oprogramowanie przedstawione w opracowaniu z powodzeniem można stosować w procesie modelowania obiektów budowlanych. Zawsze jest możliwość ponownej obróbki raz uzyskanych skanów w programach które się rozwijają, ewoluują i szybciej pozyskują oczekiwane rezultaty.



Rys. 4.102. Program Geomagic Design X – określenie średnich odchyłek dla wybranych elementów konstrukcyjnych.

Podsumowując prace nad modelem BIM II można stwierdzić, że:
1) uzyskany model pokazuje różnice idealizowanego modelu, i może być wykorzystywany w obliczeniach w stanie faktycznym,
2) możliwe jest tworzenie modelu odwzorowującego dzień z pomiaru skanerem przestrzennym,
3) możliwe jest określenie odchyłek geometrii od uzyskanej z chmury punktów,
4) możliwe jest wykorzystanie raz wykonanej chmury w przyszłości do kolejnej analizy, obserwacji zmian,
5) konieczne jest ustawienie punktów referencyjnych dla przyszłych pomiarów i ich stałego lub okresowego monitoringu np. za pomocą tachimetru.

4.3. Model numeryczny MES – analiza statycznego zachowanie konstrukcji

Stworzony dla konstrukcji Hali Stulecia model numeryczny MES (Metoda Elementów Skończonych) dotyczy analizy statyczno-wytrzymałościowej konstrukcji nośnej kopuły. Stropodach oraz ściany osłonowe pokrywające żebra oraz pierścienie nośne wykorzystywane są w projekcie do przekazywania obciążeń. Model pozwala określać deformację, wytężenie oraz punkty newralgiczne konstrukcji.

Model numeryczny obiektu zawsze jest jego aproksymacją. Proces przejścia z rzeczywistej konstrukcji jest ściśle określony, a, przede wszystkim, zdeterminowany licznymi czynnikami zmiennymi w zależności od rozpatrywanego problemu. W celu uniknięcia błędów merytorycznych wspomniana powyżej ścieżka postepowania musi być poprawnie rozpoznana i wykonana, [51]. Pierwszym krokiem jest identyfikacja samego problemu – określenie zjawiska fizycznego, sił, właściwości materiałów, poszukiwanych odpowiedzi. Analiza tych kwestii jest kluczowa dla wyboru modelu strukturalnego i adekwatnej metody obliczeniowej – w tym kroku bardzo ważny jest poprawnie wykonany proces gromadzenia i przetwarzania danych. W projekcie metodą obliczeniową jest Metoda Elementu Skończonego (MES). Zgodnie ze ścieżką metoda numeryczna nie jest aplikowana do problemu rzeczywistego, lecz do jego modelu koncepcyjnego (czyli uproszczonego modelu rzeczywistego, po odrzuceniu zbędnych cech). Poprzez zbędne cechy rozumiana jest tu na przykład szczegółowa geometria, która w modelu jest pomijana ze względu na jej nieistotny wpływ na wynik końcowy. Oczywiście każda taka decyzja o uproszczeniu musi być świadoma i uzasadniona. Posiadając model koncepcyjny wykonuje się kolejny krok – definicja modelu strukturalnego złożonego z trzech fundamentów: geometrii (punkty, linie, powierzchnie, bryły), matematycznego opisu analizowanych zjawisk fizycznych (zwykle w postaci układu równań różniczkowych cząstkowych) oraz z opisu materiałów i obciążeń. Obrazując powyższą kwestię, w projekcie wybrano modelowanie żeber kopuły stosując generalną teorię sprężysto – plastyczną 3D, podczas gdy mogłaby zostać zastosowana technologia elementu belkowego 1D. Jeśli zostanie popełniony błąd merytoryczny przy doborze modelu koncepcyjnego lub strukturalnego, cały dalszy proces również będzie błędny, niezależnie od dokładności numerycznej. Następny ruch to aplikacja MES – co następuje poprzez kod komputerowy. W tym projekcie stosowany jest Ansys Classic oraz Ansys Workbench. Po wyborze kodu, jest on „karmiony" informacjami ilościowymi (materiały, warunki brzegowe itp.) – po raz kolejny fundamentalna rola baz danych (tutaj – przeprowadzonych badań doświadczalnych oraz informacji pozyskanych z archiwum budowlanego Muzeum Architektury we Wrocławiu). Następnie przeprowadza się dyskretyzację (rozmiar siatki, dobór elementu) czego efektem jest pożądany model obliczeniowy.

Idealną sytuacją w rozwiązaniu problemu fizycznego, w szczególności inżynieryjnego jest możliwość opisania i rozwiązania problemu za pomocą równań różniczkowych o zamkniętym rozwiązaniu. Niestety ilość takich problemów jest bardzo mała, zarówno z punktu widzenia rozwiązywalności układów, jak i wielkości układów. Dlatego też stosowany jest tu szereg metod numerycznych, które pozwalają uzyskiwać przybliżone rozwiązania, przy czym dokładność tych przybliżeń jest na tyle zadawalająca i wiarygodna, że pozwala ona na zastosowanie tych metod w nauce i inżynierii. Do tych metod należy zaliczyć metodę różnic skończonych, metody parametryczne oraz metodę elementów brzegowych, [52]. Obecnie za najbardziej efektywną z metod uznaje się Metodę Elementów Skończonych, [53]. Dwie najistotniejsze kwestie związane z tą metodą to rachunek wariacyjny oraz dyskretyzacja (podział całego problemu na elementy). Jednym z ojców MES jest Brytyjczyk polskiego pochodzenia Olgierd Zienkiewicz.

4.3.1. Model koncepcyjny

Wszystkie elementy betonowe konstrukcji nośnej kopuły zostały zamodelowane za pomocą elementów 3D typu solid, tzn.: posiadają rzeczywisty kształt i objętość. Zbrojenie wewnątrz elementów betonowych oraz kratownice w pierścieniu rozciąganym zamodelowano stosując elementy linkowe 1D. Z kolei stropodach wraz ze ścianami osłonowymi (które w znakomitej większości pokryte są oknami) zamodelowano za pomocą powłok. Powłoki te służą wyłącznie do wyznaczania reakcji na konstrukcję nośną. Elementy osłonowe celowo są rozdzielone od elementów konstrukcyjnych – ich dokładna sztywność jest trudna do wyznaczenia bez dokładnych analiz. Zagadnieniu temu musiałaby zostać poświęcona oddzielna praca. W związku z powyższym sztywność tych elementów – co jest krokiem konserwatywnym, została pominięta. Reakcje wyznaczone w wyniku obciążania powłok ciężarem własnym, wiatrem i śniegiem są następnie przekazywane na konstrukcję nośną. Ze względu na symetrię problemu zamodelowano tylko ¼ kopuły. Oznacza to, iż zamodelowano 8 z 32 żeber oraz 2 z 8 słupów latarni.

4.3.2. Geometria

Geometria obiektu pozyskana z różnych źródeł (np.: skanów 3D) pozwala stworzyć w pełni zintegrowany model obiektu, który można poddać dalszym opracowaniom. Łącząc dane geometryczne z danymi pomiarowymi tworzy się kompleksowy system monitoringu bezpieczeństwa obiektu. W trakcie interpretacji wyników pomiarów, stosując np. MES (Metodę Elementów Skończonych), powstaje model, który umożliwia identyfikację elementów krytycznych oraz opisanie zjawisk, z którymi mamy do czynienia w trakcie eksploatacji (np. występowanie ekstremalnych, nieplanowanych obciążeń czy drgań).

Źródłem wiedzy na temat geometrii, zbrojenia oraz cech charakterystycznych konstrukcji, a także późniejszych zmian konstrukcji Hali Stulecia były oryginalne rysunki konstrukcyjne udostępnione przez Archiwum Budowlane Muzeum Architektury we Wrocławiu [54] oraz projekty budowlane wykonane przez „MBM" Firma Konsultingowa i Projektowo-Badawczo-Budowlana [4] oraz „MOSTY – Wrocław" Zespół Badawczo-Projektowy [55] wykonane na potrzeby ostatniego remontu generalnego. Wykorzystano również modele BIM powstałe na podstawie modeli cyfrowych otrzymanych ze skanów 3D.

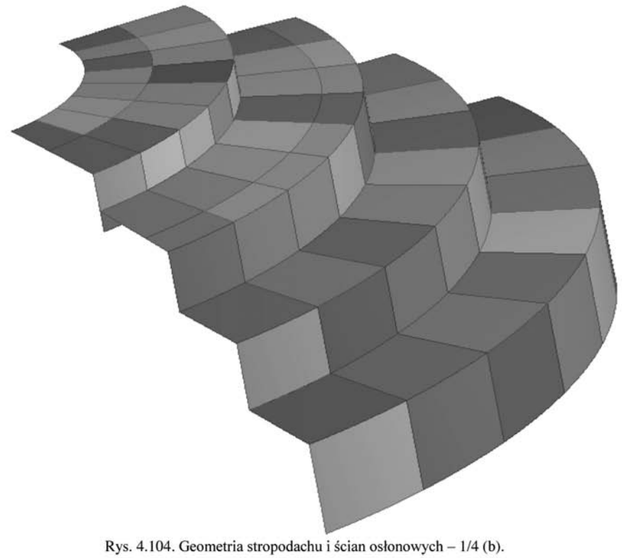
Całość geometrii została wykonana w programie ANSYS Workbench w module Design Modeler.

Stworzono trzy oddzielne modele:

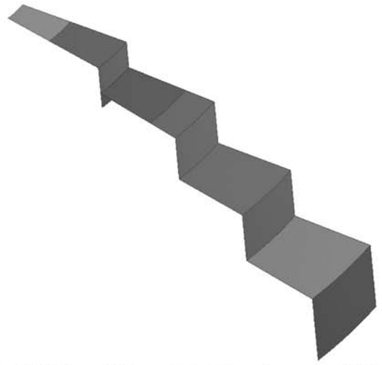
a. konstrukcji nośnej (1/4),
b. stropodachu i ścian osłonowych w wersji 1/4
c. stropodachu i ścian osłonowych w wersji 1/32.

Zamodelowano dwie wersje powłoki ze względu na różne przypadki obciążeniowe. Pominięto w nich osłonę latarni, której wpływ jest uwzględniany wprost na konstrukcji nośnej. Omawianą geometrię przedstawiono na poniższych rysunkach.

Rys. 4.103. Geometria konstrukcji nośnej (a).

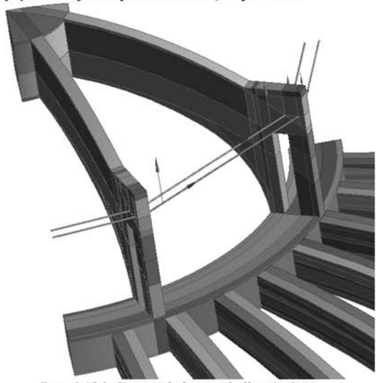


Rys. 4.104. Geometria stropodachu i ścian osłonowych – 1/4 (b).



Rys. 4.105. Geometria stropodachu i ścian osłonowych – 1/32 (c).

Wprowadzając geometrię wzięto pod uwagę sposób aplikacji obciążeń, warunków brzegowych oraz proces dyskretyzacji. Dlatego już na tym etapie wymagana była znajomość całego toku postępowania oraz antycypacja możliwych problemów. W miejscach gdzie wymagana była koherentna siatka elementów dokonano odpowiednich cięć płaszczyznami. Takie przecięcia wykonano również w miejscach prętów zbrojeniowych. Ze względu na ograniczenia oprogramowania (aspekt rozmiarów modelu) cała siatka nie mogła być koherentna – w miejscach tych wprowadzono elementy kontaktowe. Z tych samych powodów zredukowano liczbę prętów zbrojeniowych zastępując oryginalną liczbę prętów mniejszą, aczkolwiek o identycznej powierzchni sumarycznej, co przy skali modelu jest w zupełności uzasadnione. Zagadnienie opisano dokładniej w dalszej części opracowania. Ściągi wprowadzone w latach trzydziestych XX wieku pomiędzy słupami latarni zamodelowano już na tym etapie (w przeciwieństwie do prętów zbrojeniowych i kratownic) – rys. 4.106.

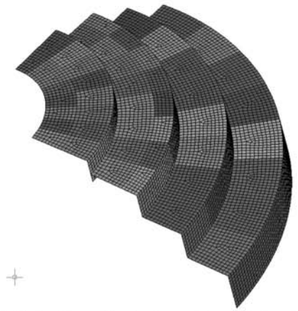


Rys. 4.106. Geometria konstrukcji nośnej (a).

4.3.3. Dyskretyzacja

Po wprowadzeniu geometrii, model został przetransferowany do modułu Mechanical programu gdzie została nałożona siatka elementów skończonych. Proces ten, ze względu na rozmiar problemu oraz złożoność elementów wymagał odpowiedniej strategii i kolejności nakładania siatki na poszczególne elementy. Źle przeprowadzony proces dyskretyzacji może doprowadzić do braku siatki na fragmentach konstrukcji lub do stworzenia siatki zdegenerowanej. Ta druga sytuacja jest szczególnie niebezpieczna, ponieważ może prowadzić do błędów numerycznych trudnych do wychwycenia, które istotnie zmieniają rezultat końcowy analiz.

Pokrycie kopuły – powłoka – została zdyskretyzowana za pomocą elementów niższego rzędu typu shell, co oznacza, że każdy z węzłów w elemencie ma 6 stopni swobody – trzy translacyjne oraz trzy rotacyjne. We fragmencie odpowiadającym 1/32 przekrycia znajduje się 465 węzłów oraz 409 elementów. Z kolei w modelu reprezentującym ćwiartkę stropodachu znajdują się 7244 węzły oraz 7091 elementów, również niższego rzędu. W obu przypadkach, w 98 %, siatka złożona jest z elementów czworobocznych (quad). Pozostałe dwa to elementy trójkątne (tri). Rys. 4.107 przedstawia dyskretyzację jednej z powłok.



Rys. 4.107. Siatka elementów skończonych na ćwiartce stropodachu.

Znacznie bardziej złożony i wymagający był proces dyskretyzacji konstrukcji nośnej. Konieczne było lokalne nałożenie wymuszonych podziałów siatki oraz wprowadzenie dedykowanych algorytmów siatkujących. Wymagana też była antycypacja miejsc krytycznych i koncentracji naprężeń. W tych lokalizacjach siatka była celowo zagęszczona. Ze względu na zbyt duży rozmiar problemu nie było możliwe stworzenie koherentnej siatki na łączeniu żebra – pierścienie, przez co stworzenie sztywnego połączenia pomiędzy tymi elementami wymagało w dalszej kolejności zastosowania elementów kontaktowych. Ze względu na fakt, iż latarnia Hali – to jest najwyższy poziom konstrukcji nośnej, złożony z ośmiu słupów ramowych spiętych zwornikiem jest elementem, który uległ zarysowaniu, zaraz po wzniesieniu obiektu, zadbano, aby siatka między słupami i zwornikiem oraz między słupami i pierścieniem górnym była spójna.

Rys. 4.108. Siatka elementów skończonych na konstrukcji nośnej.

Zgodnie z rys. 4.108, każdy ze ściągów jest reprezentowany jako jeden element – wynika to z tego, iż nie posiadają one sztywności giętnej i każdy z węzłów musi posiadać określone, wszystkie stopnie swobody. W modelu, w tym kroku, znalazło się 6 elementów 1D typu cięgno. Natomiast liczba elementów bryłowych to 189910. Zostały one rozpięte na 242349 węzłach. Są to elementy pierwszego rzędu. W 85 % są to pełne elementy sześcienne, ośmiowęzłowe (hexa) – pozostałe to elementy czterowęzłowe (tetra) lub sześciowęzłowe (prism).

4.3.4. Model obliczeniowy

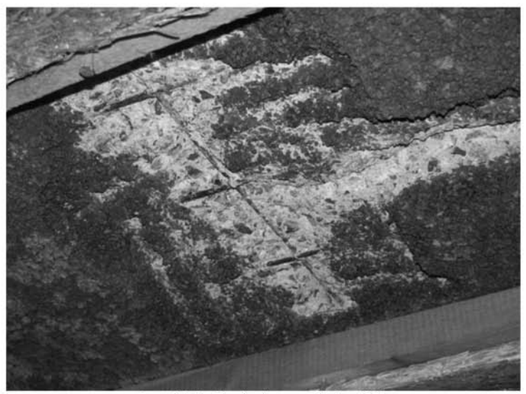
Model obliczeniowy (dyskretny), ekwiwalentny do modelu matematycznego konstrukcji obiektu określa rozkład punktów węzłowych umożliwiający identyfikację elementów krytycznych, z którymi mamy do czynienia w efekcie utraty stanu bezpieczeństwa konstrukcji.

Elementy oraz modele materiałowe

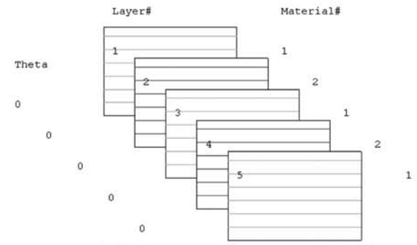
Po wykonaniu podziału na siatkę w programie Ansys Workbench, została ona przetransferowana do Ansys Classic. Należy tutaj podkreślić, iż jest to sama siatka – żadne z wielkości geometrycznych (linie, powierzchnie, objętości) nie mogą przy obranej strategii być wyeksportowane. Jest to pewne utrudnienie, które wymagało podjęcia kilku istotnych decyzji w pierwszej fazie modelowania. Po zaimportowaniu siatki do Ansys Classic zostały jej przypisane elementy o pożądanej technologii (metody całkowania czy zdolność do reprezentowania pęknięć).

Stropodach i ściany osłonowe

Modele powłokowe opisano za pomocą elementu SHELL181, [56]. Element ten może pracować zgodnie z teorią membranowo-zgięciową (posiada wówczas zarówno translacyjne, jak i rotacyjne stopnie swobody) lub membranową (tylko translacyjne). W przyjętym schemacie statycznym wykorzystywana jest ta pierwsza opcja. Element daje możliwość definiowania przekrojów wielowarstwowych. Każda z warstw może mieć niezależnie zdefiniowaną grubość, materiał, orientację oraz liczbę punktów całkowania na grubości warstwy. Liczba punktów całkowania może wynosić: 1, 3, 5, 7 lub 9. Domyślną liczbą punktów całkowania jest 3, niemniej jednak, jeśli element składa się tylko z jednej warstwy z plastycznym materiałem to algorytm automatycznie przestawia element na 5 punktów całkowania.
W modelach stropodachu i ścian osłonowych zastosowano elementy złożone z 5 sekcji – trzech betonowych oraz dwóch stalowych. Dwie z trzech sekcji betonowych to otuliny, które zgodnie z [55] wynoszą min. 5 mm, natomiast sekcje stalowe reprezentują zbrojenie (pręty o średnicy 6mm rozmieszczone równomiernie w obu kierunkach przy rozstawie 6 na metr) – rys. 4.109. Warstwy przyjęto jako izotropowe, a właściwości materiałowe jako liniowo-sprężyste. Dla stali: moduł Younga – 205 GPa, współczynnik Poissona – 0,3; dla betonu: odpowiednio 30 GPa oraz 0,2. Ze względu na fakt, iż elementy te pełnią znikomą rolę konstrukcyjną, a w samej analizie służą tylko i wyłącznie do wyznaczania reakcji, właściwości plastyczne nie muszą być uwzględniane.
Ściany osłonowe zostały zamodelowane w sposób identyczny jak stropodach. Taką strategię przyjęto ze względu na fakt, iż ich sztywność jest bardzo trudna do oszacowania – duża ilość okien oraz filarów międzyokiennych o nieznanym zbrojeniu. Stąd, rozdzielono powłoki od konstrukcji nośnej – bezpiecznie pominięto pozytywny udział ścian osłonowych w sztywności globalnej konstrukcji. Jest to rozwiązanie bardziej miarodajne niż uwzględnianie tego czynnika bez wystarczającej wiedzy na jego temat. Rys. 4.110 przedstawia układ warstw w elemencie SHELL181, ich sumaryczna grubość, zgodnie z rzeczywistością, wynosi 100 mm.



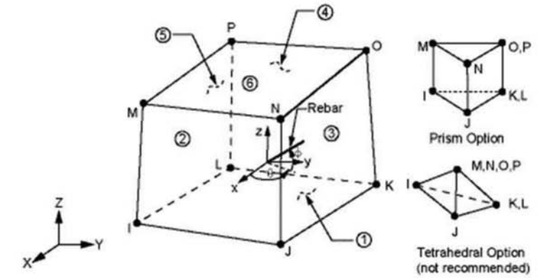
Rys. 4.109. Zbrojenie stropodachu, [55].



Rys. 4.110. Układ warstw w elementach powłokowych.

Beton konstrukcji nośnej

Siatkę objętościową betonu opisano za pomocą elementu SOLID65, w którym można stosować zbrojenie rozporoszone w trzech kierunkach. Element jest zdolny do pękania przy rozciąganiu i kruszenia przy ściskaniu. Stąd wydaje się właściwym wyborem do modelowania pracy betonu. W idealnym przypadku element powinien być zdefiniowany za pomocą 8 węzłów. Każdy z nich posiada trzy translacyjne stopnie swobody. Dopuszczalne, aczkolwiek nierekomendowane są także wersje sześciowęzłowe i czterowęzłowe elementów – rys. 4.111.

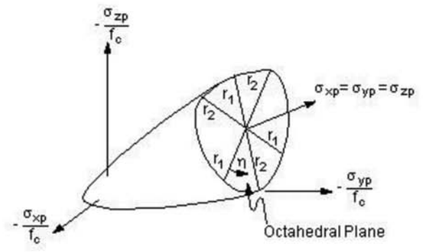


Rys. 4.111. Charakterystyka elementu SOLID65.

Najistotniejszym aspektem jest tu zachowanie w zakresie nieliniowym – beton jest zdolny do pękania w trzech ortogonalnych kierunkach, kruszenia, deformacji plastycznej oraz pełzania.
W pracy przyjęto dwa modele materiałowe – liniowy oraz nieliniowy. Dla materiału liniowego konieczne do opisu były: moduł Younga oraz współczynnik Poissona. Model nieliniowy jest opisany poniżej. Źródłem wiedzy na temat parametrów mechanicznych betonu jest praca [57]. Zgodnie z zawartymi w niej informacjami beton pierścienia dolnego oraz górnego jest klasy C20/25, co oznacza, że jego moduł Younga wynosi 30 GPa a wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie 20 MPa. Z kolei beton żeber został sklasyfikowany jako C16/20 – moduł Younga 29 GPa, wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie 16 MPa. Jeśli chodzi o wytrzymałość na rozciąganie to została ona określona niezależnie i wynosi ona odpowiednio 2,9 MPa w pierścieniu górnym, 2,8 MPa w żebrach, 3,6 MPa w pierścieniu dolnym.
Zachowanie betonu jest silnie uzależnione od stanu naprężenia. Pod wpływem naprężeń ściskających można zaobserwować strefę uplastycznienia, w której, po osiągnięciu przez materiał naprężeń maksymalnych, następuje jego osłabienie – rozwija się gałąź opadająca, aż do momentu wyczerpania nośności. Natomiast pod wpływem naprężeń rozciągających zniszczenie materiału następuje w sposób kruchy i gwałtowny. Całkowite zniszczenie materiału (licząc od jego zarysowania) zależne jest od wielu czynników, a w szczególności od warunków brzegowych. Ponadto krzywa równowagi statycznej „naprężenie – odkształcenie" pozostaje linią prostą, aż do momentu pęknięcia. Kolejnym istotnym aspektem jest zachowanie materiału w stanie trójosiowym. W stanie trójosiowego ściskania jego wytrzymałość na ściskanie rośnie, także w stanie jednoosiowego lud dwuosiowego ściskania jego wytrzymałość na rozciąganie w płaszczyznach ortogonalnych również wzrasta.
Opisany powyżej charakter pracy betonu wymaga doboru odpowiedniego modelu konstytutywnego. Dokonano tego poprzez zestawienie dwóch nieliniowych, izotropowych modeli materiałowych. Pierwszy z nich jest oparty o trójparametrową teorię Willama-Warnke'a, [58]. Kryterium zniszczenia w wieloosiowym stanie naprężenia można opisać w następującej formie:

$$\frac{\Psi}{f_c} - S \geq 0 \tag{23}$$

gdzie:
Ψ – funkcja zależna od wartości naprężeń głównych na kierunkach głównych (σ_{xp} , σ_{yp} , σ_{zp});
S – powierzchnia zniszczenia (rys. 4.112) będąca funkcją wartości i znaków naprężeń głównych oraz pięciu parametrów materiałowych, parametry materiałowe implementowane są przez użytkownika (tab. 4.1);



Rys. 4.112. Powierzchnia 3D zniszczenia materiału, [7].

Zgodnie z rys. 4.112 powierzchnia zniszczenia opisana jest poprzez kąt podobieństwa η oraz południki r_1 , r_2, a budowana w oparciu o pięć parametrów wytrzymałościowych (tab. 4.1).

Tab. 4.1. Parametry materiałowe.

Symbol	Opis
f_t	Wytrzymałość na rozciąganie
f_c	Wytrzymałość w stanie jednoosiowego ściskania
f_{cb}	Wytrzymałość w stanie dwuosiowego ściskania
σ_h^a	Hydrostatyczny stan naprężenia
f_1	Wytrzymałość na ściskanie w stanie dwuosiowego ściskania w warunkach hydrostatycznego stanu naprężenia σ_h^a
f_2	Ultimate compressive strength for a state of uniaxial compression superimposed on hydrostatic stress state σ_h^a

Do opisu materiału wystarczy zadać parametry f_t oraz f_c. Wówczas, zgodnie z teorią Willam-Warnke pozostałym wielkością zostaną przypisane następujące wartości:

$$f_{cb} = 1.2f_c \tag{24}$$
$$f_1 = 1.45f_c \tag{25}$$
$$f_1 = 1.725f_c \tag{26}$$

Należy jednak mieć na uwadze, że powyższe równania są słuszne tylko dla stanów naprężenia spełniających warunek:

$$|\sigma_h| \le \frac{1}{3}f_c\,, \qquad \left\{\sigma_h = naprężenie\ hydrostatyczne = \frac{1}{3}(\sigma_{xp} + \sigma_{yp} + \sigma_{zp})\right\} \tag{27}$$

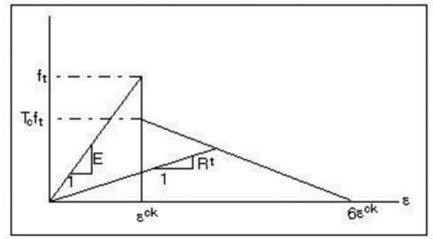
Teoria Willama-Warnke'a opisuje pracę i zniszczenie materiału w pełnym zakresie naprężeń. W stosowanym programie numerycznym jest ona realizowana przy użyciu modelu o nazwie Concrete. Model ten umożliwia wizualizację pęknięć i kruszenia muru, ich inicjację i propagację. Niestety autorzy w czasie analiz natknęli się na problemy związane z pracą tego modelu w strefie ściskanej. Mianowicie, w wyniku koncentracji naprężeń, lokalne naprężenia ściskające osiągają swoją wartość graniczną przy bardzo niskim poziomie obciążenia. W takiej sytuacji program eliminuje automatycznie element z dalszej analizy, w związku czym pozostała część nieliniowego wykresu „naprężenie – odkształcenie" nie jest realizowana. Efektem końcowym jest przedwczesne zakończenie analizy z powodu przekroczenia naprężeń ściskających w miejscach modelu, które w eksperymentach laboratoryjnych i na rzeczywistych obiektach pozostają nienaruszone. Analogiczne problemy z aplikacją tego modelu w programie ANSYS pojawiały się w pracach wielu badaczy, przykładowo [59], [60]. W związku z powyższymi trudnościami zdecydowano się na dezaktywację opcji kruszenia w modelu Concrete, co równoważne jest z przyjęciem $f_c = -1$. Wówczas jedynym warunkiem pęknięcia materiału jest przekroczenie wartości f_t przez dowolne z naprężeń głównych. Macierz sztywności $[D^c]$ dla analizowanego materiału, przed jego pęknięciem ma postać:

$$[D^c] = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)}\begin{bmatrix} (1-\nu) & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & (1-\nu) & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & (1-\nu) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{(1-2\nu)}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{(1-2\nu)}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{(1-2\nu)}{2} \end{bmatrix} \tag{28}$$

Pojawienie się pęknięcia w punkcie całkowania jest odwzorowywane poprzez zmianę relacji „naprężenie – odkształcenie". Punkty całkowania są wybierane w taki sposób, aby rezultat dla stosowanej techniki całkowania numerycznego był możliwie najdokładniejszy. Owa zmiana polega na wprowadzeniu osłabienia w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni pęknięcia. Równolegle wprowadzany jest współczynnik przenoszenia ścinania β_t , który wprowadza redukcję wytrzymałości na naprężenia ścinające dla tych z kolejnych obciążeń, które będą wywoływać ścinanie (poślizg) w poprzek powierzchni pęknięcia. Macierz sztywności $[D_c^{ck}]$ dla materiału, który doznał pęknięcia w jednym kierunku jest następująca:

$$[D_c^{ck}] = \frac{E}{(1+\nu)}\begin{bmatrix} \frac{R^t(1+\nu)}{E} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{1-\nu} & \frac{\nu}{1-\nu} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\nu}{1-\nu} & \frac{1}{1-\nu} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta_t}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\beta_t}{2} \end{bmatrix} \tag{29}$$

Wskaźnik górny „ck" wskazuje, iż relacja naprężenie-odkształcenie odwołuje się do układu współrzędnych, który jest równoległy do kierunku naprężeń głównych z osią x^{ck} prostopadłą do powierzchni pęknięcia. Wielkość R^t opisuje natomiast nachylenie (sieczny moduł sprężystości) zdefiniowane na rys. 4.113. R^t opada zmieniając się w sposób adaptacyjny i zmniejsza się stopniowo do zera w momencie kiedy rozwiązanie osiąga zbieżność – rys. 4.113. Parametr T_C pozwala zadać żądany spadek naprężeń w momencie pęknięcia.



Rys. 4.113. Zachowanie materiału po pęknięciu, [56].

Po zadaniu $f_c = -1$ program nie jest w stanie stworzyć pełnej powierzchni zniszczenia, ze względu na brak dostatecznej liczby danych. W takiej sytuacji tworzona jest powierzchnia zniszczenia tylko dla ujemnych wartości naprężeń głównych. W celu zapewnienia kryterium zniszczenia w pełnym zakresie naprężeń zastosowano opcję Multilinear Elastic. Takie podejście umożliwia zadanie ścieżki „naprężenie – odkształcenie" poprzez wprowadzenie wartości numerycznych dla poszczególnych punktów. Żaden z odcinków krzywej nie może reprezentować większej wartości od modułu Younga, ale możliwe jest zadawanie odcinków o ujemnym nachyleniu. Ostatnia cecha jest bardzo użyteczna, ponieważ pozwala na modelowanie gałęzi opadającej po osiągnięciu przez materiał maksymalnych naprężeń ściskających. Do opisu krzywej przyjęto równania zaproponowane przez Kachlakeva, [59], dla betonu. Gałąź wznoszącą krzywej skonstruowano według następujących równań:

$$\sigma_1 = 0.3f_c \tag{30}$$
$$\varepsilon_1 = \frac{f_1}{E} \tag{31}$$

$$\sigma_i = \frac{E\varepsilon_i}{1 + \left(\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_0}\right)^2} \tag{32}$$

$$\varepsilon_0 = \frac{2f_c}{E} \tag{33}$$

Równania (30) i (31) opisują odpowiednio wartość naprężeń i odkształceń dla pierwszego punktu wykresu. Naprężenia stanowią 30 % wartości naprężeń maksymalnych, co oznacza, iż przyjęto pracę sprężystą materiału właśnie do tego poziomu obciążenia. Kolejne punkty gałęzi wznoszącej opisane są krzywą paraboliczną (32), gdzie ε_i jest dowolną wartością odkształcenia zawartą pomiędzy ε_1, a ε_0. Wartość ε_0, wyznaczana wedle (33), reprezentuje odkształcenie odpowiadające maksymalnym naprężeniom ściskającym, $\sigma_i = f_c$. Po osiągnięciu punktu (ε_0, f_c) następuje relaksacja naprężeń (osłabienie) do poziomu $0{,}6f_c$. W skonstruowanym w ten sposób modelu materiałowym program aplikuje kryterium Hubera wraz z modelem Willama-Warnke'a, a zadana wytrzymałość na rozciąganie f_t odpowiada napięciu odcinającemu. Powyższe podejście jest analogiczne do modelu zaproponowanego przez Lotfiego i Shinga, [61].

Kratownice w pierścieniu dolnym oraz stal zbrojeniowa

Kratownice wykonane są najprawdopodobniej ze stali odpowiadającej charakterystyce stali St3SX (granica plastyczności 235 MPa), natomiast stal zbrojeniowa – stali St0S (195 MPa). Moduł Younga każdej z nich to 205 GPa, a współczynnik Poissona 0,3. Nie zaistniała konieczność modelowania stali jako materiału nieliniowego.

Do reprezentacji wszystkich elementów stalowych zastosowano element LINK180. Jest to element typu 3D o sztywności wyłącznie osiowej. Każdy z jego węzłów musi mieć zdefiniowane trzy translacyjne stopnie swobody. Element ten pracuje niczym słupki w kratownicy – to jest przenosi tylko ściskanie i rozciąganie, nie posiada zatem sztywności zgięciowej czyli rotacyjnych stopni swobody. W czasie implementacji można określić czy element może zmieniać swój przekrój w wyniku obciążenia co daje możliwość określania naprężeń rzeczywistych. Wymaganym parametrem jest powierzchnia przekroju takiego elementu. Ze względu na fakt, iż pracuje on tylko osiowo kształt przekroju nie ma znaczenia i nie jest on podawany.

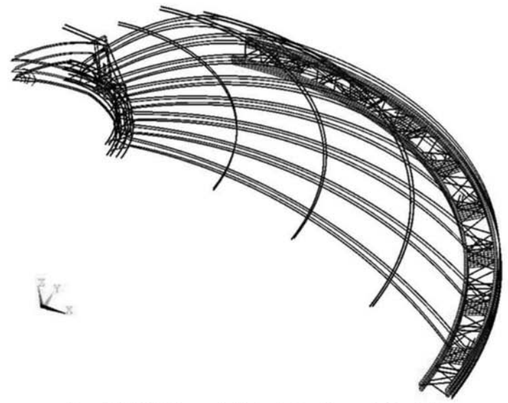
Zgodnie ze wcześniejszymi informacjami, zarówno kratownica, jak i stal nie zostały utworzone w czasie tworzenia siatki w Ansys Workbench. Operacja to została wykonana dopiero w module Classic, gdzie elementy zostały wprost rozpięte między węzłami siatki matrycy betonowej. Oznacza to, iż elementy SOLID65 oraz LINK180 posiadają wspólne węzły, a w praktyce zapewniona jest przyczepność stali i betonu.

Ze względu na skalę problemu zbrojenie w pierścieniu górnym, żebrach i belkach obwodowych nie zostało odwzorowane w sposób idealny. Liczba prętów została tu ograniczona, przy czym, co najistotniejsze, ich sumaryczne pole przekroju nie uległo zmianie. Przykładowo, zbrojenie podłużne pierścienia górnego w rzeczywistości składa się z 24 prętów o średnicy 30 mm każdy. W modelu obliczeniowym zastąpiono je 8 prętami o sumarycznej powierzchni równej rzeczywistej. Takie postepowanie, przy tej skali problemu oraz niezaburzonym stanie naprężenia w aproksymowanych elementach jest dopuszczalne. Zdecydowanie dokładniej (co do ilości prętów) zostało odwzorowane zbrojenie słupów latarni, które uległy uszkodzeniu tuż po wzniesieniu konstrukcji i wymagały dokładniejszej analizy. W sposób dokładny odwzorowano również zbrojenie podporowe w pierścieniu dolnym, które rozmieszczono tuż nad łożyskami, w celu zredukowania naprężeń dociskowych w betonie, generowanych w strefie podporowej.

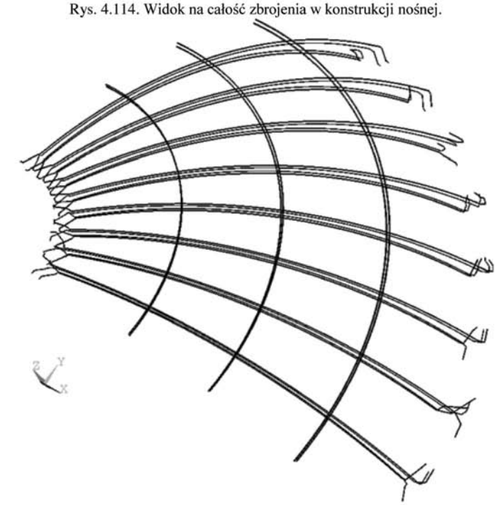
Każdorazowo w modelowaniu pominięto strzemiona. Z rysunków konstrukcyjnych odczytano, iż ich kształt i zamocowanie nie są gwarantem ich pożądanej pracy statycznej. W związku z tym zdecydowano się je pominąć, co jest posunięciem w stronę bezpieczną. Warto przy tym wspomnieć, iż te wadliwie zaprojektowane strzemiona to jeden z nielicznych błędów popełnionych przez niemieckich konstruktorów, co jest wybitnym osiągnięciem biorąc pod uwagę ówczesny stan wiedzy na temat konstrukcji żelbetowych.

Geometria kratownic nitowanych została odwzorowana właściwie w całości identycznie z rzeczywistością. Jedynie słupki, które zostały wykonane jako 5 równoległych prętów, zastąpiono jednym przekrojem. Ponadto, pasy kratownicy zamodelowano jako osłabione – uwzględniono obecność otworów na nity.

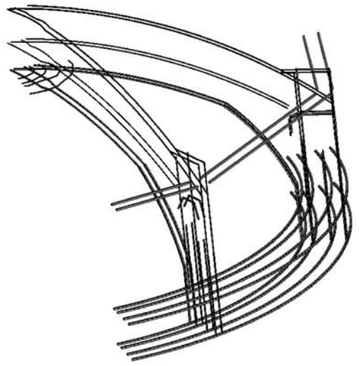
Poniższe rysunki prezentują wybrane fragmenty zbrojenia. Warto zwrócić uwagę, iż pręty żeber posiadają również zamodelowane strefy zakotwień w pierścieniach.



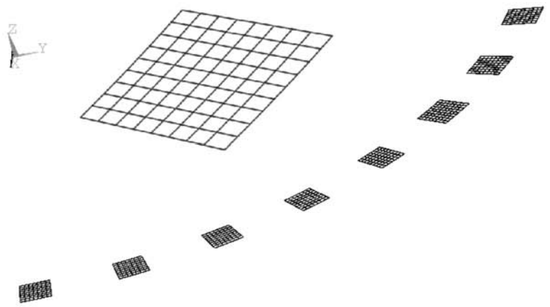
Rys. 4.114. Widok na całość zbrojenia w konstrukcji nośnej.



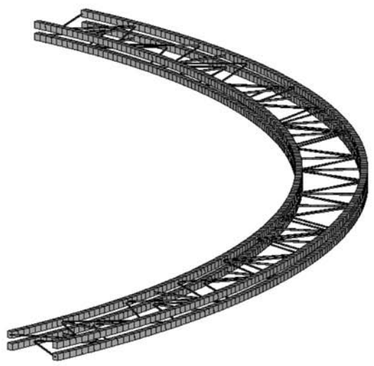
Rys. 4.115. Widok na zbrojenie belek obwodowych i żeber wraz ze strefą zakotwienia.



Rys. 4.116. Ściągi międzysłupowe, zbrojenie słupów oraz pierścienia górnego.



Rys. 4.117. Rozmieszczenia zbrojenia podporowego wraz ze zbliżeniem.



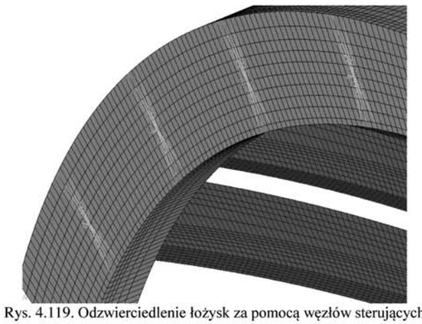
Rys. 4.118. Kratownice stalowe w pierścieniu dolnym.

Elementy kontaktowe

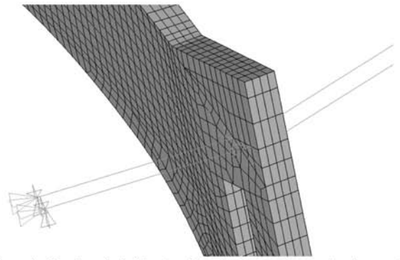
Jak wspomniano, w celu redukcji rozmiarów modelu zrezygnowano z koherentnej siatki na łączeniu żeber i pierścieni. W takiej sytuacji zapewnienie sztywnego połączenia pomiędzy tymi fragmentami konstrukcji musiało zostać wykonane poprzez wprowadzenie kontaktu pomiędzy powierzchniami żeber i pierścieni.
Zjawisko kontaktu, w metodach numerycznych jest bardzo złożonym problemem, zarówno z punktu widzenia opisu matematyczno-fizycznego, jak i zbieżności rozwiązania. Kontakt jest to problem nieliniowy – jest to nieliniowość trzeciego rodzaju, [62].
W pracy zastosowano rozszerzoną metodę Lagrange'a – jest to iteracyjna seria metod typu „penalty". Naprężenia kontaktowe (ciśnienie i naprężenia) są uaktualniane w czasie iteracji, tak, że końcowa penetracja nie przekracza wartości dopuszczalnej. Metoda ta, w porównaniu z klasyczną metodą „penalty" daje lepszą zbieżność oraz jest mniej czuła na sztywność kontaktu. Aby odzwierciedlić rzeczywistą pracę konstrukcji wybrano opcję „bonded" – to jest powierzchnia tarczowa jak i kontaktowa przez całą analizę są ze sobą powiązane w każdym kierunku, a wartość dopuszczalnych naprężeń jest nieskończona.
Jedyną wadą tego zabiegu są lokalne koncentracje naprężeń, które, w zasadzie nie występują w takich modelach i z tego względu są pomijane w analizie wyników.
Utworzono w ten sposób 16 par kontaktowych dla każdego żebra po dwie. Powierzchnie czołowe żeber to powierzchnie kontaktowe, natomiast powierzchnie pierścieni to tarcze.

Warunki brzegowe

Kopuła jest oparta na pozostałych elementach obiektu poprzez 32 łożyska. Na łożyskach oparty jest pierścień dolny, a rozmieszczenie tych podpór odpowiada rozmieszczeniu żeber. Podpory mają charakter przegubowo-przesuwny. Przegub daje możliwość obrotu zgodną z momentem zginającym w żebrach, natomiast przesuw jest możliwy w kierunku promieniowym. W celu wykształcenia takiego podparcia w modelu numerycznym stworzono grupy węzłów na dolnej powierzchni pierścienia, które odpowiadają geometrycznie powierzchni łożysk. Następnie, za pomocą skryptu w środku ciężkości tychże węzłów utworzono tzw. węzły sterujące. Kolejno węzeł sterujący połączono z każdym węzłem w jego grupie za pomocą elementu MPC184, który został sformułowany jako sztywna belka. Sztywna oznacza tutaj, że algorytm automatycznie przypisuje jej moduł Younga większy o kilka rzędów wielkości niż najwyższy moduł używany w modelu. Następnie odebrano odpowiednie stopnie swobody węzłowi sterującemu. Odebrano mu możliwość translacji w kierunku pionowym oraz w kierunku stycznym do promienia. Aby osiągnąć ten drugi warunek, uprzednio, obrócono układy współrzędnych każdego z węzłów sterujących zgodnie cylindrycznym układem współrzędnych. Dzięki powyższym zabiegom osiągnięto zachowanie podpór odpowiadające rzeczywistym łożyskom – rys. 4.119.
Ponieważ konstrukcja posiada dwie osie symetrii, wszystkie węzły położone na współrzędnej x = 0 zostały pozbawione translacji w kierunku x, a wszystkie węzły o współrzędnej y = 0 zostały pozbawione translacji w kierunku y.
Oddzielny warunek brzegowy został nałożony na ściągi między słupowe w latarni, które mają kontakt z płaszczyznami symetrii. Aby uzyskać rzeczywiste zachowanie pełnego obiektu, na odpowiednie węzły ściągów oraz słupów nałożono sprzężone równania przemieszczeniowe w kierunku obwodowym oraz pionowym, po wcześniejszym obrocie węzłowych układów współrzędnych – rys. 4.120.



Rys. 4.119. Odzwierciedlenie łożysk za pomocą węzłów sterujących oraz elementów belkowych MPC.



Rys. 4.120. Sprzężenie odpowiednich stopni swobody w celu uzyskania symetrii.

Obciążenia

Zgodnie z opisem wszystkie obciążenia związane ze stropodachem i ścianami nośnymi przykładane są w oddzielnym modelu powłokowym. Następnie odczytywane są reakcje i ze znakiem przeciwnym przykładane są do konstrukcji nośnej – tymi miejscami są miejsca przecięć żeber z belkami obwodowymi. Siły (pionowa, promieniowa oraz moment gnący) przykładane są za pomocą już opisanej technologii węzłów sterujących i elementów MPC184. Dzięki zastosowanie tej technologii możliwe jest przekazanie momentu na elementy o translacyjnych stopniach swobody.

Obciążenie ciężarem własnym

Ciężar konstrukcji nośnej w modelu obliczeniowym uwzględniono poprzez grawitację. Konstrukcję przekrycia uwzględniono również przez grawitację, a warstwy niekonstrukcyjne zastąpiono ciśnieniem o wartości 0,0002 MPa – stan po renowacji. Ciężary ścian pionowych wyznaczono jako uśrednione na podstawie udziału procentowego okien i betonu – przyjęto do modelu powłokę o grubości 10 cm i ciężarze objętościowym betonu.

Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wyznaczone zgodnie z [63].
Lokalizacja: Wrocław
Wysokość nad poziomem morza: 110 m n. p. m.
Strefa obciążenia śniegiem gruntu: 1
Wartość obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu w funkcji strefy śniegowej i wysokości nad poziomem morza: $s_k = 0{,}70\ \frac{kN}{m^2} = 0{,}0007$ MPa
Wartość charakterystyczna obciążeniem śniegiem dachu:

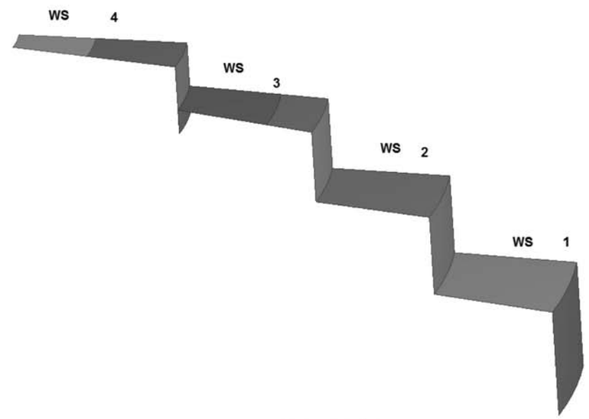
$$s = s_k * \mu_i * C_e * C_t \tag{34}$$

gdzie:
$C_t = 1{,}0$ – współczynnik termiczny, mniejszy lub równy jeden; przyjęto konserwatywnie 1,0
$C_e = 0{,}8$ – współczynnik ekspozycji, obiekt wystawiony na działanie wiatru – kopuła znacznie wznosi się ponad otaczające obiekty i drzewa
$\mu_i = 0.8$ – spadek dachu nie większy niż 30°
Ze względu na kształt stropodachu, to jest obecność kilku pięter należy uwzględnić obecność worków śnieżnych. Zakres worka śnieżnego l_s wyznaczany jest z zależności:

$$l_s = 2 * h \tag{35}$$

gdzie:
h - różnica wysokości pomiędzy poszczególnymi poziomami.

Na podstawie geometrii Hali wyznaczono zakres worków śnieżnych dla poszczególnych poziomów. Dla poziomu 3 i 4 worek śnieżny pokrywa tylko część stropodachu, dla dwóch najniższych poziomów – 1 i 2 worek śnieżny obejmuje całą powierzchnię. Przedstawiono to na rysunku poniżej, gdzie WS oznacza zakres worka śnieżnego.



Rys. 4.121. Obciążenie śniegiem.

Dla zadanej geometrii współczynnik dla worków śnieżnych wyniesie każdorazowo: $\mu_w = 4.0$.
Konserwatywni rezygnuje się z rozkładu trapezowego obciążenia worka śnieżnego na rzecz dystrybucji o charakterze stałym.
W związku z powyższym otrzymano następujące wartości:
Obciążenie charakterystyczne dachu podstawowe:

$$s = 0.0007MPa * 0.8 * 0.8 * 1.0 = 0.0004\ MPa$$

Obciążenie charakterystyczne dachu w workach śnieżnych:

$$s_w = 0.0007MPa * 4.0 * 0.8 * 1.0 = 0.0022\ MPa$$

Obciążenie wiatrem

Obciążenie śniegiem wyznaczone zgodnie z [63].
Lokalizacja: Wrocław
Wysokość nad poziomem morza: 110 m n. p. m.
Strefa obciążenia wiatrem: 1
Na podstawie powyższych danych otrzymano:
$v_{b,0} = 22\ \frac{m}{s} = 22000\ \frac{mm}{s}$ – wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru
$q_{b,0} = 0.30\ \frac{kN}{m^2} = 0.0003\ MPa$ – średnie (bazowe) ciśnienie prędkości
Kategoria terenu: III
Wartość bazowa prędkości wiatru:

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} \tag{36}$$

gdzie:
$c_{dir} = 1.0$ – współczynnik kierunkowy
$c_{season} = 1.0 -$ współczynnik sezonowy
stąd:

$$v_b = 22\ \frac{m}{s} = 22000\ \frac{mm}{s}$$

Średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b \tag{37}$$

gdzie:
$c_r(z) = 0.8 * \left(\frac{z}{10}\right)^{0.17} = 1.021$ – dla III kategorii terenu, $z = 42.0m$ – wysokość maksymalna
$c_o(z) = 1.0$ – współczynnik rzeźby terenu, dla analizowanego przypadku równy 1.0
Stąd:

$$v_m(z) = 1.021 * 1.0 * 22000\frac{mm}{s} = 22462\frac{mm}{s}$$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(z) \quad (38)$$

gdzie:

$I_v(z) = \frac{1}{\ln(\frac{z}{z_0})} = 0.202$ – współczynnik turbulencji, $z_o = 0.3m$ – wymiar chropowatości dla III kategorii terenu, $z = 42.0m$ – wysokość maksymalna

$\rho = 1.25\ \frac{kg}{m^3}$ – gęstość powietrza

Stąd:

$$q_p(z) = [1 + 7 * 0.202] * \frac{1}{2} * 1.25\ \frac{kg}{m^3} * (22462\frac{mm}{s})^2$$
$$q_p(z) = 0.0008\ MPa$$

Współczynnik konstrukcyjny dla obiektu o zadanej konstrukcji i geometrii wynosi $c_s c_d = 1$.

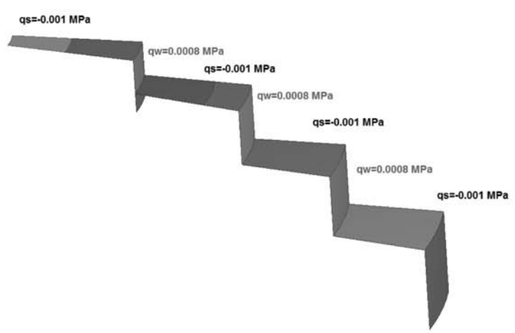
Ze względu na specyfikę geometrii stropodachu, wyznaczając współczynniki ciśnienia zewnętrznego założono, iż części pionowe z oknami zachowują się jak ściany, natomiast części poziome potraktowano jak dach płaski. Jednocześnie, ze względu na kolisty charakter obiektu należy uwzględnić zmianę rozkładu wiatru w kierunku obwodowym.

Zgodnie z powyższym:

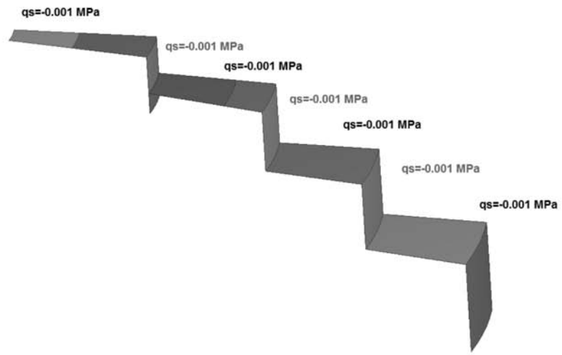
$q_w = q_p(z) = 0.0008\ MPa$ – wartość ciśnienia wywołanego wiatrem na ściany pionowe od strony nawietrznej

$q_s = -1.2 * q_p(z) = -0.001\ MPa$ – wartość ciśnienia na stropodachu (ssanie)

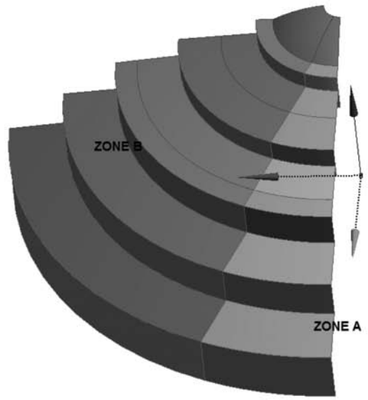
Przyjęto, iż parcie od strony nawietrznej obejmuje kąt rozwarcia równy 45° i na tym obszarze na ściany pionowe wiatr wywiera parcie. W pozostałym zakresie na ściany pionowe wywierane jest ssanie o wartości: $q_s = -1.2 * q_p(z) = -0.001\ MPa$.



Rys. 4.122. Rozkład ciśnienia od wiatru w strefie nawietrznej – zone A na rys. 4.124.



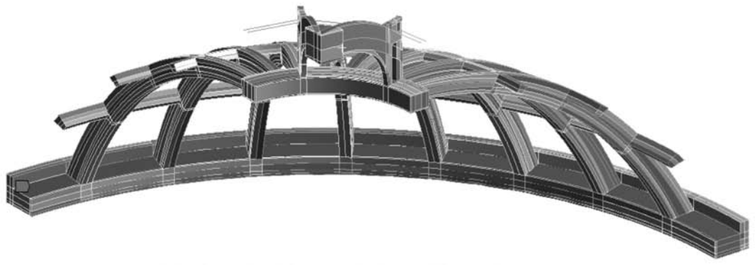
Rys. 4.123. Rozkład ciśnienia poza strefą nawietrzną – zone B na rys. 4.124.



Rys. 4.124. Podział na strefy wiatrowe na przekryciu Hali – ¼ całego stropodachu.

Obciążenie powierzchni pierścienia

Pierścień dolny. W czasie wizji na obiekcie zauważono, iż na powierzchni pierścienia dolnego, pomiędzy żebrami znajdują się liczne instalacje elektryczne, kable, a także podest po którym okazjonalnie poruszają się ludzie. Jest to obciążenie nieuwzględnione w projekcie i jego wpływ musi być zbadany. Przyjęto obciążenie równe 200 kg/m², które rozłożono równomiernie na powierzchni pierścienia.



Rys. 4.125. Obciążenie powierzchni pierścienia nieprzewidzianym ciężarem – obszar czerwony.

Żebra. Każde żebro obciążono sumarycznym obciążeniem równym 3 tony: na każdym skrzyżowaniu żebra z belką obwodową została przyłożona jedna tona.
Pierścień górny. Łączne, eksploatacyjne, obciążenie całego pierścienia górnego równe jest 40 ton. Wielkość ta jest w praktyce rozkładana na 8 punktów, rozmieszczonych w sposób symetryczny. Tak samo przyjęto w modelu numerycznym, przy czym, z racji modelowania tylko ¼ konstrukcji przyłożono dwie siły po 5 ton do dolnej powierzchni pierścienia.

Sprężenie pierścienia dolnego

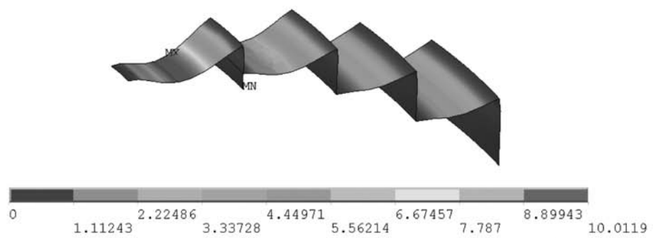
Zgodnie z [55] sprężenie wykonano za pomocą 9 kabli sprężających. Każdy z nich posiadał efektywną powierzchnię stali o powierzchni 450 mm^2 i każdy z nich został sprężony siłą o wartości 126 kN. W modelu ze względu na podział siatki wykonano 7 kabli o sumarycznej powierzchni równej rzeczywistej i sumarycznej sile również równej rzeczywistej. Sprężenie wykonano poprzez zadanie odpowiedniego naprężenia ściskającego do rozpiętych elementów LINK180.

4.3.5. Wyniki analiz. Wnioski

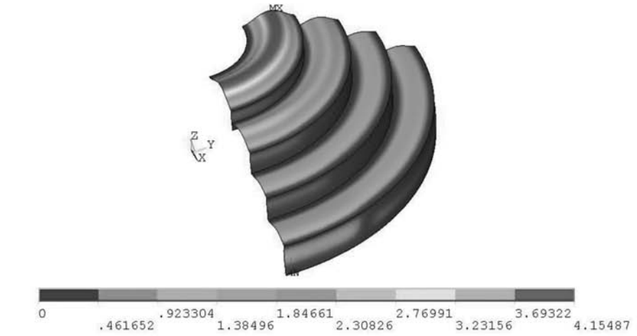
Analizując wyniki badań należy pamiętać, iż w całej pracy operuje się na obciążeniach i wytrzymałościach charakterystycznych. Ponadto, każdorazowo, poprzez naprężenia główne pierwsze należy rozumieć maksymalne naprężenia rozciągające, a poprzez naprężenia trzecie główne maksymalne naprężenia ściskające. Dodatkowo należy pamiętać, iż zarówno beton jak i pręty zamodelowane za pomocą węzłów bez obrotowych stopni swobody (czyli dokładnie odwzorowują rzeczywistość) i nie istnieje dla nich taka wielkość jak reakcja momentowa. Dodatkowo należy pamiętać, iż pręty zbrojeniowe nie mają sztywności poprzecznej, czyli nie przenoszą naprężeń ścinających – przenoszą tylko i wyłącznie naprężenia osiowe.

Stropodach oraz ściany osłonowe

Zgodnie z założeniami, powłok nie poddawano szczegółowej analizie naprężeniowej. Na poniższych rysunkach przedstawiono przemieszczenia w wybranych warunkach obciążeniowych.



Rys. 4.126. Sumaryczne przemieszczenia w milimetrach stropodachu i ścian osłonowych pod ciężarem własnym.

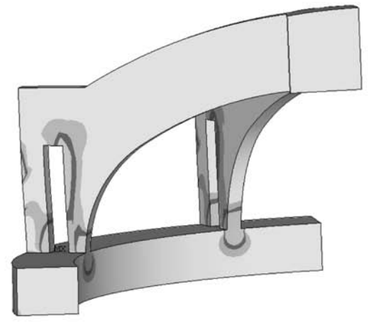


Rys. 4.127. Sumaryczne przemieszczenia w milimetrach stropodachu i ścian osłonowych pod wpływem działania wiatru.

Istotnym wnioskiem z analiz przekrycia konstrukcji jest fakt, iż kierunek reakcji przekazywanych na żebra nie jest oczywisty (mowa tutaj o sile poziomej i momencie gnącym), a wszelkie siły przekazywane z powłoki na konstrukcję nośną powinny być wyznaczane za pomocą modelu przestrzennego, na przykład takiego, jak zaproponowany w opracowaniu.
Dodatkowo, tak jak już postulowano, aby wyznaczyć rzeczywistą sztywność ścian osłonowych z oknami należałoby wykonać dokładną analizę wyłącznie tego elementu.

Latarnia

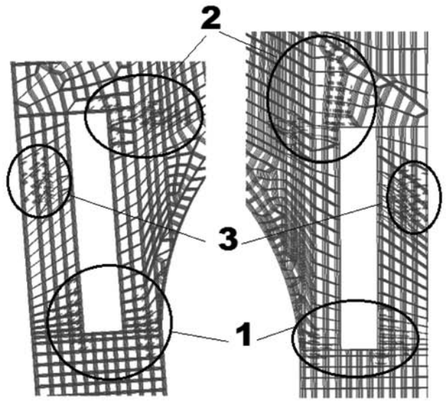
Analiza numeryczna potwierdziła wcześniejsze spostrzeżenia – słupy latarni są obciążone ponad swoją nośność. Wykazano to w pierwszej kolejności analizą liniową – już pod wpływem ciężaru własnego konstrukcji znaczna cześć słupa (matrycy betonowej) przy podstawie i w okolicach otworu znajduje się pod wpływem naprężeń rozciągających przekraczających wytrzymałość na rozciąganie (2,9 MPa) – szary obszar na rys. 4.128. Zniszczenie słupów oddziaływuje również lokalnie na pierścień górny.



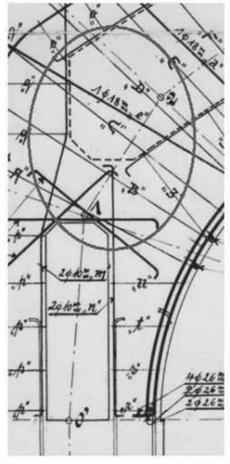
Rys. 4.128. Przekroczone naprężenia rozciągające w słupach – szary obszar.

W związku z powyższym należało przeprowadzić analizę nieliniową, która wskazała by miejsca pęknięć betonu oraz pozwoliła określić rzeczywiste wytężenie prętów. Na rys. 4.129 ukazano rozwój pęknięć pod wpływem ciężaru własnego. Jak widać beton uległ zniszczeniu przy podstawie słupa, a także częściowo na samym pierścieniu – obszar 1. Ponadto fragment nad otworem drzwiowym również uległ zniszczeniu, stopień degradacji jest nawet większy – analiza wykazała lokalne pęknięcia we wszystkich trzech płaszczyznach – obszar 2. Obszar 3 może być efektem lokalnym – jest tam zlokalizowany węzeł sterujący, który przekazuje reakcje ze stropodachu na ramę. Oczywiście w rzeczywistej konstrukcji znajduje się tam utwierdzenie stropodachu i wynik ten może być również prawdziwy. W związku z tym również ten fragment należy poddać

stałej obserwacji. Jeśli chodzi o obszar 2 to taki wynik jest efektem słabego zazbrojenia tego obszaru. Zaobserwowano to na archiwalnym rysunku konstrukcyjnym – rys. 4.130. W obszarze tym brakuje zbrojenia, które miałoby przenosić siły w zaznaczonym fragmencie słupów – są jedynie strefy zakotwień poszczególnych prętów. Jedynym zbrojeniem, które może pracować w tej strefie są strzemiona, które nie zostały jednak uwzględnione w modelu numerycznym ze względu na ich niepewną pracę związaną z wadliwym rozwiązaniem ich kształtu.

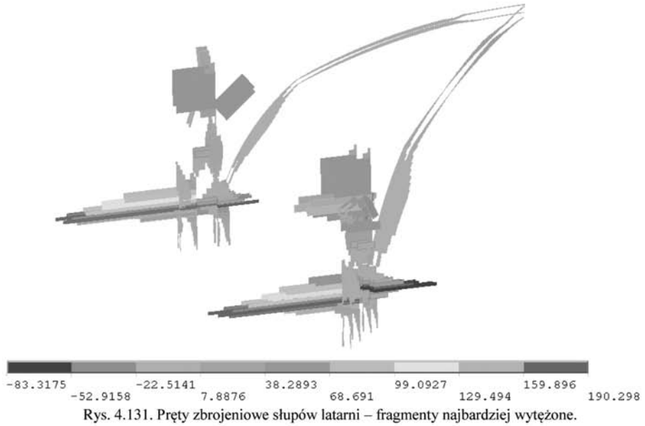


Rys. 4.129. Zniszczenie betonu – opis w tekście.



Rys. 4.130. Niewystarczające zbrojenie słupów w miejscu zlokalizowanych zniszczeń.

Zbrojenie u podstawy słupów również jest zbyt mocno wytężone. Wartość naprężeń rozciągających w prętach sięga tu 190 MPa, i jest zbliżona do wytrzymałości charakterystycznej stali zbrojeniowej, rys. 4.131. Obszar ten również wymaga stałego monitoringu.

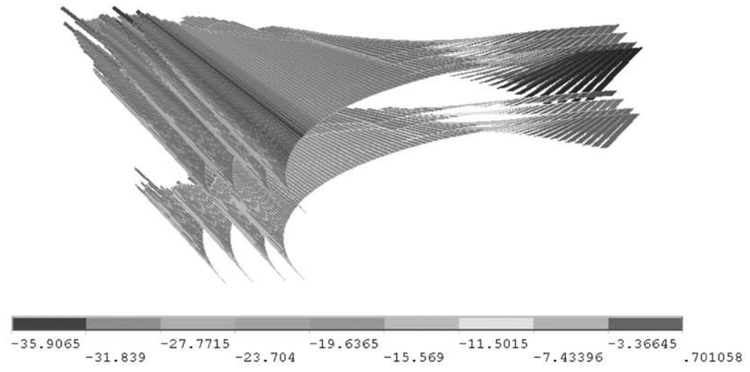


Rys. 4.131. Pręty zbrojeniowe słupów latarni – fragmenty najbardziej wytężone.

Prowadzone analizy wykazały, iż latarnia nie ma większego wpływu na globalną pracę konstrukcji nośnej. W związku z powyższym dalsze analizy wykonano w zakresie liniowym.
Zbadano również wytężenie ściągów między słupami (z lat 30 XX wieku). Ich wytężenie jest znikome. Przy uwzględnieniu wszystkich obciążeń naprężenia maksymalne wyniosły mniej niż 1 MPa. Ich obecność jest zatem zbędna, problem konstrukcji latarni jest związany zarówno z wadliwym doborem przekroju betonowego (niewystarczający), jak i zbrojenia.

Pierścień górny

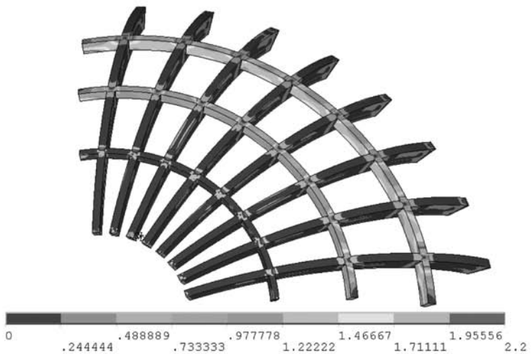
Zgodnie z założeniami, pierścień górny jest ściskany. Jego wytężenie (w najniekorzystniejszej kombinacji obciążeń) jest niewielkie, naprężenia ściskające w betonie wynoszą średnio 4 MPa (poza miejscowym wpływem słupów). Maksymalne wytężenie prętów ściskanych to 40 MPa, przy czym wytężenie prętów w górnym rzędzie jest dwukrotnie większe niż w dolnym, co może być również wywołane niekorzystnym wpływem latarni lub nierównomierną dystrybucją przekazywania sił ściskających z żeber na pierścień – rys. 4.132. Poprzez rząd górny prętów rozumie się tą grupę prętów, która jest położona przy górnej powierzchni pierścienia. Odpowiednio dolny rząd prętów, to pręty zbrojeniowe ułożone przy dolnej powierzchni pierścienia. Nazewnictwo to jest jednolite z wprowadzonym na początku tego rozdziału i stosowane jest konsekwentnie do wszystkich pierścieni i żeber.



Rys. 4.132. Wykresy sił osiowych na prętach w pierścieniu górnym.

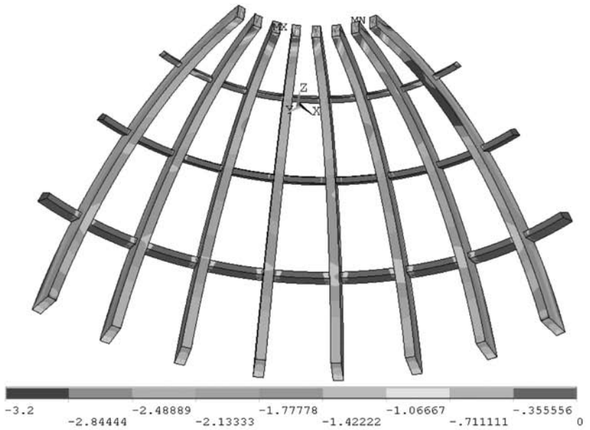
Żebra i belki obwodowe

Z proponowanej analizy wynika, iż żebra i belki obwodowe również nie są znacząco wytężone. Żebra (w najniekorzystniejszej kombinacji obciążeń) przenoszą siły ściskające, naprężenia ściskające w matrycy betonowej: 3.2 MPa, naprężenia ściskające w prętach zbrojeniowych (rząd górny) maksymalnie 26 MPa. Wszystkie pręty umieszczone w żebrach są ściskane na całej długości. Warto zwrócić uwagę na dwukrotnie większe wytężenie prętów w strefie zakotwienia, co może być superpozycją dwóch czynników – pręty mogą przenosić siły w pierścieniach oraz może to być efekt łączenia żeber i pierścieni elementami kontaktowymi.

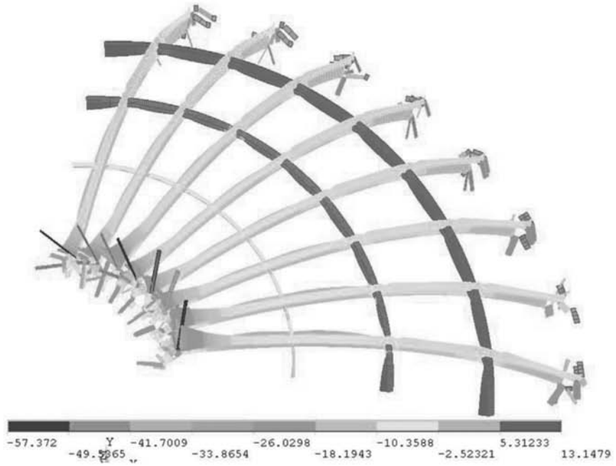


Rys. 4.133. Naprężenia pierwsze główne w żebrach i belkach obwodowych.

Belki obwodowe w zależności od położenia – strefa przemieszczeń promieniowych w kierunku do środka okręgu lub na zewnątrz okręgu są odpowiednio ściskane lub rozciągane. Oznacza to, iż pracują one głównie pod obciążeniem sił osiowych. Stąd belka obwodowa w położona najbliżej pierścienia górnego jest ściskana. Natomiast dwie belki obwodowe położone poniżej przenoszą siły rozciągające w kierunku obwodowym oraz są lokalnie zginane w okolicach żeber – to zjawisko może być częściowo efektem sposobu przykładania obciążeń. Maksymalne naprężenia rozciągające w przekroju belek obwodowych (matryca betonowa) to około 1,7 MPa. Z kolei wytężenie prętów zbrojeniowych wynosi 13 MPa. Biorąc pod uwagę, że operuje się na wielkościach, charakterystycznych bardzo możliwe, że w rzeczywistej konstrukcji beton lokalnie spękał i pręty zbrojeniowe belek obwodowych mogą być bardziej wytężone niż w przedstawionej analizie liniowej.



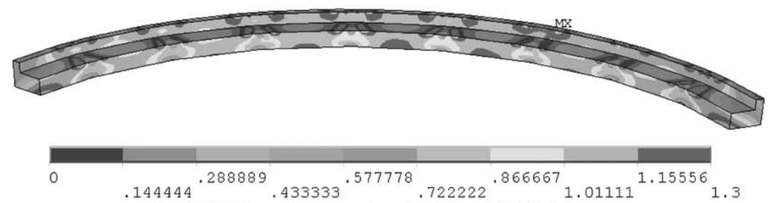
Rys. 4.134. Naprężenia trzecie główne w żebrach i belkach obwodowych.



Rys. 4.135. Wartość naprężeń w prętach zbrojeniowych żeber i belek obwodowych.

Pierścień dolny

Jest to wraz pierścieniem górnym kluczowy element konstrukcji, ponieważ awaria któregokolwiek z nich może prowadzić do katastrofy budowlanej. Obserwacje wykazały lokalne spękanie tego pierścienia, jednak do tej pory nie wykazano natury tych rys – czy powstały one w czasie dojrzewania w wyniku skurczu czy też w wyniku obciążeń. Taką próbę podjęto w tej analizie. Dzięki zamodelowaniu betonu za pomocą elementów typu solid oraz odtworzeniu rzeczywistej geometrii kratownicy w pierścieniu dolnym można określić z dużym prawdopodobieństwem rozkład naprężeń w tych elementach. Rys. 4.136 przedstawia maksymalne naprężenia rozciągające w betonie, w najniekorzystniejszej kombinacji obciążeń.

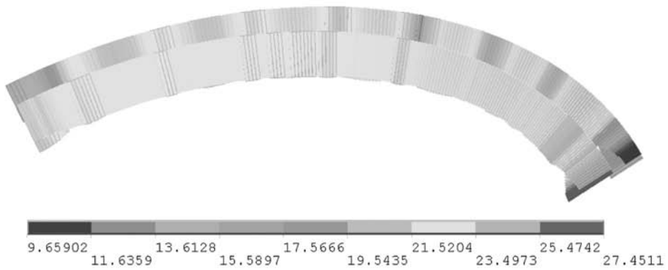


Rys. 4.136. Maksymalne naprężenia rozciągające w pierścieniu dolnym.

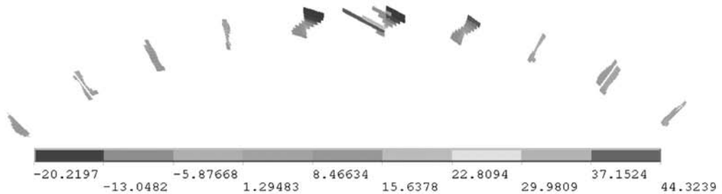
Maksymalne naprężenia główne poza lokalnymi zmianami spowodowanymi podparciem i przyłożeniem sił, mają wartość naprężeń rozciągających w betonie nie większą niż 1,3 MPa. Biorąc pod uwagę, iż zbadana doświadczalnie wytrzymałość na rozciąganie betonu w pierścieniu dolnym wynosi 3,6 MPa stwierdza się, iż zapas nośności jest wystarczający. Wytężenie kratownic również jest niewielkie. Pasy: 3,8 MPa, krzyżulce: 3,0 MPa, słupki: - 1,8 MPa.

W dalszej kolejności wykonano analizę z uwzględnieniem wartości obliczeniowej ciężaru własnego konstrukcji (współczynnik 1,35) oraz zwiększono ciężary podwieszone do żeber w czasie widowisk z 3 ton do 12 ton, i do pierścienia górnego z 40 ton do 80 ton. Obciążenia te zwiększyły wartość maksymalnych naprężeń rozciągających w betonie pierścienia do zaledwie 1,7 MPa. Oznacza to, iż zwiększanie sił pionowych nie wpływa na wytężenie pierścienia dolnego. Wynika to zapewne ze sposoby przekazywania obciążeń z żeber na pierścień – to jest praktycznie prostopadle do powierzchni pierścienia, w związku z czym składowa pozioma od obciążeń pionowych jest stosunkowo niewielka. Twórcy obiektu wykorzystali tutaj pracę elementów zakrzywionych ściskanych – w tym łuków (żeber Hali) – to jest przekazywanie reakcji na podporę w kierunku stycznym do promienia łuku. Potwierdzałby to fakt, iż pierścień górny, do którego żebra przytwierdzone są w jego płaszczyźnie i przekazują siły wzdłuż jego promienia, pod wpływem opisanych wyżej obciążeń wyjątkowych, zwiększa swoje wytężenie dwukrotnie.

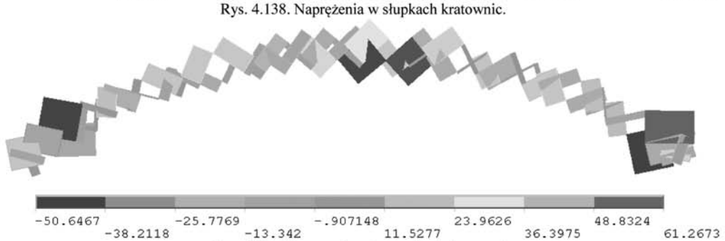
Wydaje się zatem, iż beton ulegał zarysowaniu w okresie dojrzewania lub poprzez przyłożenie sił poziomych do konstrukcji, gdyż byłyby one w stanie wywołać wystarczająco duże naprężenia rozciągające mogłyby one zostać wywołane na przykład podczas nieprawidłowego rozdeskowywania konstrukcji.
Dodatkowo, wyznaczono wytężenie kratownic przy założeniu, że całą wartość sił rozciągających w pierścieniu muszą przenieść tylko one (całkowite spękanie betonu. Zadanie zrealizowano, na stworzonym modelu, w sposób następujący – betonowi w pierścieniu dolnym przypisano minimalną sztywność, to jest moduł Younga o wartości zaledwie 300 MPa, podczas gdy moduł Younga stali w kratownicy to 205000 MPa. W takiej sytuacji całe obciążenie przenoszone jest praktycznie przez kratownice. Rezultaty tej analizy przedstawione są na rys. 4.137 do 4.139. Wytężenie pasów sięga 27 MPa, słupków od - 20 MPa do 44 MPa, natomiast krzyżulców od - 50 MPa do 61 MPa. Biorąc pod uwagę współczynnik bezpieczeństwa dwa i nośność charakterystyczną stali 235 MPa istnieje jeszcze bezpieczny zapas nośności dla kratownicy.



Rys. 4.137. Naprężenia w pasach kratownic.

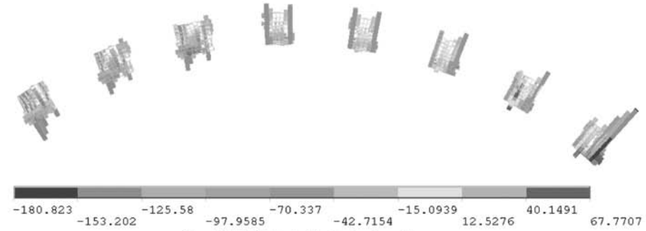


Rys. 4.138. Naprężenia w słupkach kratownic.



Rys. 4.139. Naprężenia w krzyżulcach kratownic.

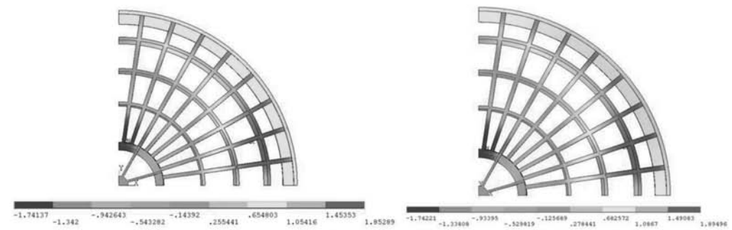
W zaistniałej sytuacji, gdzie bardzo duże siły pionowe przekazywane są z żeber na pierścień dolny i na znajdujące się pod żebrami łożyska bardzo istotne staje się zbrojenie betonu w strefie dociskowej. Potwierdzają to rezultaty naprężeń uzyskanych dla zbrojenia podporowego – od - 180 MPa do 67 MPa (rys. 4.140). Świadczy to o świadomym doborze tego zbrojenia do założonego schematu statycznego.



Rys. 4.140. Wytężenie zbrojenia podporowego.

Efekt sprężenia

Wpływ sprężenia na konstrukcję pierścienia dolnego rozciąganego sprawdzono z uwagi na przemieszczenia konstrukcji w kierunku promieniowym. Na rys. 4.141 przedstawiono przemieszczenia promieniowe konstrukcji pod wpływem własnego ciężaru przed sprężeniem (po lewej) oraz po sprężeniu (po prawej).



Rys. 4.141. Przemieszczenia promieniowe pierścienia pod wpływem ciężaru własnego przed – i po sprężeniu.

Wydaje się zatem, że sprężenie nie ma istotnego wpływu na przemieszczenia konstrukcji w kierunku promieniowym. Jest to zrozumiałe biorąc pod uwagę fakt, iż siła sprężająca kable jest relatywnie niskiej wartości.

4.3.6. Wnioski końcowe

- Konstrukcja nośna kopuły Hali Stulecia jest bardzo sztywna w kierunku pionowym, obciążana ciężarem własnym, śniegiem i obciążeniem w czasie widowisk ugina się zaledwie o wartość 12 mm, przemieszczenia promieniowe są o rząd wielkości mniejsze. Pierścień dolny przemieszcza się na zewnątrz, natomiast górny do wewnątrz – czego efektem jest odpowiednio rozciąganie pierścienia dolnego i ściskanie górnego. Oś zerowych przemieszczeń promieniowych znajduje się w połowie wysokości żeber.
- Ściągi wzmacniające pomiędzy słupami latarni, które dołożono w latach trzydziestych XX wieku są właściwie zbędne z punktu widzenia wytężenia słupów. W miejscu, a właściwie w płaszczyźnie, w której zostały one umieszczone, słupy praktycznie nie są wytężone, co potwierdzone jest bardzo niskimi naprężeniami w zainstalowanych ściągach (1 MPa).
- Słupy latarni są bardzo mocno wytężone, właściwie, są wytężone ponad ich nośność – analiza liniowa wykazała, iż wytrzymałość betonu na rozciąganie (2,9 MPa – wyniki eksperymentalne dla tego fragmentu konstrukcji) została przekroczona. Dotyczy to odcinków słupów przy podstawie oraz rys nad przejściem. Przekroczenie naprężeń rozciągających w betonie, w miejscu utwierdzenia w pierścieniu górnym jest prawdopodobnie efektem źle dobranego przekroju słupów – nie uwzględniono wcale, lub w sposób niedostateczny, efektu ściskania górnego pierścienia poprzez żebra.
- Przeprowadzona kolejno analiza nieliniowa, poza wskazaniem zakresu spękania betonu, wykazała, iż stal zbrojeniowa jest wytężona prawie do swojej nośności charakterystycznej – 190 MPa.
- Z punktu widzenia pracy statycznej całej konstrukcji, uszkodzenie słupów latarni nie jest aspektem istotnym - konstrukcja latarni nie jest fragmentem kluczowym dla obiektu – przykładowo w rzymskim Panteonie, w miejscu latarni znajduje się otwór (okulus). Sama latarnia, o ile nie będzie dodatkowo obciążana, również nie jest zagrożona. Przed uszkodzeniem jej schemat statycznych składał się z 4 ram, których wszystkie węzły były sztywne – była to więc konstrukcja wielokrotnie przesztywniona. Natomiast po zniszczeniu betonu w strefie podporowej, można przyjąć, iż powstały tam przeguby, a zatem stopień przesztywnienia się zmienił. W wyniku tej zmiany nastąpiła kolejno redystrybucja sił wewnętrznych w ramach i latarnia odnalazła swoje nowe położenie równowagi.

- Ściskany pierścień górny jest wytężony w niewielkim stopniu – naprężenia ściskające w betonie wynoszą 4 MPa, w stali 40 MPa. Jedynie lokalnie, pod słupami latarni mogą istnieć lekkie pęknięcia betonu. Nie ma to jednak wpływu na pracę całego elementu.
- Żebra przenoszą wyłącznie siły ściskające. Ich wytężenie jest nieznaczne – naprężenia ściskające w betonie i stali wynoszą odpowiednio 3,2 MPa oraz 26 MPa. Ich nośność zdecydowanie przewyższa realne obciążenia konstrukcji.
- Analizy wykazały, że rysy na pierścieniu dolnym musiały powstać w wyniku skurczu w czasie dojrzewania, lub jako efekt działania sił promieniowych, które mogły zostać w sposób niezamierzony przyłożone do pierścienia. W warunkach, w których obecnie pracuje konstrukcja, maksymalne naprężenia rozciągające w betonie wynoszą 1,3 MPa, a więc znacznie poniżej wytrzymałości na rozciąganie betonu w tym elemencie (3,6 MPa).
- Zwiększanie obciążeń pionowych nie ma istotnego wpływ na wzrost naprężeń rozciągających w betonie pierścienia, co jest efektem odpowiedniego ukształtowania żeber.
- Kratownica w pierścieniu jest w stanie sama przenieść obciążenia przy satysfakcjonującym współczynniku bezpieczeństwa. Przy założeniu samodzielnej pracy wytężenie pasów sięga 27 MPa, słupków ściskanych 20 MPa, słupków rozciąganych 44 MPa, natomiast krzyżulców ściskanych 50 MPa, krzyżulców rozciąganych 61 MPa. Biorąc pod uwagę współczynnik bezpieczeństwa dwa i nośność charakterystyczną stali 235 MPa istnieje jeszcze bezpieczny zapas nośności dla kratownicy.
- Dla przyjętej krzywizny żeber istotnym elementem jest zbrojenie w pierścieniu dolnym pracujące na docisk w miejscu, gdzie żebra poprzez pierścień przekazują obciążenie na łożyska. Zbrojenie podporowe jako jeden z niewielu elementów kopuły Hali Stulecia nie zostało przewymiarowane, naprężenie w tych prętach zbrojeniowych wynosi – od - 180 MPa do 67 MPa
- Sprężenie wykonane podczas ostatniej renowacji nie ma praktycznego wpływu na deformację konstrukcji nośnej kopuły.

4.4. Koncepcja projektowa całościowego monitoringu obiektu (Lista Światowego Dziedzictwa UNESCO)

Najbardziej oczywistą, i najprostszą metodą analizy stanu konstrukcji jest metoda wizualna. Jest to pierwszy sposób oceny kondycji konstrukcji. Jest to metoda o tyle łatwa, że znaczące uszkodzenia są widoczne „gołym okiem" i o tyle trudna, że uszkodzenia ukryte, niemożliwe są tu do zlokalizowania. Wzrokowa ocena stanu obiektu ma na celu również sprawdzenie stopnia uszkodzenia wartości obiektu jako obiektu dziedzictwa – śladów aktów wandalizmu, działania czynników destrukcyjnych. Metoda wizualna powinna być podsumowana raportem zawierającym zarówno słowny opis zauważalnych zmian, jak również dokumentację fotograficzną i wstępną dokumentację pomiarową. Profesjonalny, przy zastosowaniu właściwej aparatury, pomiar wielkości fizycznych, takich jak: przemieszczenia, osiadania, zarysowania daje możliwość nadzorowania stanu i bezpieczeństwa konstrukcji. Kompleksowy monitoring pozwala ocenić prawidłowość prowadzonych prac budowlanych, konserwatorskich i restauratorskich, szczególnie w obiektach zabytkowych. Zainstalowanie stale działającego systemu pomiarowego w istniejących obiektach historycznych daje możliwość oceny zmian wartości mierzonych oraz transponowania wyników na wytężenia poszczególnych elementów. Ciągła rejestracja wyników pomiarów umożliwia kontrolę zachowania statycznego konstrukcji w czasie pod wpływem zmieniających się obciążeń oraz prognozowania, ogólnie pojętej, trwałości obiektu. Jest to szczególnie istotne przy obiektach zabytkowych, takiej rangi jak Hala Stulecia.
Podstawą monitorowania konstrukcji są pomiary odkształceń. System monitoringu musi spełniać szereg istotnych warunków:

a) Warunki niezbędne:
- dokładność,
- powtarzalność,
- stabilność pomiarów w czasie.

b) Warunki dodatkowe - pomiary dodatkowe:
- pomiar temperatury czujników,
- pomiar temperatury konstrukcji,
- pomiar siły i kierunku wiatru,
- pomiar temperatury zewnętrznej,
- pomiar nasłonecznienia, opadów,
- ocenę agresywności czynników atmosferycznych.

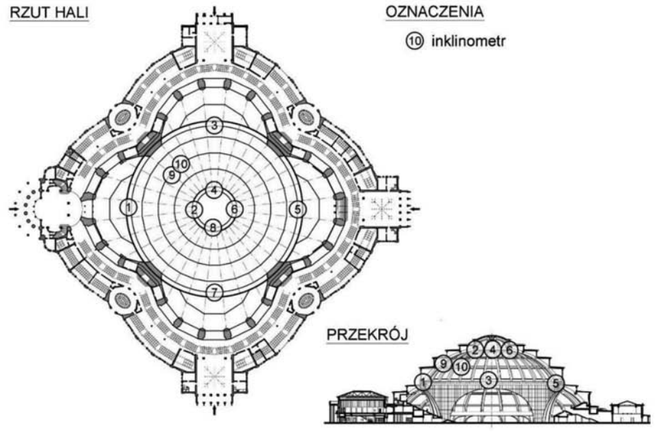
W przypadku Hali Stulecia proponuje się system monitoringu podzielić na 2 elementy: monitoring statyczny i monitoring dynamiczny.

4.4.1. Monitoring statyczny

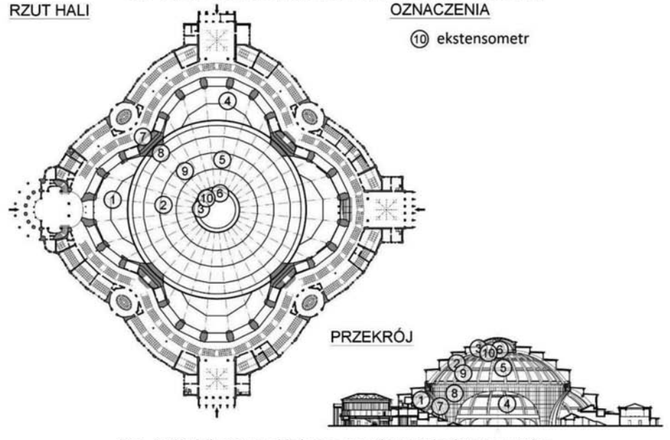
Monitoring statyczny mający w swoim zakresie oceny wielkości przemieszczeń pionowych i poziomych, obroty elementów konstrukcyjnych budowli, odkształcenia w wybranych miejscach, zmiany pól wpływów termicznych, rozwartości rys i osiadania budowli.
Monitoring statyczny dokonywany jest drogą bezpośredniego odczytu z urządzeń lub automatycznie za pomocą informacji przekazywanych przez aparaturę elektroniczną. Częstotliwość odczytów, ustawienia punktów pomiarowych oraz dobór oprzyrządowania może być stały lub na bieżąco zmieniany w zależności od warunków oraz charakteru pracy konstrukcji. Do pomiarów należało by zastosować:
- Inklinometry – określające kąt wychylenia elementów konstrukcyjnych od pionu.

- Ekstensometry – do pomiaru wydłużeń i odkształceń liniowych.
- Repery – wyznaczają różnice wysokości pomiędzy punktami pomiarowymi.
- Tensometry – mierzące odkształcenia np.: na elementach stalowych łożysk lub prętów zbrojeniowych.
- Mini pryzmaty – odbijając wiązki laserowe od tachimetrów, tzw. *Total Station,* mierzących przemieszczenia pionowe i poziome.
- Szczelinomierze – określające wielkość szczelin lub luzów pomiędzy sąsiadującymi powierzchniami.
- Piezometry – do pomiarów zwierciadła wody w warstwach wodonośnych w otoczeniu hali.
- Mierniki osiadań – do pomiaru osiadań obiektu.

Mnogość dostępnych urządzeń i ich zakres działań oraz specyfika obiektu, powodują, że najefektywniejszymi systemami pomiarowymi powinny być systemy monitorujące ewentualne przemieszczenia i osiadania konstrukcji Hali Stulecia.



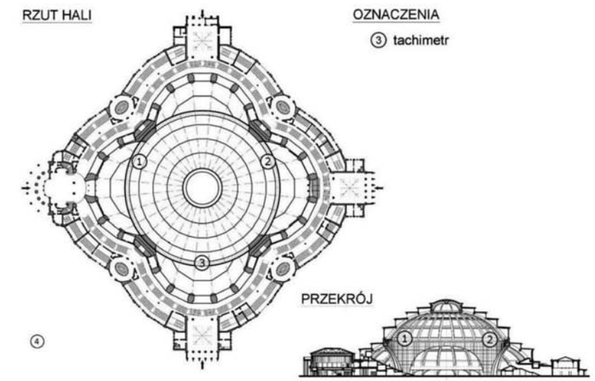
Rys. 4.142. Schemat przykładowego rozmieszczenia inklinometrów.



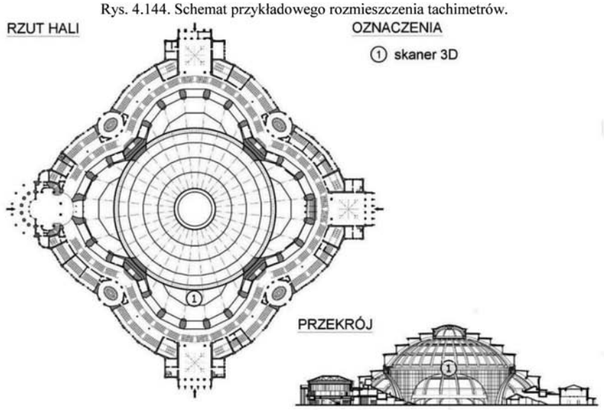
Rys. 4.143. Schemat przykładowego rozmieszczenia ekstensometrów.

4.4.1.1. Monitorowanie przemieszczeń

Monitorowanie przemieszczeń przekrojów najważniejszych elementów konstrukcji Hali Stulecia czyli: pierścienia dolnego rozciąganego, pierścienia górnego ściskanego wraz z latarnią, żeber kopuły oraz filarów najsprawniej można wykonać posługując się tachimetrem elektronicznym (Total Station). Urządzenia tego rodzaju stanowią rodzaj połączenia dalmierza elektrooptycznego lub laserowego z teodolitem elektronicznym, dzięki czemu możliwy jest pomiar i jednoczesna rejestracja wartości kątów i odległości oraz ich przetwarzanie na współrzędne obserwowanych punktów. Tego typu urządzenia stosowane są w badaniach przemieszczeń oraz odkształceń budowli istniejących oraz przy aktualnych realizacjach i inwentaryzacjach.
Aby zapewnić kompleksowy pomiar przemieszczeń w budynku Hali Stulecia należało by w jej wnętrzu zamontować min. 3 tachimetry oraz min. 1 tachimetr poza halą. Takie rozmieszczenie tachimetrów pozwoliło by na pomiar przemieszczeń w około 100 - 120 punktach pomiarowych wewnątrz i na zewnątrz hali.
Interesującym rozwiązaniem możliwym do aplikacji w budynku Hali Stulecia jest zastosowanie skanera 3D sprzężonego z oprogramowaniem 4D INSPECTOR. Jest to system (skaner + oprogramowanie) do zdalnego sterowania i automatycznego skanowania 4D (3D + czas). Do tej pory dla porównania danych pozyskanych w poszczególnych skanach wykorzystywano oprogramowanie np.: Geomagic, które jest pakietem narzędzi do szybkiej transformacji trójwymiarowych danych pochodzących ze skanera laserowego na trójwymiarowe modele cyfrowe służące do dokumentacji i analizy. Aplikacje te były jednymi z najszybszych dostępnych aplikacji do konwersji danych skanerowych do parametrycznych modeli CAD. Podczas analizy porównawczej przetwarzano powierzchnie poszczególnych skanów na siatkę trójkątów, aby użyć jej do porównania ze skanami z innych okresów.



Rys. 4.144. Schemat przykładowego rozmieszczenia tachimetrów.



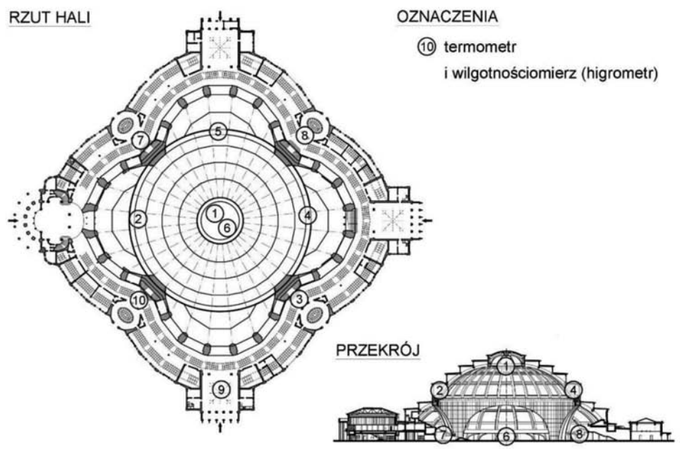
Rys. 4.145. Schemat przykładowej lokalizacji skanera 3D.

4.4.1.2. Monitorowanie osiadań obiektu

Monitorowanie osiadań to nie tylko pomiary przemieszczeń poszczególnych punktów lecz również znajomość budowy podłoża (rodzaj, miąższość, ułożenie i nachylenie warstw) stanu gruntów z uwzględnieniem ich sztywności. Tylko poznanie tych wszystkich danych jest warunkiem poprawnego rozmieszczenia punktów pomiarowych - reperów. Jednak poza dokładnymi badaniami podłoża istotne jest przeanalizowanie innych czynników, które mogą mieć wpływ na wielkość osiadań np.: prekonsolidacja podłoża.
Monitoring osiadań możliwy jest za pomocą tradycyjnych niwelatorów, tachimetru lub skanera 3D.
Możliwe jest również zastosowanie systemu typu DSM do monitorowania osiadania. System działa w sposób automatyczny i długoterminowy monitorując konstrukcje poprzez zapis zróżnicowanych osiadań (falowania) budynków. System DSM składa się z szeregu połączonych ze sobą czujników poziomu cieczy, która wypełnia rury biegnące do zbiornika odniesienia, znajdującego się w stałym punkcie, blisko obszaru monitorowania. Pomiar poziomu cieczy wskazuje różnicę wysokości pomiędzy czujnikami a zbiornikiem odniesienia.

4.4.1.3. Monitorowanie zmian temperatury i wilgotności

W obiekcie w którym występują poważne problemy z wentylacją jakim jest Hal Stulecia niezbędnym wydaje się zamontowanie licznych i równomiernie rozmieszczonych czujników temperatury i wilgotności. Dane pozyskane z tych czujników mogą w przyszłości posłużyć do świadomego zaprojektowania wydolnego systemu sterującego klimatem wewnątrz obiektu. Szczególnym problemem wydają się tutaj liczne powierzchnie okienne i częste zmiany liczby osób znajdujących się wewnątrz hali.



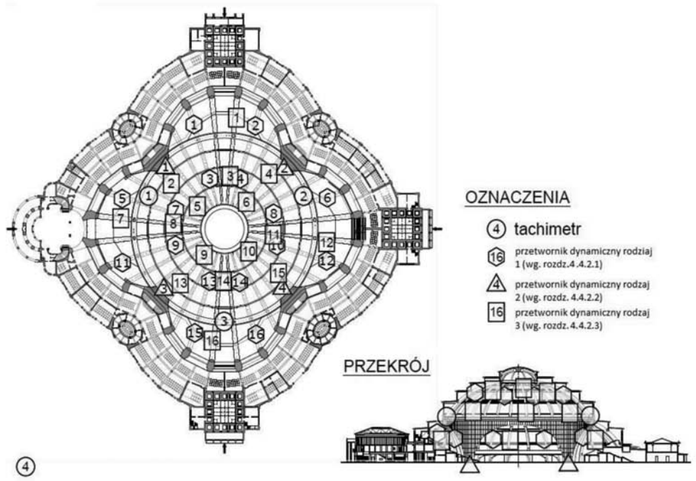
Rys. 4.146. Schemat przykładowego rozmieszczenia termometrów i wilgotnościomierzy.

4.4.2. Monitoring dynamiczny

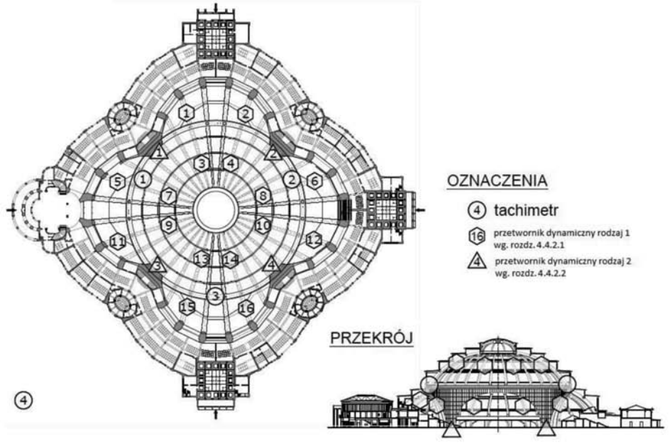
Monitoring dynamiczny czyli system monitoringu drgań może spełniać trzy zasadnicze funkcje:

1) monitorowanie stanu wytężenia konstrukcji spowodowanego dynamicznym charakterem obciążenia obiektu,
2) monitorowanie poziomu drgań docierających do obiektu (generowanych na zewnątrz lub wewnątrz budowli) i mogących go wzbudzać,
3) monitorowanie ewentualnych zmian cech dynamicznych (modalnych) obiektu; znaczna zmiana tych cech świadczyłaby o degradacji konstrukcji.

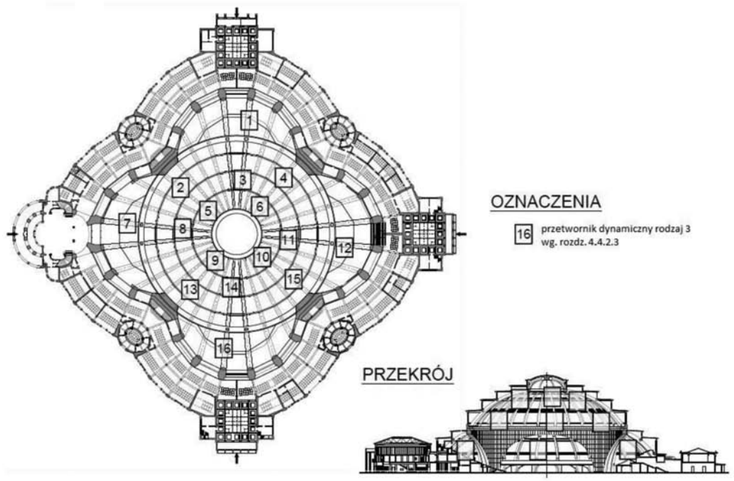
Ponieważ nie są określone parametry dynamiczne Hali Stulecia prawidłowe dobranie miejsc pomiaru drgań oraz dobór przetworników powinno być poprzedzone numeryczną analizą dynamiczną obiektu (np. dynamiczną analiza MES) wraz z jej pomiarową walidacją i weryfikacją. Poniższe propozycje przedstawione bez takich analiz i pomiarów mają jedynie charakter wstępny.



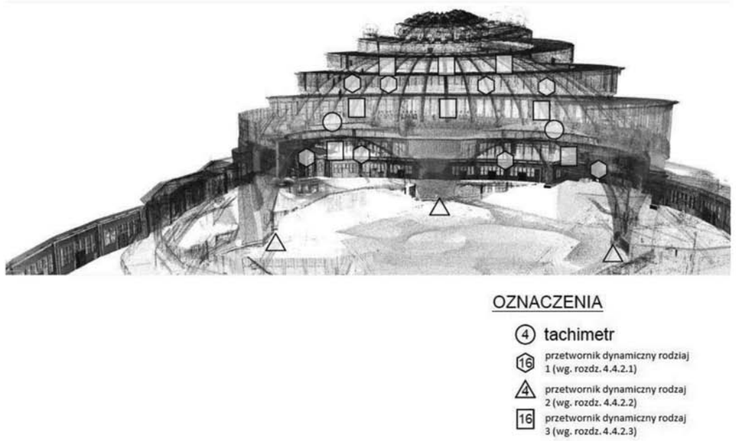
Rys. 4.147. Schemat przykładowego rozmieszczenia przetworników dynamicznych 1, 2, 3.



Rys. 4.148. Schemat przykładowego rozmieszczenia przetworników dynamicznych 1, 2.



Rys. 4.149. Schemat przykładowego rozmieszczenia przetworników dynamicznych 3.



Rys. 4.150. Schemat przykładowego rozmieszczenia przetworników dynamicznych 1, 2, 3.

4.4.2.1. Monitorowanie stanu wytężenia konstrukcji spowodowanego dynamicznym charakterem obciążenia obiektu

Na podstawie analizy pracy statycznej konstrukcji należy wyznaczyć obszary zwiększonego wytężenia konstrukcji. Analizując łącznie efekty statyczne i prognozowane efekty dynamiczne (działanie porywów wiatru, wymuszenia od przejazdu tramwajów, wymuszenia od synchronicznego ruchu ludzi –imprezy masowe) można wyznaczyć rejony usytuowania przetworników. Wstępnie proponuje się:

– cylinder (pendentyw) (w połowie wysokości tj. ok. +10,5 m),
– żebra kopuły (w połowie wysokości tj. ok. +30,0 m),
– w wersji poszerzonej, także żebra kopuły na innych wysokościach.

W wersji minimalnej proponuje się zastosowanie 4 przetworników, w wersji maksymalnej 16 szt. Biorąc pod uwagę rodzaj budowli (masywna konstrukcja) rekomenduje się przetworniki o wysokiej czułości – akcelerometry o czułości 10 V/g (1 V/ms^{-2}).

4.4.2.2. Monitorowanie poziomu drgań docierających do obiektu (generowanych na zewnątrz lub wewnątrz budowli) i mogących go wzbudzać

Monitorowanie drgań docierających do konstrukcji powinno być przeprowadzane poprzez pomiar poziomu drgań na fundamentach (poziom ok. -3,0 m). W wersji minimalnej proponuje się zastosowanie 1 przetwornika, w wersji maksymalnej 4 szt. Biorąc pod uwagę rodzaj budowli (masywna konstrukcja) rekomenduje się przetworniki o wysokiej czułości – akcelerometry o czułości 10 V/g (1 V/ms^{-2}).

4.4.2.3. Monitorowanie ewentualnych zmian cech dynamicznych (modalnych) obiektu; znaczna zmiana tych cech świadczyłaby o degradacji konstrukcji

Dobór miejsc pomiarowych w przypadku analizy modalnej musi być poprzedzony numeryczną analizą modalną (określeniem form własnych) – zapobiegnie to pomiarom w miejscach węzłów form własnych (tam gdzie amplitudy drgań są niewielkie lub zerowe). Na podstawie wyników analizy modalnej można będzie określić liczbę i miejsca rozmieszczenia przetworników. Szacuje się minimalną liczbę potrzebnych przetworników (np. akcelerometrów) na 16 szt. Z powodu konieczności instalowania dużej liczby przetworników można rozważyć wykonywanie pomiarów do analizy modalnej poza systemem monitoringu. Podstawową zaletą takiego podejścia jest zmniejszenie jednorazowych kosztów inwestycyjnych przy jednoczesnej możliwości zwiększenia liczby punktów pomiarowych. Wadą takiego podejścia jest istnienie kosztów związanych z analizą (ewentualne zatrudnianie firmy zewnętrznej) oraz konieczność przy każdej analizie montażu i demontażu przetworników. Tę ostatnią niedogodność można zlikwidować poprzez zastosowanie przetworników bezdotykowych (wibrometr laserowy – LDV). Warunkiem koniecznym jest jednak zapewnienie stabilnego podłoża dla lasera (drgania podłoża muszą być kilka rzędów mniejsze od drgań mierzonej konstrukcji).

4.4.3. Wnioski

Po zebraniu danych z badań materiałowych i monitoringu sporządzać będzie można szereg analiz statyczno- i dynamiczno-wytrzymałościowych, pozwalających diagnozować aktualny stan konstrukcji Hali Stulecia. Prowadzone analizy posłużyć mogą również do określenia prawdopodobnych przyczyn zidentyfikowanych uszkodzeń, jak również pozwolą określić kierunki działań badawczo – konserwatorskich i dalszej eksploatacji obiektu.
Celem generalnym jest tu precyzyjna diagnostyka i monitoring z interaktywną analizą i prezentacją wyników badań.

4.5. Aparatura pomiarowa

4.5.1. Aparatura do pomiarów przemieszczeń

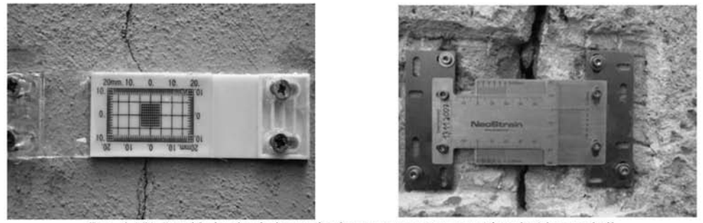
Przemieszczenie to zmiana położenia punktów obiektu, zarówno ich translacja, jak i obrót. Odkształcenie to przemieszczenie punktów obiektu wynikające ze zmian jego kształtu, np. ugięcia czy wyboczenia. Pomiary kontrolne wykonuje się, jednokrotnie, dające informację na temat stanu bieżącego lub okresowo, określające zmianę wartości i kierunków przemieszczeń lub odkształceń w czasie. Przemieszczenia konstrukcji mogą wywoływać powstawanie rys i pęknięć, nadmierne powodują awarie i katastrofy. W zależności od wielkości odkształceń, należy opisać stan konstrukcji z uwzględnieniem:

– diagnostyki rys,
– pionowości ścian i słupów,
– wielkości naprężeń w przekrojach, gdzie może dochodzić do koncentracji naprężeń (naroża, miejsca połączeń, filarki międzyokiennie, itd.),
– bieżącej wytrzymałości materiałów konstrukcyjnych,
– warunków eksploatacji.

Istnieje wiele metod oceny skutków przemieszczeń budowli. Jeden z nich jest następujący:

– rysa – nieciągłość na elemencie o zwykle niewielkiej długości i rozwartości nieprzekraczającej 0,5 mm,
– szczelina – rysa o rozwartości powyżej 0,5 mm,
– pęknięcie – szczelina o znacznej rozwartości (nawet o przebiegu przez pełną szerokość przekroju).

Zarysowanie, jak każdy poddawany kontroli proces zachodzący w konstrukcji, powinno zostać odpowiednio udokumentowane. Opis procesu zarysowania powinien zawierać: rozmieszczenie i przebieg rys na powierzchniach, opis geometryczny rys, tj. szerokość rozwarcia i głębokość rys, zmiany kierunku oraz opis zmienności w procesie powstawania rys nowych i powiększania się istniejących.
Jedną z metod sprawdzania przemieszczeń jest montowanie w kierunku prostopadłym do istniejących rys plomb gipsowych lub szklanych. Metoda ta, przez wielu uważana jest za przestarzałą i zawodną – płytki montowane często są na grubej warstwie gipsu, nieodpornego na czynniki atmosferyczne, który niekiedy ulega zniszczeniu szybciej niż sama płytka. Ponadto, w przypadku pęknięć występujących wysoko ponad poziomem terenu, trudno jest sprawdzić stan płytki. Obecnie przestarzała metoda, jedynie wskaźnikowa, zastępowana jest przez stosowanie płytek wraz z skalą (przykład na zdjęciu). Skala wskazówkowa pozwala na sprawdzanie wartości przyrostu przemieszczeń, dopóki sama płytka nie ulegnie zniszczeniu.



Rys. 4.151. Przykłady płytek do monitoringu postępu zarysowań i spękań konstrukcji.

Innym sposobem pomiaru przemieszczeń jest wykorzystanie urządzeń geodezyjnych, przez co należy rozumieć wykorzystywanie metod rejestrowania długości, kątów i wysokości. Są one uniwersalne z uwagi na zróżnicowanie badanych obiektów. Wśród stosowanych obecnie urządzeń geodezyjnych stosuje się najczęściej:

– Dalmierze elektromagnetyczne i laserowe – wykorzystują one pomiar czasu, w ciągu którego nadany sygnał pokonuje drogę pomiędzy dalmierzem a końcowym punktem odcinka, skąd zostaje zawrócony za pomocą reflektora do dalmierza. Obecnie stosuje się dalmierze elektrooptyczne i laserowe o dużej dokładności pomiaru $2 \div 7\ mm/km$ oraz krótkim czasie pomiaru $3 \div 5\ s$. Światło emitowane przez dalmierz najczęściej czerpie swoje źródło w lupie luminescencyjnej i jest to fala podczerwona. Na rys. 4.152 przedstawiono przykład dalmierza laserowego. Charakteryzuje się on zasięgiem od 40 do 100 metrów (w zależności od modelu) i dokładnością do $\pm 2\ mm$, ciągłością pomiaru oraz pamięcią wielu zapisów.

Rys. 4.152. Dalmierz laserowy

Rys. 4.153. Teodolit elektroniczny

– Teodolity elektroniczne – instrument służący do automatycznego pomiaru kątów. Wyróżnia się możliwością przemieszczania, wysoką dokładnością pomiarową, automatyzacją obliczeń. Dane pomiarowe odczytywane z kręgów kodowych przekazywane są bezpośrednio do komputera i tam wykonywane są obliczenia. Urządzenia tego typu pozwalają na kontrolę poprawności poziomowania oraz wpływu na mierzone kąty poziome i pionowe. Na rys. 4.153 przedstawiono przykład teodolitu elektronicznego. Charakteryzuje się on odpornością na działanie warunków atmosferycznych, dokładnością kątową 2", odpornością na wstrząsy oraz prostotą obsługi.
– Tachimetry elektroniczne (Total Station) – stanowią rodzaj połączenia dalmierza elektrooptycznego lub laserowego z teodolitem elektronicznym, dzięki czemu możliwy jest pomiar i jednoczesna rejestracja wartości kątów i odległości oraz ich przetwarzanie na współrzędne obserwowanych punktów. Tego typu urządzenia stosowane są w badaniach

przemieszczeń oraz odkształceń budowli istniejących oraz przy aktualnych realizacjach i inwentaryzacjach. Wyróżnia się tachimetry przemysłowe, fototachimetry oraz zintegrowane z danym systemem, np. Windows. Na rys. 4.154 przedstawiono tachimetr zintegrowany z systemem Windows – tutaj firmy TPI. Charakteryzuje się on możliwością blokady w razie kradzieży oraz systemem monitorowania nienaruszalności urządzenia, zasięgiem pomiaru nawet do 300 m, pełną wodoszczelnością oraz komfortem obsługi – połączenie z powszechnie znanym systemem oraz czytelnym ekranem LCD.

Rys. 4.154. Tachimetr elektroniczny

Rys. 4.155. Instrument combi station

- Instrumenty combi station – stanowią połączenie tachimetru elektronicznego i odbiornika GPS. Istotą takiego pomiaru jest kontroler danych łączący pomiary tachimetryczne i satelitarne poprzez zastosowanie takiego samego języka pomiarowego, formatu wymiany danych oraz odpowiedniego algorytmu obliczeniowego. Na rys. 4.155 przedstawiono urządzenie do odbioru sygnału GPS. Charakteryzuje się ono częstotliwością do 100 Hz, wszechstronnością zastosowań oraz łatwością i wygodą obsługi.
- Niwelatory cyfrowe i laserowe – służą do pomiaru różnic wysokości metodą niwelacji geometrycznej przy pełnej automatyzacji czynności pomiarowych. Pomiar następuje poprzez analizę obrazu pola widzenia łaty niwelacyjnej z naniesionym kodem paskowym i przetwarzaniu go na postać cyfrową wyświetlaną na ekranie wyświetlacza i rejestrowaną lub poprzez fotodetektor przykładany do mierzonego obiektu lub łaty niwelacyjnej (w przypadku niwelatorów laserowych). Poza odczytami z łaty urządzenie umożliwia pomiar odległości z niewielkim błędem. Na rys. 4.156 przedstawiono niwelator laserowy. Charakteryzuje się on czerwoną, widoczna dla oka wiązką laserową, z możliwością pomiarów zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz budowli. Urządzenie umożliwia pomiar w dwóch płaszczyznach oraz pochyleniem w dwóch kierunkach przy jednoczesnym zachowaniu dużej dokładności $\pm 1\ mm/10\ m$. Zasięg takiego urządzenia wynosi nawet $300\ m$. Do przeprowadzania pomiarów wystarczy jedna osoba, a prędkość obrotowa głowicy może być indywidualnie ustalana.

Rys. 4.156. Wielozadaniowy laser z funkcją niwelatora.

Obecnie w pomiarach przemieszczeń i odkształceń budowli stosuje się urządzenia na bazie czujników indukcyjnych. Umożliwiają one pomiar względnych zmian odległości, wysokości i kątów z zachowaniem dużej dokładności i ciągłego rejestrowania wyników pomiarów. Tego typu urządzenia wykorzystuje się, gdy zjawiska mają charakter krótkotrwały, a pomiary muszą odbywać się w krótkich odstępach czasu, przy znacznej liczbie punktów pomiarowych, w szczególności, gdy są one położone w miejscach trudnodostępnych. Czujniki indukcyjne są postawą takich urządzeń jak np. tensometry, urządzenia elektroniczne do kontroli odchyleń, niwelatorów hydrostatycznych czy libeli elektronicznych do pomiaru pochyleń. Wśród metod badań przemieszczeń wyróżnia się metody względne (gdy urządzenia pomiarowe, np. tensometry, czujniki, wahadła itd., znajdują się bezpośrednio na badanym obiekcie, dzięki czemu pomiar odbywa się z dużą dokładnością) oraz bezwzględne (gdy urządzenia pomiarowe umieszczone są na zewnątrz badanego obiektu, a obserwacje wykonywane są w zależności od punktów stanowiących odniesienie). Podczas tych badań wykorzystuje się następujące metody:

- Metoda trygonometryczna – polegająca na wyznaczaniu punktów kontrolnych zainstalowanych na danym obiekcie na podstawie odczytów kątów poziomych i odległości między punktami sieci odniesienia. Pomiary wykonuje się ze stanowisk kontrolnych oddalonych od sieci odniesienia o nie więcej niż 250 metrów. Pomiary wykonywane tą metodą wykorzystują tachimetr elektroniczny.

- Metoda stałej prostej – polega na określeniu wartości prostopadłych do przechodzącej przez wyznaczoną prostą płaszczyzny pionowej przemieszczeń. Prosta jest jednoznacznie wyznaczana przez 4 punkty bazowe, umieszczane poza obszarem mogącym się ruszać, za pomocą osi teodolitu lub wiązki światła laserowego. Realizację prostej wykonuje się poprzez rozciągnięcie przez wszystkie punkty np. drutu stalowego. W każdym z punktów umieszczane są czujniki w formie płytek. Przemieszczenia poziome punktów są w sposób ciągły rejestrowane i przekazywane do stanowiska pomiarowego Metoda ta najczęściej wykorzystywana jest do badań przemieszczeń obiektów wydłużonych, jak np. mosty czy zapory.
- Metoda niwelacji geometrycznej, trygonometrycznej i hydrostatycznej – umożliwia precyzyjne wyznaczenie przemieszczeń. Metoda niwelacji geometrycznej pozwala na badanie przemieszczeń pionowych za pomocą urządzeń automatycznych lub libelowych. Pomiary przeprowadza się w oparciu o trwałą bazę punktów. W przypadku, gdy punkty są w miejscach trudno dostępnych, stosuje się metodę niwelacji trygonometrycznej. Różnica wysokości mierzona jest poprzez zmiany odległości i kąta pionowego. Metoda niwelacji hydrostatycznej polega na kontroli różnic wysokości za pomocą połączonych naczyń z jednoczesnym elektronicznym systemem odczytywania, co pozwala na uzyskanie wysokiej dokładności oraz otrzymanie pełnego obrazu zjawisk zachodzących w czasie.

4.5.2. Skanery 3D

Doskonałymi narzędziami do uzyskania szczegółowej inwentaryzacji oraz monitoringu obiektów są skanery 3D, (rys. 4.157). Urządzenia tworzą chmurę punktów, która poddana obróbce daje bardzo dokładny, trójwymiarowy obraz obiektu. Tak wykonana inwentaryzacja może być wykorzystana do dalszych działań np.: projektowania, analiz, monitoringu, itp.

Rys. 4.157. Skaner 3D.

Proces skanowania przestrzeni polega na ustawieniu skanera składającego się ze statywu, baterii oraz głowicy w określonym punkcie i rozstawieniu kul referencyjnych. Istnieje możliwość podłączenia urządzenia do komputera w celu śledzenia przebiegu pomiarów. Istnieją już skanery umożliwiające pracę bez użycia kul referencyjnych. Złożenia ze sobą chmury punktów dokonuje oprogramowanie, które analizuje podobieństwa między chmurami bądź poprzez ręczną kalibrację lokalnych układów współrzędnych. Możliwe jest także wspomaganie urządzeniami GPS sprzężonymi ze skanerem do składania ze sobą skanów.
Przed wykonaniem skanów należy ustalić optymalne parametry skanu w zależności od jego przeznaczenia, oraz planowanych odległości między kolejnymi stanowiskami. Rozdzielczość obrazu zależy od skoku obrotu lustra i odległości mierzonego punktu. Pomiar obiektów bliżej skanera jest dokładniejszy w stosunku do powierzchni bardziej oddalonych.
Po wykonaniu skanowania jest możliwość natychmiastowego pomiaru odległości miedzy punktami chmury i ustalenie płaszczyzn. Poszczególne skany zapisywane są w osobnych plikach, których rozmiar w zależności od założonych parametrów może przyjmować od 80 Mb do 1,5 Gb.

4.5.3. Czujniki dynamiczne

Ze względu na rodzaj konstrukcji (budowla o dużej masie i sztywności), której drgania będą raczej niskiego poziomu, konieczne jest zastosowanie przetworników o wysokiej czułości. Najwłaściwsze będą akcelerometry (piezoelektryczne lub piezorezystywne) o czułości 10 V/g ($1 V/ms^{-2}$). Takie przetworniki są powszechnie dostępne, np.: producent Bruel&Kjaer typ 8340 (rys. 4.158), producent PCB typy 393B31 (rys. 4.159), 393B12, 393B05; producent MMF typ KB12VD (rys. 4.160). Biorąc pod uwagę przeznaczenie obiektu rekomenduje się instalację systemu monitoringu opartego o połączenia kablowe.

Rys. 4.158. Przetwornik Bruel&Kjaer typ 8340.

Rys. 4.159. Przetwornik PCB typy 393B31.

Rys. 4.160. Przetwornik MMF typ KB12VD.

4.5.4. Drony

Interesującym rozwiązaniem wspomagającym monitoring szczegółowy wydaje się zastosowanie dronów, (rys. 4.161), czyli bezzałogowych statków powietrznych w monitoringu konstrukcji. Drony dalekiego zasięgu przeznaczone do wykonywania monitoringu wizyjnego, termowizyjnego i multispektralnego, w pełni automatycznie mogą pozyskiwać wysokiej jakości materiał foto/video. Porównanie tak pozyskanego materiału foto/video może w znacznym stopniu ułatwić inspekcje wizyjne, szczególnie jeśli chodzi o trudno dostępne miejsca w budynkach, w tym również historycznych.

Rys. 4.161. Dron inspekcyjny.

Rys. 4.162. Dron typu wiropłat.

Szczególnie przydatne wydają się być dla takich celów wiropłaty (rys. 4.162) wykorzystywane do celów militarnych wyposażone w oprzyrządowanie w cywilnych wersjach . W takich wiropłatach platforma latająca napędzana jest zazwyczaj czterema elektrycznymi silnikami, co pozwala na działanie w każdej sytuacji. Do operacji startu i lądowania nie są wymagane jakiekolwiek urządzenia wspomagające – platforma latająca startuje pionowo z podłoża i ląduje na dowolnej płaskiej powierzchni. Dzięki zastosowaniu modułowych głowic obserwacyjnych (dziennej i termalnej) system ma możliwość obserwacji zarówno w dzień jak i w warunkach utrudnionych (noc, mgła). Wiropłaty tego typu wyposażone są również w czujniki zbliżeniowe pozwalające na bezpieczną realizację zadań w relatywnie ciasnej zabudowie.
Coraz częściej drony tego typu wyposażone są w system autopilota pozwalający na wykonywanie lotów w trybie autonomicznym na podstawie trasy i harmonogramu zadania przygotowanego przez operatora stacji bazowej. Możliwe jest również sterowanie ręczne przy wykorzystaniu naziemnej stacji bazowej, na podstawie obrazu video oraz czujników zamieszczonych na platformie latającej.

4.5.5. Systemy monitoringu

Różnorodność urządzeń pomiarowych dezorientuje użytkownika obiektu co do wyboru odpowiedniego instrumentu, oprogramowania czy momentu interwencji w przypadku pojawienia się niepokojących zachowań konstrukcji. Na przód wychodzą opracowane przez zespoły specjalistów zbiory urządzeń pomiarowych określających:
- odległości między cechowanymi punktami np. za pomocą: dalmierzy, tachimetrów, teodolitów skanerów przestrzennych;
- pozycją urządzenia pomiarowego np. za pomocą: systemu GPS;
- szerokość i kierunek rozwarcia szczelin np. za pomocą: inklinometrów, mikrometrów;
- rejestracji parametrów środowiskowych tj.: temperatura, opad śniegu, deszczu, wiatru, wilgotność względna, prędkość powietrza, natężenie światła, poziom dwutlenku węgla np. za pomocą czujników składu i prędkości powietrza;
- identyfikację cech wibracyjnych np. za pomocą;
- osiadania np. za pomocą niwelatorów, sztucznych satelitów;

- zdjęć, filmów np. za pomocą aparatów fotograficznych, latających dronów;

Zdobyta wiedza w zakresie statyki i dynamiki pozwala na umiejscowienie w newralgicznych miejscach wszelkich rejestratorów pomiarów. Specjaliści w dziedzinie informatyki i matematyki prześcigają się w oprogramowaniu przyjaznym dla odbiorców. Wynikiem pracy specjalistów z wyżej wymienionych dziedzin są systemy monitoringu. W zależności od badanego obiektu oraz celu narzuconego przez „opiekuna" obiektu dobiera się już sprawdzone, funkcjonalne systemy. Wielka różnorodność funkcji użytkowania jakie pełnią obiekty, w których decydować można na montaż systemu monitoringu ukierunkowują wybór odpowiedniego rozwiązania.
Cel jest zwykle zbieżny i określony jako świadome użytkowanie obiektu w sposób taki, aby nie doprowadzić do pogorszenia stanu obiektu, a w szczególności jego uszkodzenia. Każdy z systemów posiada zbiór dedykowanych przez siebie urządzeń pomiarowych, przekaźników danych do jednostki rejestrującej następnie sposobu przekazania czy prezentacji zebranych wyników. Zdarza się że automatyzuje się proces interpretacji wyników i w przypadku przekroczenia przyjętych wartości granicznych uruchamia się procedurę alarmową. W wielu przypadkach koszty montażu systemu związane są z:
- zakupem precyzyjnych instrumentów;
- zakupem i montażem instalacji przesyłowej między urządzeniem pomiarowym a jednostką rejestrującą pomiary lub zatrudnieniem wykwalifikowanych pracownikami przeprowadzających pomiary;
- kosztem utrzymania oprogramowania przekazującego i przedstawiającego wyniki pomiarowe;
- konserwacją instalacji oraz urządzeń.

Największy udział w kosztach ma zakup precyzyjnych instrumentów, które zwykle nie są możliwe do wykorzystania w innych przypadkach i na stale montowane starzeją się wraz z konstrukcją. Kalkulując więc wariant systemu warto wziąć pod uwagę:
- przewidywany czas prowadzonego monitoringu;
- częstotliwość prowadzonych pomiarów;
- możliwość modyfikowania elementów systemu aby elastycznie dopasowywać się do ewentualnych zmian funkcji użytkowanego obiektu.

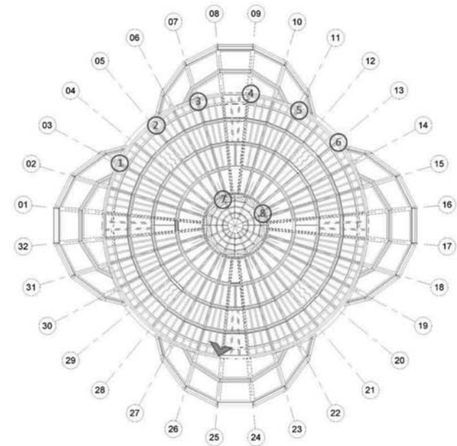
5. Wstępne obserwacje z monitoringu geometrii pierścienia dolnego i górnego konstrukcji kopuły

Ważnym elementem konstrukcyjnym Hali Stulecia jest dolny pierścień rozciągany. W przeciągu 3 miesięcy (od maja do lipca 2015 r.) zainstalowano system pomiarowy – monitoring geometryczny oparty na jednym urządzeniu typu TST – automatycznym tachimetrze laserowym (rys. 5.1). Instrument ten wykorzystywany jest w tachimetrii, czyli „masowym" pomiarze położenia punktów. Wyróżnia się tachimetry optyczne oraz elektroniczne. W tych ostatnich odczyt kierunków poziomych i pionowych wykonywany jest automatycznie, a odległość mierzona jest z użyciem wbudowanego dalmierza elektrooptycznego. W celu pomiaru odległości w tradycyjnym tachimetrze potrzebny jest pryzmat, (rys. 5.2), od którego zostanie odbita fala wysyłana przez dalmierz fazowy zamontowany w instrumencie. Odbita fala trafia do dalmierza i na podstawie różnic faz obliczana jest odległość.
Dostępne obecnie tachimetry to precyzyjne urządzenia zapewniające wysoką dokładność i powtarzalność pomiarów. Większość modeli jest wodo – i pyłoszczelna, co dodatkowo zapewnia ciągłość działania nawet w najtrudniejszych warunkach.

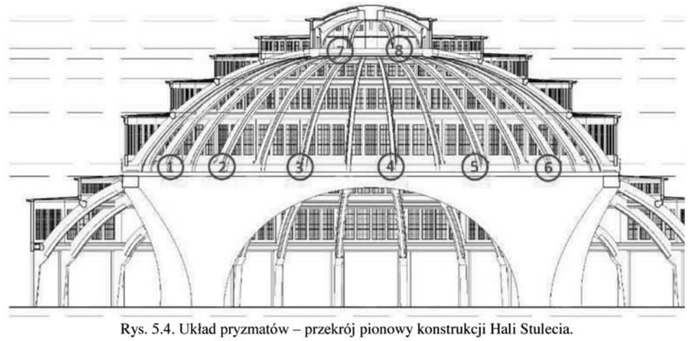
Rys. 5.1. Tachimetr.

Rys. 5.2. Pryzmat.

Na rozciąganym pierścieniu dolnym Hali Stulecia zamontowano 6 pryzmatów pomiarowych, na pierścieniu górnym, ściskanym – 2 pryzmaty (rys. 5.3, 5.4). Zamontowano również 2 pryzmaty kontrolne- bazowe. Na rys. 5.3 literą V oznaczono miejsce montażu tachimetru.
Pozyskiwane przez system pomiarowy dane w Lokalnej Stacji Akwizycji Danych (LSAD) przesyłano do Centrum Gromadzenia Danych (CGD). Dane zgromadzone w LSAD, a następnie w CGD posłużą do oceny pracy konstrukcji, ewentualnych zmian wytężenia, itp. Na podstawie wyników zarejestrowanych zmian w trakcie monitoringu mogą zostać podjęte decyzje dotyczące wytycznych projektowych w aspekcie wzmacniania i konserwacji konstrukcji. Automatyzacja systemu oraz sterowanie z poziomu zewnętrznego oprogramowania znacząco wpływa na bezpieczeństwo i komfort pracy gdyż pozwala kontrolować zachowanie się obiektów bez konieczności wysyłania w niebezpieczne środowisko operatorów sprzętu pomiarowego.



Rys. 5.3. Układ usytuowania pryzmatów i tachimetru – rzut konstrukcji Hali Stulecia.

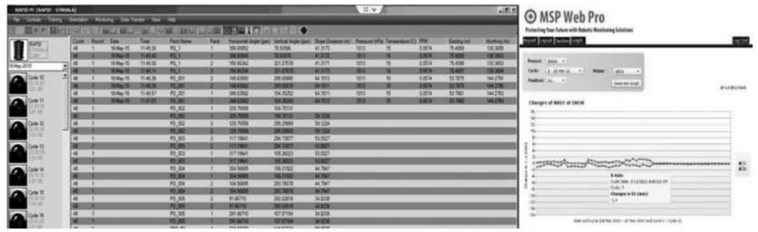


Rys. 5.4. Układ pryzmatów – przekrój pionowy konstrukcji Hali Stulecia.

W mierzonych wielkościach fizycznych można zadać określone wartości progowe (głównie maksymalne), których przekroczenie oznacza zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji. Gdy dla dowolnej wielkości pomiarowej zostanie zarejestrowana wartość przewyższająca założony próg pomiarowy, uruchamiany jest tryb alarmowy, podczas którego komputer automatycznie wysyła informacje do osób obsługujących system.

5.1. Rezultaty pomiarów

W przedstawionym przypadku wykorzystano do akwizycji danych pomiarowych automatyczny system monitoringu deformacji MSP Rapid PC firmy MSP (rys. 5.5).
Po zakończeniu cyklu pomiarowego użytkownik systemu monitoringu może oglądać przemieszczenia poszczególnych monitorowanych punktów jako wartości bezwzględne, jak również, porównywać je z danymi pozyskanymi z poprzednich cykli pomiarowych. Dla ułatwienia analizy pozyskanych danych wyniki mogą być przedstawione na wykresach lub można je bezpośrednio przenieść do innych programów, dla edycji i prezentacji wyników, np.: Excel.

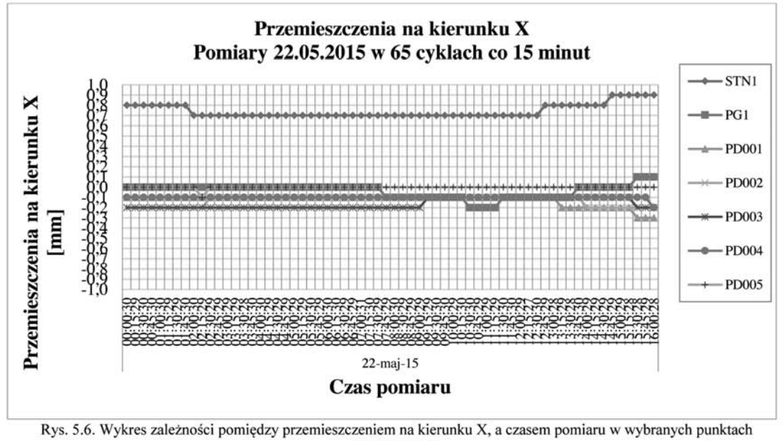


Rys. 5.5. Prezentacja wyników z poszczególnych cykli pomiarowych.

Poniżej, w tab. 5.1 – 5.3 oraz na rys. 5.6 – 5.11 przedstawiono przykładowe zestawienie wyników dla wybranych punktów pomiarowych z dnia 22.05.2015. Rezultaty te przedstawiono również w [65].

Tab. 5.1. Zestawienie pomiarów przemieszczeń na kierunku X.

Data	Cykl (godzina pomiaru)	Punkt pomiarowy						
		STN1	PG1	PD001	PD002	PD003	PD004	PD005
22.05.2015	00:00:30	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	00:15:29	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	00:30:30	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	00:45:30	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	01:00:30	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	01:15:29	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	01:30:29	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	01:45:30	0,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	02:00:30	0,7	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	02:15:29	0,7	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1
	02:30:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	02:45:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	03:00:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	03:15:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	03:30:28	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	03:45:30	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	04:00:30	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	04:15:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	04:30:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	04:45:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	05:00:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	05:15:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	05:30:30	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	05:45:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	06:00:30	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	06:15:30	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	06:30:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	06:45:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	07:00:31	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	07:15:30	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	07:30:29	0,7	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	07:45:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	08:00:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	08:30:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	08:45:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	09:00:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0
	09:15:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	09:30:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	09:45:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	10:00:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	10:15:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	10:30:30	0,7	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	10:45:29	0,7	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	11:00:29	0,7	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	11:15:29	0,7	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	11:30:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	11:45:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	12:00:29	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	12:15:27	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	12:30:30	0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	12:45:29	0,8	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	13:00:28	0,8	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	13:15:29	0,8	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	13:30:28	0,8	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	13:45:30	0,8	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
	14:00:29	0,8	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
	14:15:29	0,8	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
	14:30:29	0,8	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
	14:45:29	0,9	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
	15:00:29	0,9	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
	15:15:28	0,9	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,0
	15:30:28	0,9	0,1	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	15:45:29	0,9	0,1	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
	16:00:28	0,9	0,1	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	0,0

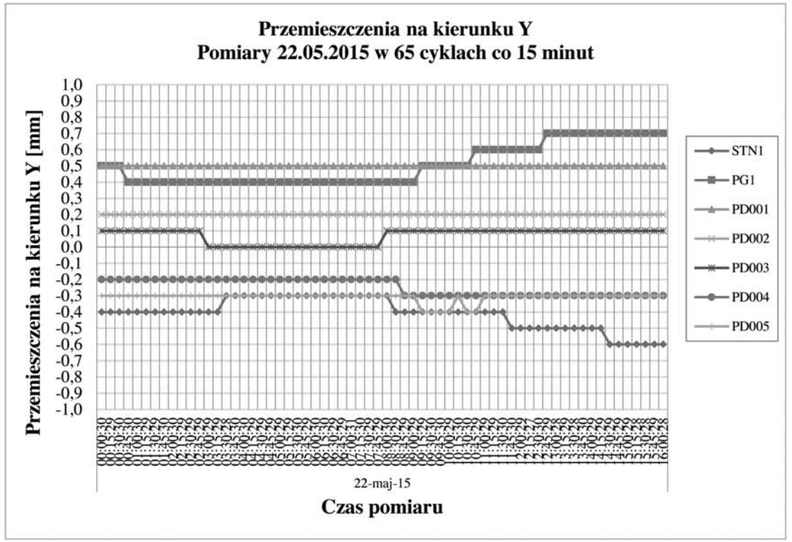


Rys. 5.6. Wykres zależności pomiędzy przemieszczeniem na kierunku X, a czasem pomiaru w wybranych punktach pomiarowych.

Tab. 5.2. Zestawienie pomiarów przemieszczeń na kierunku Y.

Data	Cykl (godzina pomiaru)	Punkt pomiarowy						
		STN1	PG1	PD001	PD002	PD003	PD004	PD005
22.05.2015	00:00:30	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	00:15:29	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	00:30:30	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	00:45:30	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	01:00:30	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3

	01:15:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	01:30:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	01:45:30	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	02:00:30	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	02:15:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	02:30:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	02:45:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	03:00:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	03:15:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	03:30:28	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	03:45:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	04:00:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	04:15:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	04:30:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	04:45:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	05:00:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	05:15:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	05:30:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	05:45:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	06:00:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	06:15:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	06:30:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	06:45:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	07:00:31	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	07:15:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	07:30:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	07:45:29	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,3
	08:00:30	-0,3	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	08:30:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3
	08:45:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	09:00:29	-0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	09:15:29	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,4
	09:30:30	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,4
	09:45:30	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,4
	10:00:29	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,4
	10:15:30	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	10:30:30	-0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,4
	10:45:29	-0,4	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,4
	11:00:29	-0,4	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	11:15:29	-0,4	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	11:30:30	-0,4	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	11:45:30	-0,5	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	12:00:29	-0,5	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	12:15:27	-0,5	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	12:30:30	-0,5	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	12:45:29	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	13:00:28	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	13:15:29	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	13:30:28	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	13:45:30	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	14:00:29	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	14:15:29	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	14:30:29	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	14:45:29	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	15:00:29	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	15:15:28	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	15:30:28	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	15:45:29	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3
	16:00:28	-0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	-0,3	-0,3

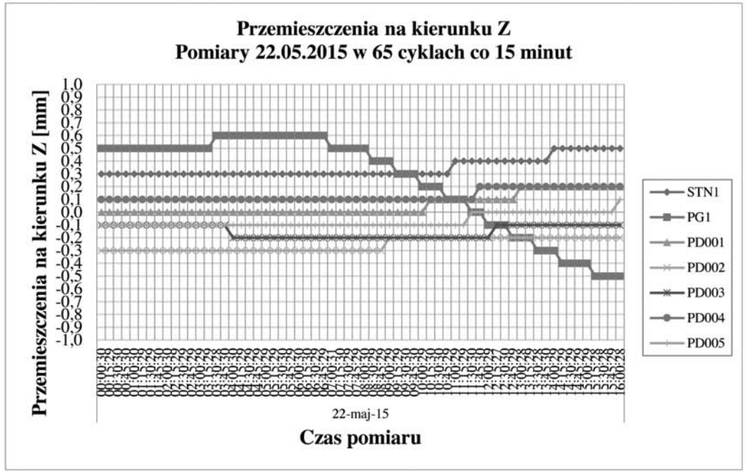


Rys. 5.7. Wykres zależności pomiędzy przemieszczeniem na kierunku Y, a czasem pomiaru w wybranych punktach pomiarowych.

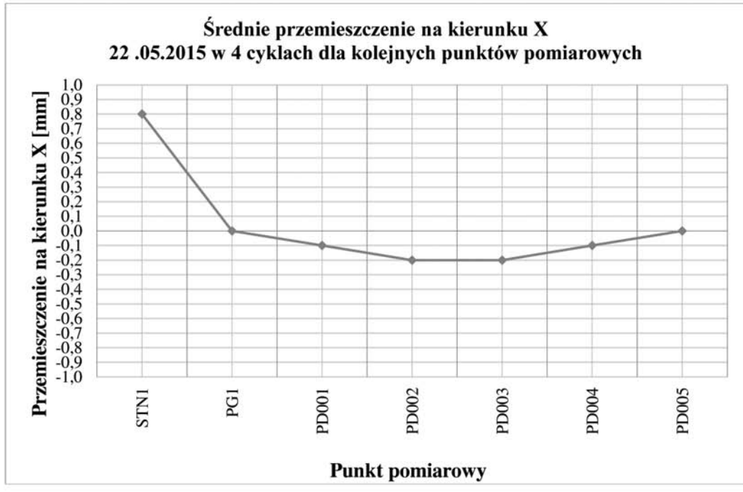
Tab. 5.3. Zestawienie pomiarów przemieszczeń na kierunku Z.

Data	Cykl (godzina pomiaru)	Punkt pomiarowy						
		STN1	PG1	PD001	PD002	PD003	PD004	PD005
22.05.2015	00:00:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	00:15:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	00:30:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	00:45:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	01:00:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	01:15:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	01:30:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	01:45:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	02:00:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	02:15:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	02:30:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	02:45:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	03:00:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	03:15:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	03:30:28	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	03:45:30	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,1	0,1	-0,1
	04:00:30	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
	04:15:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
	04:30:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
	04:45:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
	05:00:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
	05:15:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
	05:30:30	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1

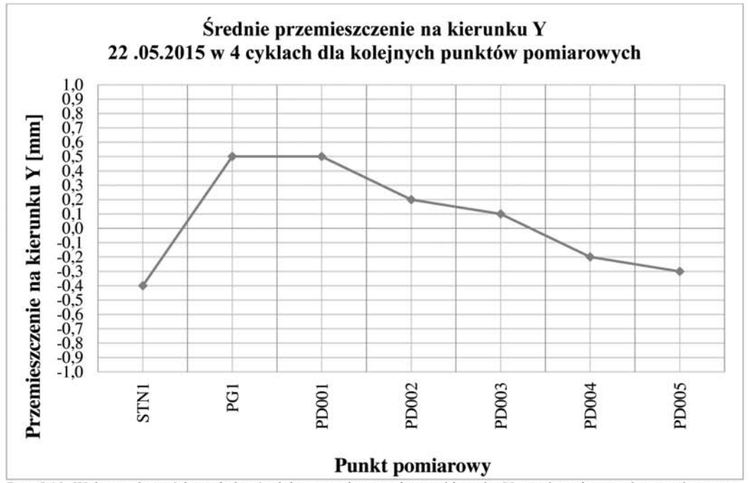
05:45:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
06:00:30	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
06:15:30	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
06:30:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
06:45:29	0,3	0,6	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
07:00:31	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
07:15:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
07:30:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
07:45:29	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
08:00:30	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
08:30:29	0,3	0,4	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
08:45:29	0,3	0,4	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1
09:00:29	0,3	0,4	0,0	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
09:15:29	0,3	0,3	0,0	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
09:30:30	0,3	0,3	0,0	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
09:45:30	0,3	0,3	0,0	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
10:00:29	0,3	0,2	0,0	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
10:15:30	0,3	0,2	0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
10:30:30	0,3	0,2	0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
10:45:29	0,3	0,1	0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
11:00:29	0,4	0,1	0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
11:15:29	0,4	0,1	0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1
11:30:30	0,4	0,0	0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,0
11:45:30	0,4	0,0	0,1	-0,2	-0,2	0,2	0,0
12:00:29	0,4	-0,1	0,1	-0,2	-0,2	0,2	0,0
12:15:27	0,4	-0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,2	0,0
12:30:30	0,4	-0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,2	0,0
12:45:29	0,4	-0,2	0,1	-0,2	-0,1	0,2	0,0
13:00:28	0,4	-0,2	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
13:15:29	0,4	-0,2	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
13:30:28	0,4	-0,3	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
13:45:30	0,4	-0,3	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
14:00:29	0,5	-0,3	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
14:15:29	0,5	-0,4	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
14:30:29	0,5	-0,4	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
14:45:29	0,5	-0,4	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
15:00:29	0,5	-0,4	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
15:15:28	0,5	-0,5	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
15:30:28	0,5	-0,5	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
15:45:29	0,5	-0,5	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,0
16:00:28	0,5	-0,5	0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,1



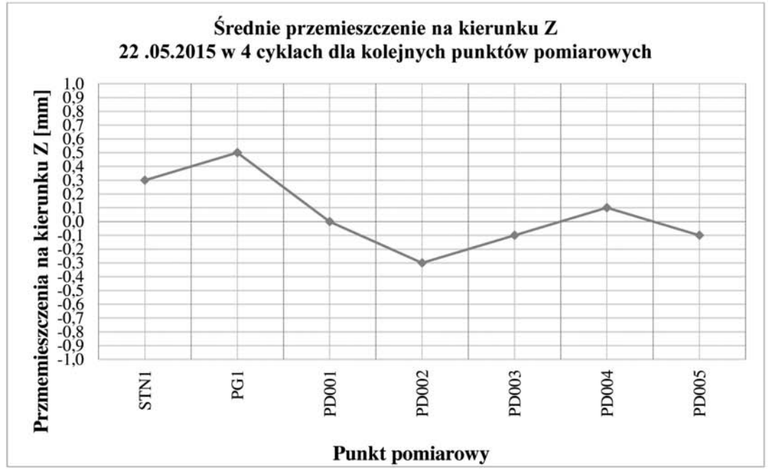
Rys. 5.8. Wykres zależności pomiędzy przemieszczeniem na kierunku Z, a czasem pomiaru w różnych punktach pomiarowych.



Rys. 5.9. Wykres zależności pomiędzy średnim przemieszczeniem na kierunku X, a położeniem punktu pomiarowego.



Rys. 5.10. Wykres zależności pomiędzy średnim przemieszczeniem na kierunku Y, a położeniem punktu pomiarowego.



Rys. 5.11. Wykres zależności pomiędzy średnim przemieszczeniem na kierunku Z, a położeniem punktu pomiarowego.

5.2. Wnioski

Przedstawione wyniki pomiarów to tylko niewielka część danych uzyskanych podczas 3 miesięcznych badań Hali Stulecia. Najwyższe dzienne różnice między wartościami kolejnych pomiarów w wybranym dniu nie przekroczyły 1,3 mm. Świadczy to o stateczności i stabilności konstrukcji. Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne zapewniły nieodkształcalność elementów, a co za tym idzie, bezpieczeństwo konstrukcji. Ponadto zauważono zbliżone wartości przemieszczeń dla wszystkich trzech kierunków. W przypadku budowli wielkości Hali Stulecia, wartości te są pomijalnie małe.

Przedstawiona metodyka optycznego monitoringu geometrii Hali Stulecia we Wrocławiu pozwoli w przyszłości na dokładne opracowanie studium zachowania konstrukcji Hali i kompleksowy monitoring jej zachowania.

Przeprowadzone wstępne analizy pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1) dzięki pomiarom tachimetrycznym i skanowaniu 3D możliwe jest tworzenie dokumentacji stanu faktycznego obiektów zabytkowych w sposób, który jest bardzo dokładny, mniej czasochłonny, pozwala na opis całej powierzchni, a nie tylko na pomiar poszczególnych punktów, jak w przypadku innych metod geodezyjnych,
2) cykliczne pomiary tachimetryczne przemieszczeń wielu punktów, prowadzone w czasie, oraz skanowanie laserowe obiektu można traktować jako przybliżoną, nieinwazyjną metodę monitoringu geometrii konstrukcji, z uwzględnieniem monitoringu zarysowań oraz uszkodzeń spowodowanych różnymi czynnikami,
3) pomiary tachimetryczne oraz skanowanie laserowe dostarczają dokładnych i wiarygodnych danych geometrycznych,
4) stałe pomiary punktów referencyjnych wykonywane w czasie rzeczywistym (za pomocą tachimetru, grupy tachimetrów lub skanera 3D) dają natychmiastowe informacje o ewentualnej zmianie geometrii ustroju konstrukcyjnego.

Skuteczniejszym sposobem dla opisania zachowania konstrukcji jest jej stały monitoring. Okresowa rejestracja spękań, odkształceń oraz coraz popularniejszy, cykliczny monitoring geometrii laserowym skanerem 3D uzupełniają obraz monitorowanej konstrukcji. Czynności te mogą być wykonywane na odległość, wielokrotnie powtarzane i transportowane, a w połączeniu z cykliczną, bezpieczną obserwacją trudno dostępnych przekrojów konstrukcji historycznych przy użyciu drona, stanowią właściwą podstawę oceny stanu zachowania ważnych obiektów.

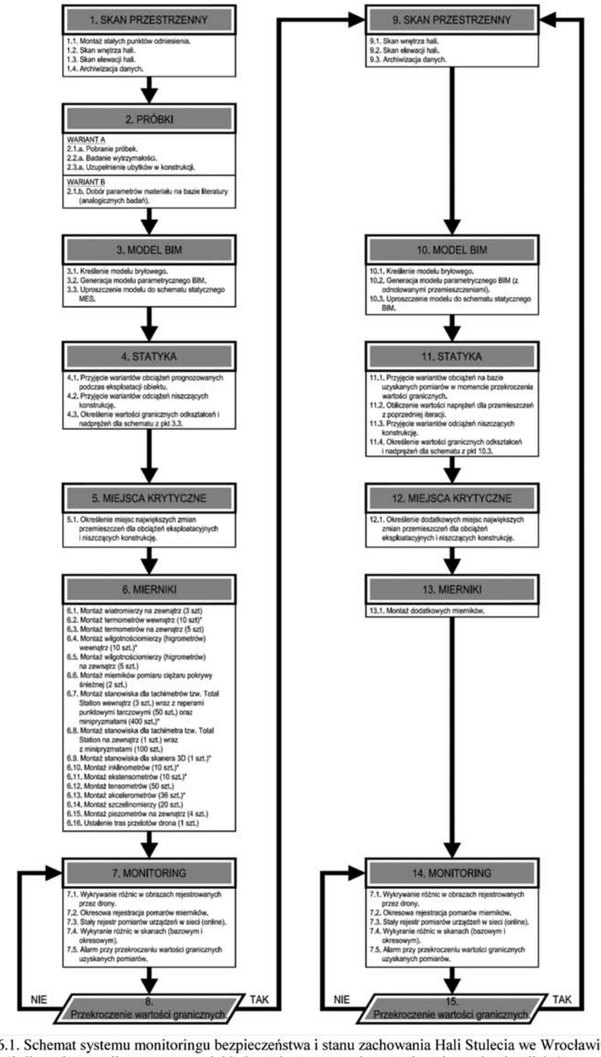
6. Koncepcja monitoringu bezpieczeństwa i stanu zachowania Hali Stulecia we Wrocławiu

Proponowany system monitoringu bezpieczeństwa pozwala na zintegrowane zarządzanie wiedzą o obiekcie, pracę sieciową, wizualizację i archiwizację zapisu przemieszczeń i odkształceń konstrukcji, automatyczną diagnostykę stanu pod kątem zagrożeń i wczesne ostrzeganie użytkowników obiektu przed przekroczeniem stanów granicznych nośności konstrukcji Hali. Dokładny schemat działań, wraz z wyszczególnieniem rodzaju wykonywanych badań i pomiarów oraz rodzaju i ilości mierników przedstawiono na rys. 6.1.

Poszczególne kroki postępowania opisano poniżej:

1. Pierwszą czynnością konieczną przy proponowanym systemie monitoringu bezpieczeństwa stanu zachowania jest wykonanie skanu przestrzennego obiektu w wewnątrz oraz na zewnątrz oraz zapis danych pomiarowych.
2. Po lub równolegle z obróbką danych uzyskanych ze skanów 3D należy pobrać próbki i wykonać badania wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych. Badanie takie można wykonać w sposób niszczący lub nieniszczący.
3. Kolejnym etapem jest stworzenie modeli BIM, polegające na stworzeniu modelu bryłowego, następnie jego parametryzacja i uproszczenie modelu do schematu statycznego i jego analiza metodą elementów skończonych (MES).
4. Do obliczeń statycznych i wytrzymałościowych poza danymi materiałowymi należy przyjąć warianty obciążeń prognozowanych podczas eksploatacji obiektu. Należy również przyjąć warianty obciążeń niszczących konstrukcję. W tym kroku można już określić graniczne wartości odkształceń i naprężeń modelu.
5. W kolejnym kroku, znając miejsca krytyczne, miejsca największych niepożądanych przemieszczeń dla obciążeń eksploatacyjnych i niszczących konstrukcję można rozplanować ilość i rodzaj niezbędnych czujników i mierników. W przypadku Hali Stulecia proponuje się by były to:
   - wiatromierze,
   - termometry,
   - wilgotnościomierze (higrometry),
   - mierniki pomiaru ciężaru pokrywy śnieżnej,
   - tachimetry tzw. Total Station wraz z reperami punktowymi tarczowymi oraz mini pryzmatami,
   - skaner 3D,
   - inklinometry,
   - ekstensometry,
   - tensometry,
   - mierniki dynamiczne (akcelerometry drgań),
   - szczelinomierze,
   - piezometry,
   - dron inspekcyjny.
6. W kolejnym kroku, zainstalowany system pomiarowy stale rejestruje wyniki. Jednocześnie porównywane są obrazy rejestrowane podczas przelotów drona tą samą trasą. Wykrywane są różnice w skanach 3D. W przypadku przekroczenia wartości granicznych uruchamiany zostaje automatycznie alarm.
7. W przypadku braku sygnału alarmowego wykonywane są dalsze pomiary. W przypadku zaobserwowania przekroczenia wartości progowych należy wykonać dodatkową inspekcję i dodatkowe skany obiektu.
8. Kolejnym etapem jest ponowne stworzenie modeli BIM, polegające na stworzeniu modelu bryłowego, następnie jego parametryzacja i uproszczenie modelu do schematu statycznego i jego analiza metodą elementów skończonych (MES).
9. Decyzja o ewentualnych działaniach na obiekcie oraz montaż dodatkowych mierników.

Tylko kompleksowe podejście do zagadnienia monitoringu bezpieczeństwa i stanu zachowania konstrukcji Hali, wsparte przez zespół ekspertów zapewni właściwą analizę danych, ciągły proces pomiarowy i umożliwi w przyszłości większą jego automatyzację.



Rys. 6.1. Schemat systemu monitoringu bezpieczeństwa i stanu zachowania Hali Stulecia we Wrocławiu (* dla tych pozycji rozrysowano dokładne schematy rozmieszczenia opisanych mierników).

7. Wnioski. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych w 2015 r. badań [85], [86], [87], [88], [89] oraz przy przywołaniu badań wcześniejszych sformułowano następujące wnioski:

Beton żeber

- Beton został wykonany na kruszywie granitowym z dodatkiem kruszywa naturalnego, którego ilość jest zmienna dla poszczególnych żeber kopuły. W większości przypadków mamy do czynienia dominującym udziałem kruszywa granitowego z niewielkim dodatkiem kruszywa naturalnego, ale stwierdzono także, że w niektórych żebrach udział obu rodzajów kruszywa jest zbliżony, a nawet, jak to ma miejsce w przypadku żebra oznaczonego jako Ł17, dominuje kruszywo naturalne. Ogólnie należy stwierdzić, że w badanych żebrach stos okruchowy kruszywa charakteryzuje się dobrym uziarnieniem.
- Wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż 25,4 MPa i oszacować jego klasę jako C20/25.
- Na podstawie uzyskanych wyników badań „pull out", wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż 23,9 MPa i oszacować jego klasę jako C16/20.
- Beton spełnia wymagania wytrzymałościowe, warunkujące ewentualne wykonanie napraw powierzchniowych.
- Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie, badana w przekroju konstrukcyjnym żeber metodą brazylijską, wynosi około 2,0 MPa, co jest wartością wyraźnie niższą od wytrzymałości betonu na rozciąganie, wyznaczoną za pomocą metody „pull-off" w skarbonatyzowanej przypowierzchniowej warstwie betonu (4.31 MPa).
- Uzyskane wartości nasiąkliwości betonu wahają się w przedziale od 4,08 do 5,45 % przy współczynniku zmienności tej cechy równym 11,2 %, który świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu. Wartość nasiąkliwości, wynosząca 5,0 %, została przekroczona jedynie w trzech przypadkach (żebra oznaczone jako Ł20, Ł23 i Ł28). Średnia wartość nasiąkliwości badanego betonu wynosi około 4.6 %, co jest wartością niższą od wartości przyjmowanej za wartość dopuszczalną (5,0 %).
- Przeprowadzone badania wykazały, że grubość przypowierzchniowej warstwy badanego betonu, która uległa procesowi karbonatyzacji jest zróżnicowana dla poszczególnych żeber. Jej wartość waha się od około 22 do około 42 mm.

Beton filarów (pendentywy)

- Wartość wytrzymałości charakterystycznej badanego betonu można przyjąć jako nie większą niż 24,5 MPa i oszacować jego klasę jako C20/25.
- Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie, badana w przekroju konstrukcyjnym filarów metodą brazylijską, wynosi 2,65 MPa.
- Uzyskane wartości nasiąkliwości betonu wahają się w przedziale od 3,47 do 5,51 % przy współczynniku zmienności tej cechy równym 12,4%, który świadczy o dużej jednorodności tej cechy betonu. Dopuszczalna wartość nasiąkliwości, wynosząca 5,0 %, została przekroczona jedynie w dwóch przypadkach. Średnia wartość nasiąkliwości badanego betonu wynosi około 4,3 %, co jest wartością niższą od wartości przyjmowanej, za wartość dopuszczalną (5,0 %).
- Przeprowadzone badania wykazały, że grubość przypowierzchniowej warstwy badanego betonu, która uległa procesowi karbonatyzacji jest znaczna. Jej wartość waha się od około 25 do około 70 mm

Odnosząc się ogólnie do stanu betonu, stwierdzono, że stwardniały zaczyn w badanym betonie wykazuje dobrą przyczepność do łamanego kruszywa granitowego. Posiada strukturę zwartą, gęstą, o niskiej nasiąkliwości. Niska przepuszczalność zaczynu utrudnia karbonatyzację oraz dyfuzję chlorków zapewniając barierę ochronną dla zbrojenia. Mikrotwardość badanego betonu wyniosła 1,8 GPa a moduł sprężystości, E = 33 GPa. Odnosząc uzyskaną wartość mikrotwardości betonu do klasycznej skali Mohsa lub rozszerzonej skali Ridgweya wynosi ona 4. Otrzymany moduł sprężystości oznaczony dla betonu badanego pierścienia obwodowego odpowiada wymaganiom stawianym klasie wytrzymałości C30/37.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wraz z oddalaniem się od powierzchni zewnętrznej ulegają zmianie właściwości fizyczne betonu, gdzie wraz ze wzrostem gęstości objętościowej maleje porowatość oraz nasiąkliwość betonu. Jest to skutkiem karbonatyzacji betonu. Próbki betonu różnią się składem i ilością kruszywa. Im bliżej powierzchni zewnętrznej elementów, tym bardziej zmniejsza się udział kruszywa w betonie powodując wzrost udziału cementu. Stosunek kruszywa do cementu dla badanych próbek betonowych, betonu pierścienia dolnego, rozciąganego, wynosi 9:1 oraz 8:1, zatem należy uznać go za stosunkowo niski.

Z badania składu ziarnowego kruszywa wynika, że krzywa uzyskana na podstawie wyników z analizy sitowej znajduje się w obszarze „dobrego uziarnienia" dla kruszyw frakcji poniżej 31,5 mm. Oprócz kruszywa kwarcowego w stosie okruchowym znajdowało się kruszywo łamane granitowe, którego udział wzrastał wraz ze wzrostem frakcji kruszywa. Bliżej powierzchni zewnętrznej wzrasta udział kruszywa granitowego w badanym betonie. W kruszywie o frakcji poniżej 8 mm stwierdzono obecność drobnych wtrąceń drewnianych.

Zmniejszona ilość CaO w składzie tlenkowym cementu oraz obecność drobnych wtrąceń barwy czarnej świadczyć może, że do budowy został wykorzystany cement hutniczy. Wprowadzając świadomie do mieszanki betonowej żużel paleniskowy uzyskano zwartą mikrostrukturę betonu. Dzięki dużej koncentracji fazy C-S-H powstającej jako produktu hydratacji żużla oraz reakcji wodorotlenku wapnia z anionami krzemianowymi powstałymi z hydratacji żużla zmniejsza się ilość wodorotlenku wapniowego, co w efekcie finalnym daje obecność fazy C-S-H w postaci zbitego żelu. Dzięki temu zmniejsza się porowatość kapilarna stwardniałego zaczynu, co utrudnia dyfuzję czynników agresywnych do matrycy cementowej. W zaczynie występuje mniejsza ilość nieodpornych na korozję - portlandytu oraz glinianów wapniowych. Podane zmiany mikrostruktury zaczynów z cementów hutniczych powodują, że cementy te mają wiele cech korzystniejszych niż cementy portlandzkie bez dodatków.

Badania mikrostruktury pozwalają na oszacowanie porowatości materiału, struktury oraz rozmiaru porów. Porowatość oznaczona za pomocą mikrotomografu komputerowego w badanych próbkach wyniosła ok. 10 %. Występujące pory są drobne, o sferyczności 0,6 - 0,7. Przeważają mikropory poniżej 300 µm. Dzięki takiej postaci porowatości badany beton posiada niską nasiąkliwość (poniżej 5 %) i przesiąkliwość oraz wysokie właściwości mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie i wytrzymałość na rozciąganie) oraz dobrą mrozoodporność.

Stal zbrojeniowa

Przeprowadzone oględziny wykonanych odkrywek nie wykazały występowania zagrożenia korozyjnego stali zbrojeniowej, pomimo, że na powierzchni prętów głównych widoczne są niewielkie powierzchniowe nadżerki, których charakter wskazuje jednakże na to, że występowały one najprawdopodobniej już w chwili wbudowania w konstrukcję.

Stal konstrukcyjna

Właściwości wytrzymałościowe staliwa, z którego zostały wykonane łożyska pierścienia dolnego są gorsze niż staliw współczesnych. W szczególności odnosi się to do minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, która nawet przy najkorzystniejszym oszacowaniu jest dużo mniejsza od 400 MPa.

Badania składu chemicznego próbek pobranych z półek korpusów dolnych przedmiotowych łożysk, dały podstawę do stwierdzenia, że korpusy te zostały wykonane na początku XX wieku jako odlewy ze staliwa niskowęglowego. Skład chemiczny tego staliwa wyraźnie różni się jednak od składu chemicznego niskowęglowych staliw współczesnych.

Przeprowadzone obszerne badania nieniszczące twardości Brinella staliwa o nieznanym gatunku, z którego wykonane zostały łożyska pod pierścieniem dolnym kopuły Hali Stulecia, pozwoliły na wyznaczenie jego wytrzymałości obliczeniowej niezbędnej do celów monitoringu zachowania się konstrukcji Hali Stulecia. Skorzystano przy tym z wyników własnych badań, w których wyprowadzone zostały uogólnione wzory ujmujące relację między twardością Brinella stali historycznych a ich granicą plastyczności i wytrzymałością doraźną na rozciąganie. Odpowiednie wzory obowiązują dla stali niskowęglowych. Badane staliwo jest także niskowęglowe, co zostało potwierdzone w badaniach chemicznych pobranych próbek.

Biorąc pod uwagę powyższe, wytrzymałość obliczeniową f_y staliwa, z którego wykonano łożyska, można na bezpiecznym poziomie przyjąć:

- w analizach wg normy [27] – f_y = 185 MPa,
- w analizach wg normy [29] – $f_d = f_y / \gamma_m$ = 185/1,15 = 160 MPa.

Drewno stolarki okiennej

Przeprowadzone w 2015 roku oględziny wykazały, że powłoki wielu okien (w szczególności okapników oraz krośniaków dolnych) oraz krawędzie krośniaków są uszkodzone wskutek ich otwierania i uderzania okapnikami o konstrukcję betonową oraz wskutek mechanicznych uszkodzeń powstałych podczas przechodzenia przez okna. Zaleca się by podczas przechodzenia przez okna nie stawać na dolnych krośniakach i nie pozostawiać otwartych okien bez kontroli uderzenia okapnika o konstrukcję betonową wskutek działania wiatru (okna nie zostały wyposażone w haki przeciwwiatrowe). Wiele okien jest powierzchniowo uszkodzonych. Zaleca się stałe monitorowanie powłok stolarki okiennej ze względu na możliwą migrację wody do wnętrza przekrojów drewnianych. Uszczelki w wielu oknach zostały wykonane niechlujnie i wymagają ponownego starannego montażu. Wiele mocowań zakrętek z klamkami oraz mocowań gałeczek jest uszkodzonych i wymaga naprawy. W niektórych oknach zaobserwowano zwiśnięcie skrzydeł, a co za tym idzie istnieje problem z ich domykaniem. Zaleca się regulację zawiasów w oknach, które są często otwierane.

W ramach analiz, poza oględzinami wszystkich okien, wykonano badania stanu materiału wybranych okien przy użyciu metody oporu wiercenia (rezystografu) oraz metody fali napięciowej. Na podstawie przeprowadzonych badań nie zidentyfikowano miejsc występowania korozji biologicznej wewnątrz przekrojów drewnianych stolarki okiennej.

Podczas badań elementów metodą fali napięciowej wykonano jedynie pomiary dla 6 elementów (ramiaków) ze względu na semi – niszczący charakter badania. Wyniki należy traktować, ze względu na niewielką liczbę pomiarów, jako orientacyjne. Niewielka wartość współczynnika zmienności dla dynamicznego modułu sprężystości wskazuje na jednorodną strukturę badanych elementów oraz podobne parametry. Średnią wartość dynamicznego modułu sprężystości E_d = 16,9 GPa, należy traktować jako szacunkową, ponieważ nie wykonywano badań pomiaru gęstości drewna, co wiązałoby się z koniecznością pobrania próbek drewna okien. Jednakże uzyskana wartość jest zbliżona do, podawanych w literaturze (m.in w [81]) wartości statycznego modułu sprężystości dla drewna kazaurynowego.

Po zebraniu danych z badań materiałowych i geometrii obiektu sporządzono modele BIM i MES.

Podsumowując prace nad modelami BIM można stwierdzić, że:

- uzyskane modele pokazują różnice modelu, wykorzystywane w obliczeniach do stanu faktycznego,
- możliwe jest tworzenie modelu odwzorowującego w określonym czasie pomiar skanerem przestrzennym,
- możliwe jest określenie odchyłek geometrii od uzyskanej z chmury punktów,
- możliwe jest wykorzystanie raz wykonanej chmury w przyszłości do kolejnej analizy, obserwacji zmian,
- możliwe jest opracowanie modelu BIM w programie Revit przy użyciu chmur punktów,
- dostępne są aplikacje do programu Revit wspomagające pracę z chmurami punktów; pozwalają one m.in. na automatyczne tworzenie płaszczyzn roboczych na podstawie wybranych punktów oraz import chmur punktów do szablonów rodzin; niektóre z nich współpracują z programami do obróbki skanów 3D, co ułatwia importowanie chmur punktów do programu Revit,
- do pomiarów odległości pomiędzy chmurą punktów, a modelem BIM potrzebna jest dodatkowa aplikacja napisany w języku C# lub VB.Net,
- zmiany w dokumentacji *.dwg umożliwiają monitoring zmian w obiekcie w czasie i aktualizację modelu BIM,

- do przeprowadzania pomiarów zmian geometrii obiektu niezbędny jest reper, według, którego będzie można ustawiać następne skany 3D i monitorować zmiany geometrii obiektu,
- konieczne jest ustawienie punktów referencyjnych dla przyszłych pomiarów i ich stałego lub okresowego monitoringu np. za pomocą tachimetru.

Obliczenia MES wykazały, że:
- konstrukcja nośna jest sztywna w kierunku pionowym a obciążana ciężarem własnym, śniegiem i obciążeniem w czasie widowisk ugina się zaledwie 12 mm; przemieszczenia promieniowe są o rząd wielkości mniejsze; pierścień dolny przemieszcza się na zewnątrz, a górny do wewnątrz; oś zerowych przemieszczeń promieniowych znajduje się w połowie wysokości żeber;
- ściągi wzmacniające pomiędzy słupami latarni, które dołożono w latach trzydziestych XX wieku są właściwie zbędne z punktu widzenia znacznego wytężenia słupów;
- słupy latarni są bardzo mocno wytężone, właściwie są wytężone ponad ich nośność; szczególnie dotyczy to ich fragmentu przy podstawie oraz nad otworem stanowiącym przejście; przy podstawie również zbrojenie jest niebezpiecznie mocno wytężone, jego przekrój jest zbyt mały, podobnie jak przekrój betonowy; rysy nad przejściem mogą być efektem braku właściwego zbrojenia w tym przekroju; takie wytężenie latarni nie ma jednak zasadniczego wpływu na pracę statyczną całej konstrukcji nośnej kopuły;
- ściskany pierścień górny jest wytężony w niewielkim stopniu; jedynie lokalnie, pod słupami latarni mogą istnieć niewielkie zarysowania betonu; nie ma to jednak wpływu na wytężenie betonu i zbrojenia całego elementu;
- żebra przenoszą siły ściskające - ich wytężenie jest nieznaczne (naprężenia ściskające w betonie i stali wynoszą odpowiednio 3,2 MPa i 26 MPa); ich nośność zdecydowanie przewyższa realne obciążenia konstrukcji;
- analizy wykazały, iż rysy na pierścieniu dolnym najprawdopodobniej powstały w wyniku skurczu w czasie dojrzewania betonu lub jako efekt działania sił promieniowych; zwiększanie obciążeń pionowych nie ma istotnego wpływ na wzrost naprężeń rozciągających w betonie pierścienia; wydaje się, że kratownica w pierścieniu jest w stanie sama przenieść obciążenia przy satysfakcjonującym współczynniku bezpieczeństwa;
- wydaje się, iż sprężenie wykonane podczas ostatniej renowacji Hali nie ma istotnego wpływu na poziom naprężeń w elementach konstrukcji nośnej kopuły.

Wyniki analiz statyczno-wytrzymałościowych, pozwoliły zdiagnozować stan konstrukcji Hali Stulecia. Poza znacznie wytężonymi przekrojami konstrukcji latarni kopuły, pozostałe elementy konstrukcyjne nie wykazują oznak nadmiernego wytężenia i przekroczenia nośności. Z uwagi na wiek obiektu, jego skalę, znaczenie dla dziedzictwa globalnego oraz stan materiałów, z których jest wykonana Hala należy kontynuować w przyszłości regularne i kompleksowe analizy powiązane ze stałym systemem monitoringu bezpieczeństwa i stanu zachowania obiektu. Posłużyć mogą one w przyszłości do określenia prawdopodobnych przyczyn ewentualnie pojawiających się uszkodzeń, jak również pozwolą określić kierunki dalszej konserwacji i eksploatacji obiektu.

Przedstawiona metodyka optycznego monitoringu geometrii istniejącego obiektu historycznego – Hali Stulecia opracowana na podstawie danych geometrycznych pozwoli w przyszłości na opracowanie dokładnego studium stanu zachowania konstrukcji Hali w czasie i kompleksowy monitoring.
Przeprowadzone wstępne analizy pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:
- dzięki pomiarom tachimetrycznym i skanowaniu 3D możliwe jest tworzenie dokumentacji stanu faktycznego obiektów zabytkowych w sposób, który jest bardzo dokładny, mniej czasochłonny, pozwala na opis całej powierzchni, a nie tylko na pomiar poszczególnych punktów, jak w przypadku innych metod geodezyjnych,
- cykliczne pomiary tachimetryczne wielu punktów oraz skanowanie laserowe obiektu można traktować jako przybliżoną, nieinwazyjną metodę monitoringu geometrii konstrukcji, z uwzględnieniem monitoringu zarysowań oraz uszkodzeń spowodowanych przez różne czynniki,
- pomiary tachimetryczne oraz skanowanie laserowe dostarczają dokładnych i wiarygodnych danych geometrycznych,
- stałe pomiary punktów referencyjnych wykonywane w czasie rzeczywistym (za pomocą tachimetru, grupy tachimetrów lub skanera 3D) dają natychmiastowe informacje o ewentualnej zmianie geometrii konstrukcji.

Skutecznym sposobem dla opisania zachowania konstrukcji jest jej stały monitoring. Okresowa rejestracja zarysowań, spękań, odkształceń, przemieszczeń oraz coraz popularniejszy, cykliczny monitoring geometrii laserowym skanerem 3D uzupełniają obraz monitorowanej konstrukcji.

Obiekt zabytkowy, wpisany na listę UNESCO, o takim znaczeniu jak Hala Stulecia we Wrocławiu powinien być objęty stały monitoringiem bezpieczeństwa i stanu zachowania konstrukcji. Monitoring zmian geometrii, monitoring stanu zachowania najważniejszych elementów konstrukcji obiektu oraz warunków otoczenia wpisuje się w zalecenia konwencji [84] jako element procesu ochrony i rozwoju miejsca Światowego Dziedzictwa UNESCO. Stały monitoring bezpieczeństwa i stanu zachowania miejsca powinien dotyczyć zarówno obiektu głównego, jak i pozostałych obiektów, znajdujących się w granicach obszaru objętego wpisem oraz strefy buforowej.

Autorzy dziękują za współpracę przy wykonaniu badań oraz pomiarów Panu Andrzejowi Baworowskiemu, Panu Danielowi Czerkowi oraz firmie TPI sp. z o. o.

Bibliografia

[1] Czarniecki M., Czerek D., (2013) Remont Hali Stulecia, Inżynier Budownictwa, 2 (103), https://www.piib.org.pl/pliki/ib/ib_02_13.pdf
[2] Ilkosz J., (2005), Hala Stulecia i Tereny Wystawowe we Wrocławiu - dzieło Maksa Berga, Wydawnictwo Muzeum Architektury we Wrocławiu, Wrocław.
[3] Trauer G., Gehler W., (1914) Die Jahrhunderthalle in Breslau, Berlin, Verlag Julius Springer.
[4] Ekspertyza stanu technicznego konstrukcji budynku Hali Ludowej we Wrocławiu. Część I i II, (2007, 2008), MBM Firma Konsultingowa i projektowo-badawczo-budowlana sp. z o.o.
[5] Berger K., Tadla J., (2013), Innowacyjne technologie w budownictwie, cz. 2, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne,
[6] Onysyk J., Biliszczuk J., Prabucki P., Sadowski K., (2012) Wzmocnienie dolnego pierścienia żelbetowej kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu, Inżynieria i Budownictwo, Nr 7/2012
[7] Projekt budowlano – wykonawczy. Projekt remontu elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku Hali Stulecia we Wrocławiu. Autorska Pracownia Projektowa Konarzewski, Wrocław, grudzień 2009.
[8] Jasieńko J., Moczko M., Moczko A., Dżugaj R., (2011) *Badanie cech mechaniczno-fizycznych betonu w dolnym pierścieniu obwodowym kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu*, Wiadomości konserwatorskie, Nr 28/2011.
[9] Jasieńko J., Moczko M., Moczko A., Wala D., (2011) *Beton Hali Stulecia (UNESCO List) we Wrocławiu*, Wiadomości konserwatorskie, Nr 30/2011.
[10] Bukowski B., (1972) *Budownictwo Betonowe, Tom I, Technologia Betonu, część 1*, Arkady, Warszawa.
[11] *PN-88/B-06250 Beton Zwykły.*
[12] *PN-EN 13791:2008, Ocena wytrzymałości na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych.*
[13] Neville A.M., (2000) *Właściwości betonu*. Polski Cement Sp. z o.o., Kraków.
[14] *PN-EN 1542: 2000 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -- Metody badań - Pomiar przyczepności przez odrywanie.*
[15] Instrukcja nr 210 ITB *Stosowanie młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji.*
[16] *PN-EN 12504-2: 2002; PN-EN 12504-2:2002/Ap1:2004 - Badania betonu w konstrukcjach. Część 2: badania nieniszczące, oznaczenie liczby odbicia.*
[17] *Pr EN 13791: 2003 Assessment of concrete compressive strength in structures or in structural elements.*
[18] *PN-88/H-84020 Stal niestopowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia -- Gatunki*
[19] Instrukcja 277/86 ITB. *Instrukcja określenia składu stwardniałego betonu.*
[20] Instrukcja 357/98 ITB. *Badania składu fazowego betonu.*
[21] *PN-EN 206-1:2003 Beton –Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.*
[22] Dudkiewicz J., Gosowski B., (2006) *Wykorzystanie nieniszczących badań twardości do oceny wytrzymałości stali w konstrukcjach budowlanych*. Inżynieria i Budownictwo Nr 1/2006.
[23] Gosowski B., Kubica E. (2012) *Badania laboratoryjne konstrukcji metalowych*. Wyd. IV zaktualizowane i rozszerzone. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
[24] Gosowski B., Organek P., Redecki M., (2014) *Bezpośrednie i pośrednie wyznaczanie wytrzymałości obliczeniowej stali w konstrukcjach budowlanych*. Materiały Budowlane Nr 3/2014.
[25] *PN-EN ISO 6506-1:2008. Metale – Pomiar twardości sposobem Brinella – Cz.1 : Metoda badań.*
[26] *PN-EN 1990:2004(/A1:2008 oraz /Ap1:2004), Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji.*
[27] *PN-EN 1993-1-1:2006(/AC:2009), Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.*
[28] Rudnik S., (1998) *Metaloznawstwo*. Wyd. IV, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
[29] *PN-B-03200:1990. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.*
[30] Laska J., Tulibacki J., Ptak T., Dziedzicki J., (2009) *Elementy stalowe kratownic pierścienia głównego pod kopułą żebrową Hali Stulecia, Oszacowanie stanu i własności elementów stalowych kratownic pierścienia głównego pod kopułą Hali Stulecia*, TurboCare Sp. z o.o., Wrocław, czerwiec 2009.
[31] Laska J., Tulibacki J., (2008) *Badania mikrostruktury, twardości, Składu chemicznego oraz oszacowanie granicy plastyczności Łożysko nośne kopuły Hali Stulecia*, TurboCare Sp. z o.o., Wrocław, luty 2008.
[32] Tajchman J., Schaaf U., Bożejewicz E. (2007) *Dokumentacja konserwatorska stolarki okiennej Hali Ludowej – Hali Stulecia we Wrocławiu. Badania historyczne i ekspertyza stanu zachowania. Tom I*. Toruń
[33] Bożejewicz E. (2007) *Dokumentacja konserwatorska stolarki okiennej Hali Ludowej – Hali Stulecia we Wrocławiu. Inwentaryzacja pomiarowo-rysunkowa. Tom II*.
[34] Tajchman J., Schaaf U., Bożejewicz E. (2007) *Dokumentacja konserwatorska stolarki okiennej Hali Ludowej – Hali Stulecia we Wrocławiu. Badania historyczne i ekspertyza stanu zachowania. Tom III*. Toruń
[35] Tajchman J. (1993) *Stolarka okienna. Słownik terminologiczny architektury*. Warszawa, Ośrodek Dokumentacji Zabytków
[36] Rinn F. (2013) Practical application of micro-resistance drilling for timber inspection. *Holztechnologie* 54(4): 32-38
[37] Branco J.M., Piazza M., Cruz P.J.S. (2010) Structural analysis of two King-post timber trusses: Nondestructive evaluation and load-carrying tests. *Construction and Building Materials* 24(3): 371-383
[38] Ilharco T., Lechner T., Nowak T (2015) Assessment of timber floors by means of non-destructive testing methods. *Construction and Building Materials*, http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.133
[39] Jasieńko J., Nowak T., Bednarz Ł. (2014) The baroque structural ceiling over the Leopoldinum Auditorium in Wrocław University - tests, conservation and a strengthening concept. *International Journal of Architectural Heritage* 8(2): 269-289

[40] Lechner T., Nowak T., Kliger R. (2014) In situ assessment of the timber floor structure of the Skansen Lejonet fortification, Sweden. *Construction and Building Materials* 58: 85-93

[41] Calderoni B., De Matteis G., Giubileo C., Mazzolani F.M. (2010) Experimental correlations between destructive and non-destructive tests on ancient timber elements. *Engineering Structures* 32(2): 442-448

[42] Fakopp Enterprise (2013) *Fakopp Microsecond Timer User's Gu*ide. Hungary

[43] Dackermann U., Crews K., Kasal B., Li J., Riggio M., Rinn F., Tannert T. (2014) In situ assessment of structural timber using stress-wave measurements. *Materials and Structures* 47(5): 787-803

[44] Esteban M., Arriaga F., Iniguez G., Bobadilla I. (2009) Mechanical Properties Assessment of Structural Coniferous Timber by means of Parallel and Perpendicular to the Grain Wave Velocity. In: *Proceedings of the 16th International Symposium on Non-destructive Testing of Wood*, Beijing, China, 79-84

[45] Chowdhury M.Q., Ishiguri F., Iizuka K., Takashima Y Matsumoto K., Hiraiwa T., Ishido M., Sanpe H., Yokota S., Yoshizawa N. (2009) Radial variations of wood properties in Casuarina equisetifolia growing in Bangladesh. *Journal of Wood Science* 55(2): 139-143

[46] http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Casuarina_equisetifolia.PDF

[47] Ruocci, G., (2010) *Application of the SHM methodologies to the protection of masonry arch bridges from scour*. Politecnico di Torino, PhD Thesis.

[48] Jasieńko, J., Nowak, T., Mroczek, P., Bednarz, Ł.J. (2010) *Construction conservation using new technologies on the example of St. Anna's Church in Ząbkowice Śląskie*, Wiadomości Konserwatorskie (Journal of Heritage Conservation) 28, pp.18-30

[49] Bednarz, Ł.J., Jasieńko, J., Rutkowski, M., Nowak T. (2014) *Strengthening and long-term monitoring of the structure of an historical church presbytery*, Engineering Structures 81, pp.62-75.

[50] Bednarz, Ł.J., Jasieńko, J., Nowak T.P. (2015) *Test monitoring of the Centennial Hall's dome*, Wrocław (Poland), SPIE Conference, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology, Munich, Germany.

[51] Oñate E. (2009) *Structural Analysis with the Finite Element Method. Linear Statics. Volume 1. Basis and Solids*. ISBN: 978-1-4020-8732-5. First edition, March 2009. Springer/CIMNE.

[52] Faires J. Douglas, Burden Richard L., (2012) *Numerical Methods. Wadsworth Publishing Co Inc; 4th edition (20 April 2012)*

[53] Bathe K. J. *Finite Element Procedures*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 1996.

[54] Zbiory Archiwum Budowlanego Muzeum Architektury we Wrocławiu

[55] „MOSTY – Wrocław" Zespół Badawczo-Projektowy. *Projekt remontu elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku Hali Stulecia we Wrocławiu*. Wrocław, wrzesień 2009

[56] Ansys Classic 14.0, *Help*

[57] Jasieńko J., Moczko M., Moczko A., Wala D., Dżugaj R., (2012) *Centennial Hall in Wrocław (Poland) – unique, hundred years old concreto structure of Max Berg*. Structural Historic Analysis of Historical Constructions – Jerzy Jasieńko (ed), 2012 DWE, Wrocław, Poland

[58] Willam K. J. and Warnke E. P., (1975) *Constitutive models for the triaxial behavior of concrete*.Proceedings of the International Ass. for Bridge and Structural Engineering, vol 19, pp. 1- 30.

[59] Kachlakev D., (2001) *Finite element modeling of reinforced concrete structures strengthened with FRP laminates,* Final Report. SPR 316 Oregon

[60] Mohyeddin A., Goldsworthy M., Gad E., (2010) *FE modeling of RC frames under in-plane lateral loads*. Australian Earthquake Engineering Society 2010 Conference, Perth, Western Australia

[61] Lotfi, H.R.; Shing, P.B., (1991) *An appraisal of smeared crack models for masonry shear wall analysis*, Computers & Structures, Vol. 41(3), p. 413-425

[62] Bhatti M. Asghar., (2006) *Advanced Topics in Finite Element Analysis of Structure: with Mathematica and Matlab computations*. Wiley, January 2006.

[63] *PNEN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 13: Oddziaływania ogólne. Obciążenia śniegiem*,

[64] *PN-EN 1991-1-4:2008. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Obciążenia wiatrem*.

[65] Bednarz, Ł.J., Jasieńko, J., Nowak T.P. (2015) *Test monitoring of the Centennial Hall's dome*, Wrocław (Poland), SPIE Conference, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology, Munich, Germany.

[66] Wytyczne operacyjne do realizacji Konwencji Światowego Dziedzictwa, UNESCO - World Heritage Centre, luty 2012.

[67] *Monitoring World Heritage*, UNESCO - World Heritage Centre, n.10, maj 2004.

[68] *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention*, UNESCO - World Heritage Centre, czerwiec 2013,

[69] *PN-EN 12504-1: 2001 Badania betonu w konstrukcjach – Część 1: Odwierty rdzeniowe – wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie*.

[70] *PN-EN 12390-3: 2001 Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania*.

[71] *PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie*.

[72] *PN-EN 13791:2008 Ocena wytrzymałości na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych.*

[73] *ASTM C-900-87 Standard test method for pullout strength of hardened concrete*.

[74] *EN 12504-3 Testing concrete in structures – Part 3: Determination of pull-out force*.

[75] *PN-EN 12504-3: 2005 Badania betonu w konstrukcjach – Część 3: Oznaczenie siły wyrywającej*.

[76] *PN-EN 12390-6:2011 Badania betonu. Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupaniu próbek do badań.*

[77] Grajewski G., Ilkosz J., *Wrocławska Hala Stulecia*, Spotkania z Zabytkami, Nr 1, 2007, s. 3-7.

[78] Chronowska-Przywara K., Kot M., Zimowski S., *Techniki badawcze w analizie właściwości mechanicznych i tribologicznych cienkich warstw i powłok*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Transport z. 83, 2014, s. 39-49

[79] Oliver W.C., Pharr G.M., *An improved technique for determining hardness and elastic moduluj using load and displacement sensing indentation experiments*, Journal of Material Research, 1992, vol 7(6), 1564-1584.

[80] Sobczak R., Prażmo J., *Kryteria doboru i własności wybranych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej*, www.waterjet.org.pl z dnia 29.05.2015.

[81] http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/Chudnoff/SEAsian_Oceanic/htmlDocs_SEAsian/Casuarina_spp.html

[82] *PN-ISO 3755:1994 Staliwo węglowe konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia*.

[83] Bednarz L. J., Jasieńko J., Rutkowski M., Nowak T.P., *Strengthening and long-term monitoring of the structure of an historical church presbytery*, Engineering Structures, vol. 81, pp: 62-75, 2014.

[84] *Konwencja w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego,* Dz.U. z 1976 r. nr 32, poz. 190.

[85] Jasieńko J., Łydżba D., Bednarz Ł. J.,Piechówka-Mielnik M. J., Rajczakowska M., Powałka Z., Pawlik A. D. *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań betonu Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny ciągłości wybranych przekrojów betonowych, badań mikrostruktury oraz składu betonu.* Raport serii SPR, PWr, Wrocław, 2015.

[86] Jasieńko J., Gosowski B., Bednarz Ł. J., Organek P., Redecki M., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny stanu technicznego łożysk podporowych oraz wkładek stalowych w dolnym pierścieniu rozciąganym - grant fundacji Getty-Muzeum Architektury we Wrocławiu.* Raport serii SPR, PWr, Wrocław, 2015.

[87] Jasieńko J., Moczko A., Moczko M., Bednarz Ł. J., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań betonu Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie wytrzymałości na ściskanie, wytrzymałości na rozciąganie, wodoszczelności i korozji.* Raport serii SPR, PWr, Wrocław, 2015.

[88] Jasieńko J., Moczko A., Moczko M., Bednarz Ł. J., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny grubości otuliny betonowej zbrojenia, lokalizacji i identyfikacji zbrojenia*. Raport serii SPR, PWr, Wrocław, 2015.

[89] Nowak T., Jasieńko J., Bednarz Ł. J., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny stanu technicznego wybranych elementów drewnianej stolarki okiennej - grant fundacji Getty Muzeum Architektury we Wrocławiu*. Raport serii SPR, PWr, Wrocław, 2015.

Ryszard Wójtowicz

Rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu

Wrocław, 2015

Rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki Hali Stulecia we Wrocławiu

Zarys historii Hali Stulecia i syntetyczny opis

Hala Stulecia wzniesiona została w roku 1912, realizująca prace firma Dyckerhoff & Widmann przekazała miastu Halę w stanie surowym w grudniu tegoż roku. W maju 1913 roku odbyło się otwarcie Wystawy Stulecia.
Hala, która miała spełniać rolę wnętrza ekspozycyjnego oraz miejsca zgromadzeń, w swej historii eksploatowana była bardzo intensywnie. Już w trakcie trwania Wystawy Stulecia przez Halę Stulecia przewinęło się ponad sto tysięcy osób. W okresie I Wojny Światowej służyła jako magazyn prowiantowy. Założone przez miasto Wrocław towarzystwo akcyjne Breslauer Messe A.G. od 1918 roku regularnie organizowało targi przemysłowe na Terenach Wystawowych i w Hali Stulecia. W latach trzydziestych w Hali Stulecia odbywały się również imprezy sportowe oraz przedstawienia cyrkowe.
Począwszy od lat trzydziestych, niezależnie od rozbudowy terenów wystawowych, rozpoczęły się prace związane z przebudową i remontem Hali Stulecia. Prace te w latach 1935-1937 prowadził architekt Richard Konwiarz. Wybudowano nowy, żelbetowy amfiteatr widowni, filary sali głównej i podniebia dachów tarasowych obłożono supremą (płyty Heraklit). Ściany holi wejść wyłożono ugrowym w odcieniu trawertynem. W holu wejścia głównego i obejściu założono sufit podwieszany (konstrukcja stalowo-gipsowa), oraz osadzono w nim okrągłe lampy.
W tym też czasie dobudowano zewnętrzną klatkę schodową po południowej stronie od osi wejścia głównego i Sali Cesarskiej.
Tereny Wystawowe w dość dobrym stanie przetrwały II Wojnę Światową, zniszczeniu uległa jedynie część budynków. Sama Hala Stulecia doznała uszkodzeń dachu oraz straciła szklenie okien. W roku 1948, po przeprowadzeniu remontu Hali Stulecia i ocalałych budynków, zorganizowano na Terenach Wystawowych wielką Wystawę Ziem Odzyskanych. Następnie przez wiele lat we wnętrzu Hali mieściło się kino, organizowano imprezy sportowe, rewiowe i muzyczne. Remontu, bądź wymiany wymagała cała infrastruktura techniczna Hali: obejście, dachy, stolarka okienna i drzwiowa, urządzenia elektryczne. W różnych etapach powojennych prac wymieniono

najbardziej zniszczone skrzydła okienne, część stolarki drzwiowej, remontowano konstrukcję i oszklenie świetlików obejścia.
W latach 1994-95 w związku ze zbliżającym się Kongresem Eucharystycznym przeprowadzono modernizację wnętrza Hali Stulecia, polegającą głównie na przebudowie widowni i obniżeniu poziomu areny. Projekt opracował zespół pod kierunkiem Leszka Konarzewskiego. W roku 2009 przeprowadzono remont i konserwację elewacji oraz stolarki okiennej. Projekt opracował zespół pod kierunkiem Leszka Konarzewskiego. W roku 2011 przeprowadzono remont wnętrza, ponowną przebudowę widowni oraz remont obejścia. Projekt opracowało konsorcjum Chapman Taylor i Wrotech.
W swoim opracowaniu *Hala Stulecia i Tereny Wystawowe we Wrocławiu – dzieło Maxa Berga* Jerzy Ilkosz przedstawia opis wnętrza z uwzględnieniem Sali Cesarskiej w sposób następujący:
[…] Obejście podzielono wewnątrz prostymi betonowymi słupami prostopadłościennymi. Trakt wewnętrzny służy głównie komunikacji. Trakt zewnętrzny mieści cztery pomieszczenia wydzielone na planie dwunastoboku zbliżonego do elipsy, które są usytuowane symetrycznie między założonymi na planie kwadratu obszernymi holami przy wejściach do budynku.
Hol wejścia głównego jest dwukondygnacyjny, na piętrze usytuowano owalną salę przyjęć – dawną Salę Cesarską. Pomieszczenie to zostało przykryte szklanym dachem, a strop oddzielony od ścian fasetą. W której jedynym elementem dekoracyjnym jest fryz z motywem jajownika. Obejście oświetlono górnym światłem wpadającym przez szklane dachy oraz światłem bocznym z okien ściany zewnętrznej. Wejście do Hali prowadzi przez cztery hole do obejścia, a stamtąd bezpośrednio przez liczne drzwi do wnętrza kopułowego. Ponadto dodatkowe wejścia usytuowano bezpośrednio w ścianie zewnętrznej, między holami, a owalnymi pawilonami. Wejście reprezentacyjne od zachodu jest poprzedzone portykiem z kolumnadą ustawioną na owalu, otwierającą się przez szerokie stopnie kilku schodów na obszerny prostokątny plac – forum Terenów Wystawowych […].

Na podstawie planów pochodzących z Archiwum Budowlanego Wrocławia dowiadujemy się (notatki Maxa Berga na rysunku sygn. 21775), iż do wysokości 3 m od podłogi Sala Cesarska, miała otrzymać okładzinę marmurową. Z tego względu wnętrze to nosiło również nazwę Sali Marmurowej (*Marmorsaal*), choć wymiennie używana była nazwa Sala Recepcyjna (*Empfangsaal*).

W znajdujących się w Archiwum Państwowym we Wrocławiu aktach miasta Wrocławia, teczka sygn. 17049 znajduje się kilka informacji istotnych dla wyników badań konserwatorskich przeprowadzonych w Sali Cesarskiej.
17.02.1913 – posiedzenie komisji budowy Hali
poz. 5 – firma Gebrüder Bauer w ramach kwoty 1800 M ma wykonać 5 drzwi balkonowych do sali wg projektu przygotowanego przez zarząd budowlany.
poz. 7 – zdecydowano zlecić wykonanie szalunku dla tej części sufitu, który nie będzie przeszklony mistrzowi ciesielskiemu Hossenfelder za 835 M. W zestawieniu kosztów mowa o wykonaniu w Sali sufitu na siatce Rabitza za 1800 M.
17.03.1913 – posiedzenie komisji budowy Hali
poz. 5 – zdecydowano się pokryć flizami (niebiesko-zielone kafelki) ściany jednej z toalet obok Sali, koszt 400 M, firma Latzel und Pachur, ci sami mają wykonać prace izolacyjnej w Sali.
poz. 14 – wykonanie stropu stiukowego w pomieszczeniu obok Sali zostanie zlecone z wolnej ręki firmie Kunze und Brinke, na podstawie ich oferty z 11.3.1913 za kwotę 290 M, [faseta i sufit w bocznym pomieszczeniu od strony południowej].
6.06.1913 – posiedzenie komisji budowy Hali

poz. 7 – zdecydowano o zleceniu malarzowi Lestikow za kwotę 300 M szkiców i rysunków projektowych obicia ściany materiałem i dywanu.
poz. 10 – wykonanie przeszklenia świetlika Sali zlecono firmie David Bley za kwotę 1350 M.
26.06.1913 – posiedzenie komisji budowy Hali
poz. 7 – strop na siatce Rabitza w Sali, koszt 1800 M, założy firma Gebrüder Bauer (przedstawiciel E. Mann).
17.01.1919 – posiedzenie komisji budowy Hali
poz. 4 – naprawy w Sali zlecono firmie Gebrüder Bauer.

Historia, układ urbanistyczno-przestrzenny, projekt i konstrukcja dzieła Maxa Berga zostały wnikliwie przeanalizowane i przedstawione w wielu publikacjach. Do celów niniejszego opracowania wykorzystano:
J. Ilkosz, *Hala Stulecia we Wrocławiu – dzieło Maxa Berga*, „Rocznik Historii Sztuki" t. XXIV, 1999, s. 131-215.
J. Ilkosz, *Projekty Hansa Poelziga na Wystawę Stulecia we Wrocławiu w 1913 roku*, [w:] *Hans Poelzig we Wrocławiu*; *Architektura i sztuka*, Wrocław 2000, s. 367-426.
J. Ilkosz, *Hala Stulecia i Tereny Wystawowe we Wrocławiu – dzieło Maxa Berga,* Wrocław 2005.
L. Konarzewski, *Projekt i realizacja przebudowy wnętrza Hali Ludowej we Wrocławiu w latach 1995-1997*, [w:] *Architektura Wrocławia T. 4. Gmach,* pod redakcją Jerzego Rozpędowskiego, Wrocław 1998, s. 495-517.

Zalecenia wynikające z przeprowadzonych badań dla użytkownika i wykonawców prac
Przedstawione w rozdziale *Stan zachowania* informacje na temat procesów niszczących zachodzących w elementach struktury Hali Stulecia powinny być rozważone przez Wykonawców przyszłych prac konserwatorsko-remontowych. Dla uzyskania prawidłowego efektu estetycznego i technicznego wskazane jest usunięcie wtórnych nawarstwień, przy zachowaniu powłok oryginalnych (pierwsza warstwa kolorystyczna).

Należy zwrócić szczególną uwagę na informacje przedstawione w rozdziałach:
1.5. Kolorystyka ścian zewnętrznych. **W pierwszym opracowaniu malarskim w Hali stosowane powłoki nakładane były w sposób zróżnicowany, stosunkowo cienko lub półprzejrzyście.**
2.5. Omówienie kolorystyki elementów wnętrza Sali Cesarskiej i jej aneksów. **W pierwotnym opracowaniu malarskim w Sali Cesarskiej stosowane powłoki nakładane były gładko i stosunkowo cienko.**
Należy zatem dostosować współczesną technologię malarską do realizowanej kilkadziesiąt lat temu. Na właściwy efekt końcowy wpływa nie tylko dobór odpowiedniego koloru, lecz także odpowiednia technologia użycia farb, jak i w nie mniejszym stopniu przygotowanie powierzchni przeznaczonej do opracowania końcowego.
Przedstawiony we wspomnianych rozdziałach zestaw wybranych kolorów z wzorników, odpowiada tylko w przybliżeniu tonacji barwnej pierwowzoru, jest to wartość uśredniona. Ostatecznie w procesie retuszu należy przeprowadzić próby kolorystyczne, które powinny zostać zweryfikowane komisyjnie.
Wykonawca jest odpowiedzialny z tytułu gwarancji za usunięcie wad przedmiotu umowy wynikających z wykonanych przez niego wadliwie czynności. Dotyczy to także świadomości Wykonawcy co do zabytkowego charakteru obiektu, jakości warstw pierwotnych jak i wtórnych nawarstwień, a także zachodzących procesów niszczących i wykorzystania obiektu.

1. Rozpoznanie konserwatorskie i badanie kolorystyki ścian zewnętrznych Hali Stulecia we Wrocławiu

1.1. Dane dotyczące badanego obiektu

– rodzaj: ściany zewnętrzne Hali Stulecia
– autor: architekt Max Berg, firma wykonawcza Dyckerhoff&Widmann
– czas powstania: projekt lata 1910-11, prace budowlane 1912 r., uroczyste otwarcie maj 1913 r., rozbudowa lata trzydzieste XX w.
– materiał i technika: wylewany beton (ze zbrojeniami) oraz warstwy wymalowania powierzchni
– wymiary i funkcje: określone w projekcie Autorskiej Pracowni Projektowej – Konarzewski z 2008 roku.
– stanowiące podstawę niniejszego opracowania badania kolorystyki elewacji przeprowadzono w 2009 roku, przed generalnym remontem elewacji.
– obserwacje stanu kolorystyki elewacji ponowiono w 2015 roku, sześć lat po zakończeniu prac.

1.2. Realizacja rozpoznania konserwatorskiego

Metodyka prac została opracowana na podstawie dotychczas realizowanych prac o zbliżonym zakresie. Przeprowadzono konsultacje w celu ustalenia zakresu zadania z projektantem renowacji elewacji dr arch. Leszkiem Konarzewskim, dyr. Muzeum Architektury dr Jerzym Ilkoszem oraz przedstawicielami Przedsiębiorstwa Hala Ludowa sp. z o.o. Po przeprowadzeniu wstępnej analizy stanu zachowania i budowy technicznej obiektu ustalono, iż w trakcie czynności związanych z opracowaniem rozpoznania konserwatorskiego dla ścian zewnętrznych Hali Stulecia zostaną przeprowadzone następujące działania:
1. Wykonanie wstępnej dokumentacji fotograficznej.
2. Przeprowadzenie analizy powierzchni w celu pobrania próbek do badan laboratoryjnych.
3. Analiza stanu zachowania i przyczyn zniszczeń badanych fragmentów (wpływ czynników niszczących na pierwotną kolorystykę).
4. Pobranie próbek do badań laboratoryjnych.
5. Przeprowadzenie badań specjalistycznych w dwóch niezależnych laboratoriach w Toruniu.
6. Opracowanie zebranego materiału, w tym uzyskanych wyników badań laboratoryjnych.
7. Określenie kolorystyki ścian zewnętrznych Hali w odniesieniu do obecnych wzorników kolorystycznych.
Lokalizacja miejsc pobrania próbek została przedstawiona na rzucie i przekroju Hali opracowanych przez Autorską Pracownię Projektową – Konarzewski s.c.

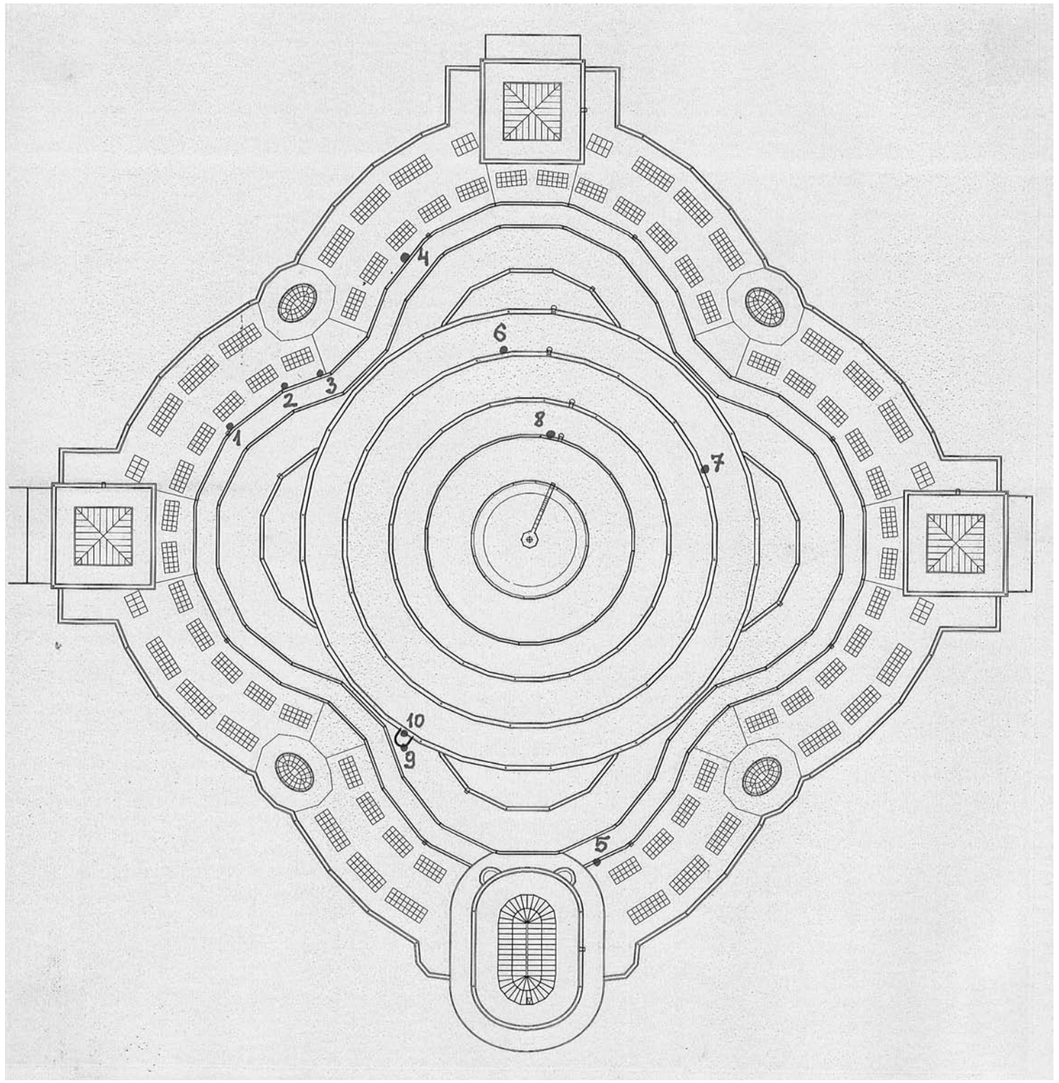
1.3. Lokalizacja i opis miejsc pobrania próbek do badań

Do badań laboratoryjnych pobrano 10 próbek w wytypowanych obszarach charakteryzujących temat przedsięwzięcia, miejsca pobrania przedstawiono na przekrojach i rzucie Hali Stulecia opracowanych i dostarczonych przez dra architekta Leszka Konarzewskiego. Określono budowę techniczną i ogólny stan zachowania przewidywanych do remontu fragmentów budowli. Miejsca pobrania próbek oraz inne fragmenty charakteryzujące strukturę i kolorystykę ścian zewnętrznych Hali oznaczono na rysunkach i zarejestrowano na fotografiach.

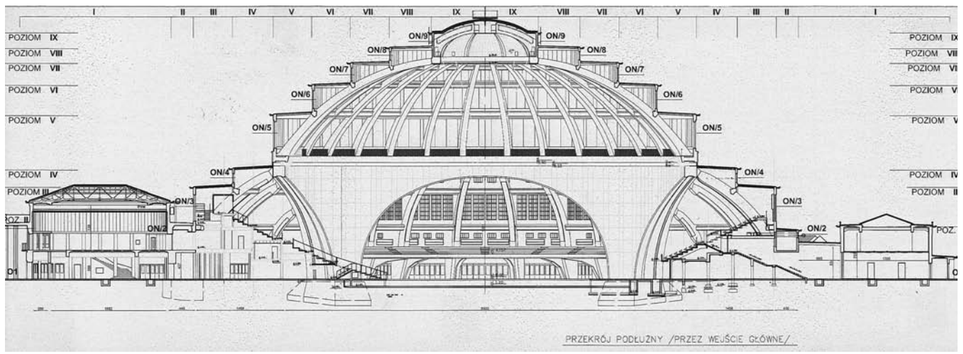
Badania laboratoryjne przeprowadzono w dwóch niezależnych laboratoriach w Toruniu:
1. Laboratorium technologiczne w Toruniu, mgr Elżbieta Orłowska – Specjalista w zakresie badań technologicznych; próbki 1-10.
2. Laboratorium konserwatorskie Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, dr Zuzanna Rozłucka – badania i fotografie, dr Robert Rogal – konsultacja, Waldemar Grzesik – dokumentacja cyfrowa; próbki 4, 6, 7, 9, 10.

Określono jakość poszczególnych warstw chronologicznych i ich kolorystykę. Uzgodniono, iż rodzaj kolorów zostanie oznaczony na podstawie porównania z uniwersalnym wzornikiem kolorów NCS. Ze względu na skromne możliwości oddania zróżnicowania kolorystycznego we wzornikach kolorów, dla uzupełnienia informacji odsłonięte barwy warstw odniesiono także do wzornika firmy Keim (Keim – historisch).
Końcowe zestawienie oceny kolorystycznej zostało przedstawione w rozdziale 2.7. Zestawienie kolorystyki (na podstawie wzorników).
Mapę miejsc pobrania próbek do badań laboratoryjnych wykonano na rysunkach rzutów i przekrojów wykonanych przez Autorską Pracownię Projektową – Konarzewski.

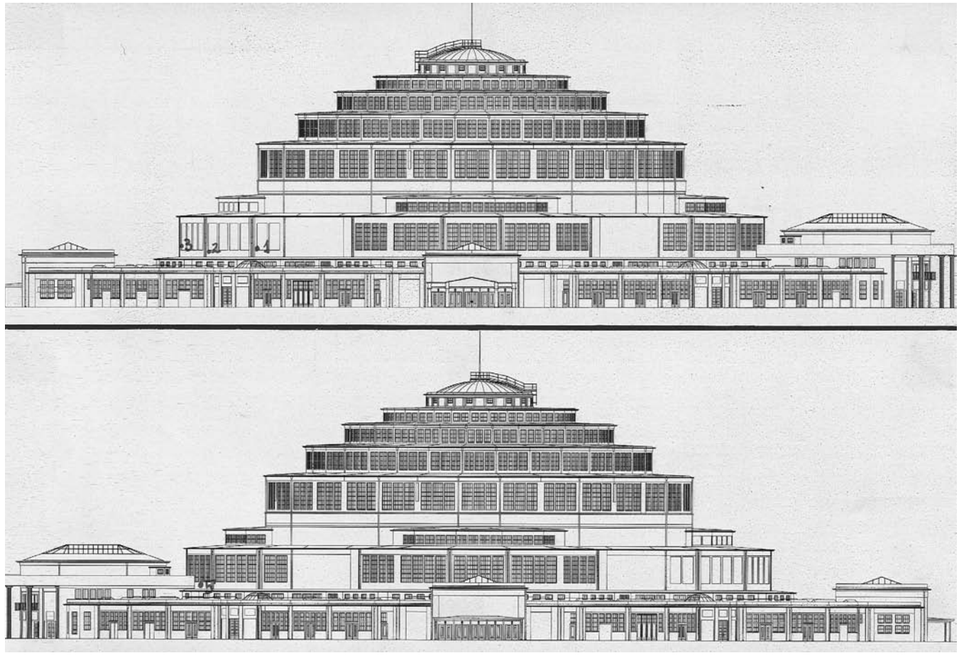
Opis miejsc pobrania próbek do badań laboratoryjnych:
Próbka 1.
Poziom II
Filarek pomiędzy rurami spustowymi 17 i 18, 30 cm powyżej parapetu
Próbka 2.
Poziom II
Filarek przy rurze spustowej 18
Próbka 3.
Poziom II
Filarek z prawej strony rury spustowej 19
Próbka 4.
Poziom II
Ściana półokrągła
Próbka 5.
Poziom II
Ścianka pod oknem, na prawo od rury spustowej
Próbka 6.
Poziom VI
Filarek pomiędzy oknami
Próbka 7.
Poziom VI
Filarek pomiędzy oknami
Próbka 8.
Poziom VIII
Filarek pomiędzy oknami
Próbka 9.
Poziom IV
Ściana zewnętrzna zewnętrznej klatki schodowej
Próbka 10.
Poziom V
Ściana wewnętrzna zewnętrznej klatki schodowej



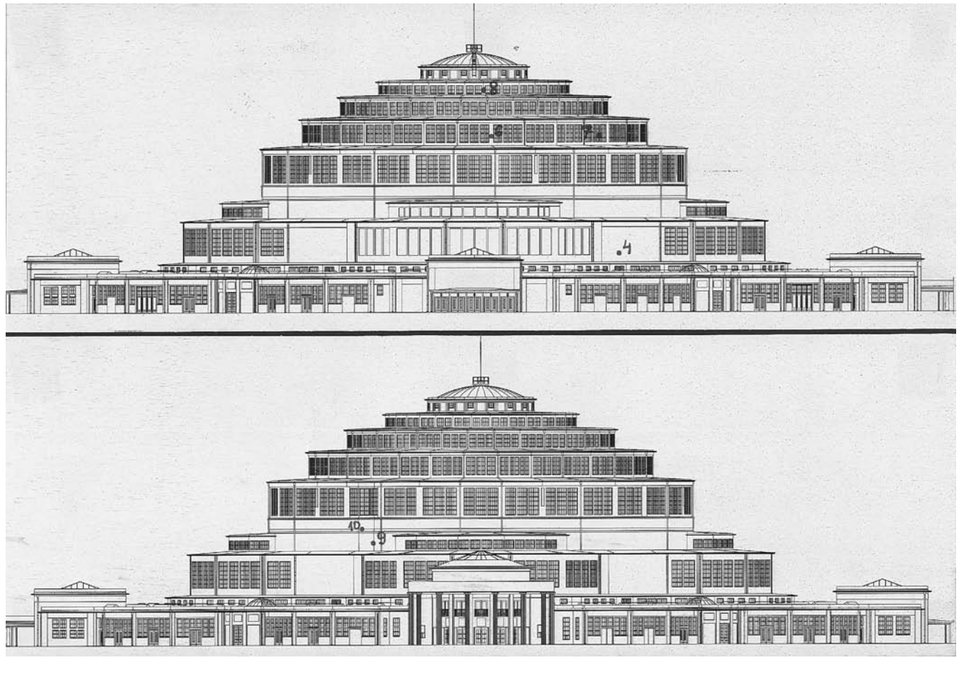
Il. 1.1. Miejsca pobrania próbek do badań, wiosna 2009 r. Rzut Hali Stulecia. Autorska Pracownia Projektowa – Konarzewski.



Il. 1.2. Przekrój podłużny Hali Stulecia z oznaczeniem poziomów. Autorska Pracownia Projektowa – Konarzewski.



Il. 1.3. Mapa pobrania próbek do badań, wiosna 2009 r. Elewacje Hali Stulecia Autorska Pracownia Projektowa – Konarzewski.



Il. 1.4. Mapa pobrania próbek do badań, wiosna 2009 r. Elewacje Hali Stulecia Autorska Pracownia Projektowa – Konarzewski.

1.4. Badania laboratoryjne próbek

1.4.1. Laboratorium technologiczne w Toruniu
mgr Elżbieta Orłowska – specjalista w zakresie badań technologicznych

Wyniki badań próbek monochromii z elewacji Hali Stulecia we Wrocławiu
Do badań przekazano dziesięć próbek zapraw warstwami o różnych odcieniach ugru na powierzchni.

1. Obserwacje mikroskopowe
Próbka 1 to fragment bardzo twardej zaprawy o wygładzonej powierzchni, na której pomiędzy ziarnami kwarcu znajdują się resztki kruchej, ugrowej warstwy.
W próbce 2 na twardej, cementowej zaprawie leży cienka ugrowa warstwa, przykryta grubą twardą warstwą o jaśniejszym odcieniu, silnie związaną z podłożem, trudną do wyreparowania.

Próbka 3 zawiera cienkie płatki cementowej zaprawy opracowane podobnie jak zaprawa próbki 2: na kruchej ugrowej warstwie wypełniającej przerwy pomiędzy ziarnami kwarcu leży twardsza, jaśniejsza.
Inaczej przedstawia się próbka 4: płytki zaprawy są ściśle pokryte grubą, błyszczącą, jasnożółtą warstwą o wyślizganej powierzchni. Niemożliwe jest całkowite wypreparowanie warstwy, trudno ocenić, czy pod nią zachowana jest wcześniejsza.
Próbka 5 podobna jest do próbek 2 i 3. Zawiera dwie warstwy malarskie na cementowej zaprawie.
Próbka 6 podobna jest do próbki 1. Obecna w niej jest jedna ugrowa, krucha warstwa pomiędzy ziarnami piasku.
W próbce 7 występują szare, cienkie płatki cementowej przecierki powleczone warstwą ugrową.
W próbce 8 jest gruboziarnista, cementowa zaprawa wykończona jasnougrową warstwą, otaczającą duże ziarna kwarcu.
Próbka 9 składa się z dwu fragmentów zaprawy, z których jeden zawiera kruchą, ugrową warstwę (jak próbka 1), drugi pokryty jest twardą ciemniejszą, ścisłą warstwą dobrze związaną z podłożem.
Próbka 10 to jasnożółte płytki zaprawy, na powierzchni których nie zachowały się ślady warstwy malarskiej.

2. Badanie pigmentów i spoiw
– w 2 M NaOH warstwa malarska z próbek 1, 6, 7 i 8 oraz warstwy spodnie z próbek 2, 3, 5 i 9 lekko miękną. Warstwy wierzchnie w próbkach 2, 3, 4, 5 i 9 nie ulegają zmianom.
– w żadnej z warstw nie wykryto spoiwa organicznego
– po wyprażeniu warstwy próbek 1, 6, 7 i 8 i spodnie warstwy z próbek 2, 3, 5 i 9 przyjmują czerwonawe zabarwienie, warstwy wierzchnie próbek 2, 3, 4, 5 i 9 robią się różowe
– w 2 M HCl warstwy leżące na zaprawie w próbkach 1, 2, 3, 5, 6 i 8 rozpuszczają się częściowo, pozostają białe skupiska. W próbkach 2, 3, 4, 5 i 9 warstwy malarskie w gorącym HCl stają się szkliste
– z KSCN i K4[Fe(CN)6] kwaśny roztwór dla wszystkich próbek, daje intensywne reakcje barwne charakterystyczne dla żelaza Fe3+
– we wszystkich próbkach zbadano pH zawiesiny wodnej warstw malarskich. Wykonane wcześniej pomiary pH wody destylowanej wykazały kwaśny odczyn 4,4, co z pewnością zaniża wartość pH badanych roztworów.
W żadnej z próbek pH nie jest wysoce alkaliczne. Najwyższe odczytano w próbkach 3, 4, 5 i 9 co może sugerować spoiwo krzemianowo (wg. W. Ślesińskiego).
Wnioski:
Najwcześniejsza warstwa malarska w kolorze ugrowym leży bezpośrednio na powierzchni zaprawy. Obok ugru zawiera dodatek niezidentyfikowanej bieli.
W żadnej z próbek nie wykryto spoiwa organicznego ani węglanów. Warstwy są kruche, niewykluczone, że oryginalne spoiwo uległo dezintegracji pod wpływem czynników atmosferycznych.
W próbkach 2, 3, 4, 5 i 9 na powierzchni znajdują się jasnożółte warstwy przemalowań. Są one grube, niekiedy błyszczące, dobrze związane z podłożem. Spoiwo w nich jest prawdopodobnie krzemianowe, jako pigment użyty został także ugier.
W próbce 10 nie znaleziono warstwy malarskiej.

1.4.2. Laboratorium konserwatorskie UMK w Toruniu
dr Zuzanna Rozłucka – badania i fotografie
dr Robert Rogal – konsultacja
Waldemar Grzesik – dokumentacja cyfrowa

Wyniki badań optycznych próbek z elewacji Hali Stulecia we Wrocławiu

Do badań przekazano pięć próbek warstw malarskich wraz z podłożem, które poddano badaniom wstępnym – obserwacji mikroskopowej oraz testom fizykochemicznym.

Następnie, dla określenia szczegółowej stratygrafii próbek wykonano przekroje poprzeczne, które poddano analizie porównawczej metodą mikroskopii standardowej VIS i fluorescencyjnej UV.

Badania zostały przeprowadzone na mikroskopie Nikon ECLIPSE E600 z zewnętrznym oświetlaczem halogenowym (obserwacja VIS) oraz z lampą rtęciową Nikon Super HB1010 i standardowym blokiem filtrów UV2A (obserwacja UV).

Wyniki badań dokumentują fotografie mikroskopowe powierzchni próbek oraz ich przekrojów poprzecznych, wykonane w świetle VIS i promieniach UV wraz z opisem układu i składu warstw malarskich oraz ich chronologii.

Próbka 4.(1)

Powierzchnia Próbki 4. (Il. 1.5) jest twarda, szklista i zabrudzona, w kolorze ugrowym. Oprócz cząstek ugrowych i bezbarwnych widać też czerwone. Zidentyfikowano pigmenty żelazowe.

Stratygrafia Próbki 4.(1) (Il. 1.6, 1.7, 1.8)

zaprawa cementowo-wapienna prawdopodobnie dwuwarstwowa, u dołu wypełniacz ma większe ziarno (Il. 1.6),

warstwa malarska w kolorze jasnougrowym, cząstki czerwonego pigmentu tworzą górną granicę (Il. 1.8); warstwa ma prawdopodobnie spoiwo wapienne,

warstwa malarska w kolorze ugrowym, trudno ocenić czy to warstwa wykonana w technice krzemianowej czy tylko utrwalona szkłem wodnym.

Próbka 6.(2)

Próbka 6. Powierzchnia próbki jest bardzo twarda, co wyróżnia ją spośród pozostałych. Powierzchnia Próbki 6. (Il. 1.9) jest jasnougrowa, szklista, zwarta. Zidentyfikowano pigmenty żelazowe.

Stratygrafia Próbki 6.(2) (Il. 1.10, Il. 1.11)

zaprawa cementowo-wapienna u dołu widać większe ziarna wypełniacza, wydaje się zawierać mniej spoiwa wapiennego niż Próbka 4,

warstwa malarska w kolorze jasnougrowym, o największej grubości spośród badanych, zidentyfikowano spoiwo wapienne.

Próbka 7.(3)

Powierzchnia Próbki 7. (Il. 1.12) jest dość jednorodna, jasnougrowa. Zaobserwowano zróżnicowanie w budowie tej próbki, wobec tego wykonano dwa przekroje poprzeczne i określono ich stratygrafię. Zidentyfikowano pigmenty żelazowe.

Stratygrafia Próbki 7. (Il. 1.13, Il. 1.14, Il. 1.15)

zaprawa cementowo-wapienna w jej strukturę wniknęła treść ugrowej warstwy malarskiej, jest to prawdopodobnie efekt działań wtórnych – czyszczenia (?), choć nie można wykluczyć wnikania w zaprawę wierzchniej warstwy malarskiej – ciemniejszej,

warstwa malarska w kolorze ugrowym, prawdopodobnie w spoiwie wapiennym,

warstwa malarska w kolorze ugrowym, ciemniejszym bardziej oranżowym, całość przykrywa przezroczysta warstewka lepiej widoczna w promieniach UV (trudno jest jednoznacznie określić jej charakter – wysolenia czy spoiwo krzemianowe?).

Stratygrafia Próbki 7’ (Il. 1.16, Il. 1.17, Il. 1.18)

Próbka 7’ ma całkowicie inną budowę niż pozostałe:

zaprawa wapienna o drobnym wyraźnie frakcjonowanym wypełniaczu, której powierzchnia została przesycona roztworem szkła wodnego, co dobrze widać w promieniach UV,

warstwa malarska w kolorze jasno-ugrowym prawdopodobnie o krzemianowym spoiwie.

Próbka 9.(4) (Il. 1.19)

Powierzchnia Próbki 9. w kolorze ugrowym, widać też cząstki czerwone i czarne.

Stratygrafia Próbki 9. (Il. 1.20, Il. 1.21, Il. 1.22, Il. 1.23)

zaprawa cementowo-wapienna o bardzo zróżnicowanej wielkości wypełniacza,

warstwa malarska w kolorze ugrowym o spoiwie wapiennym i pigmentach żelazowych, warstwa jest przetarta, na powierzchni widać wykwity soli – Il. 1.23 – w promieniach UV.

Próbka 10.(5) (Il. 1.24)

Powierzchnia Próbki 10. zróżnicowana, miejscami ma kolor ugrowy, a miejscami szary dlatego wykonano dwa przekroje poprzeczne:

Stratygrafia Próbki 10 (Il. 1.25, Il. 1.26, Il. 1.27)

zaprawa cementowo-wapienna jedynie z fragmentami ugrowej warstwy malarskiej,

szara transparentna warstwa – prawdopodobnie zabrudzona warstwa szkła wodnego.

Stratygrafia Próbki 10’ (Il. 1.28, Il. 1.29)

zaprawa cementowo-wapienna,

warstwa malarska w kolorze ugrowym zidentyfikowano pigmenty żelazowe i spoiwo krzemianowe, na powierzchni widać brunatno-szarą transparentną warstewkę jak wyżej, co jest czytelniejsze w UV, jest to prawdopodobnie warstwa szkła wodnego lub wysoleń.

Il. 1.5-29. Elewacja Hali Stulecia. Badania laboratoryjne próbek warstw malarskich wraz z podłożem.

1.5. Kolorystyka ścian zewnętrznych

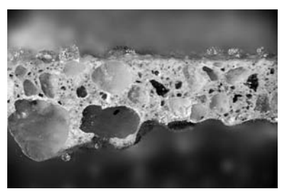
1.5.1. Czynniki mające wpływ na ogólny ton kolorystyki bryły Hali Stulecia

Czynniki mające wpływ na ton kolorystyczny bryły zewnętrznej to:

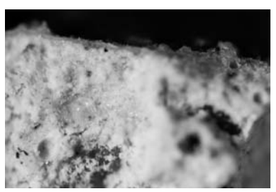
1. Kolor lokalny warstwy malarskiej

Powierzchnia Hali wystawiona jest na silne działanie warunków atmosferycznych, toteż zastosowana w wymalowaniach farba oparta na ugrze naturalnym uległa zróżnicowanym zmianom. Wypłukania, wysolenia, przemalowania, „przepalenie” słońcem ugru naturalnego w ugier palony, uszkodzenia mechaniczne to jedne z przyczyn

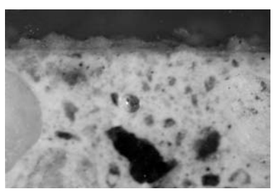
Il. 1.5.



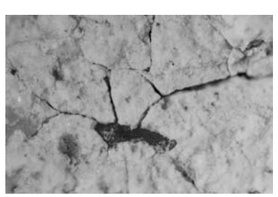
Il. 1.6.



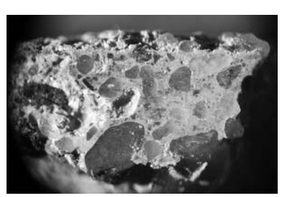
Il. 1.7.



Il. 1.8.

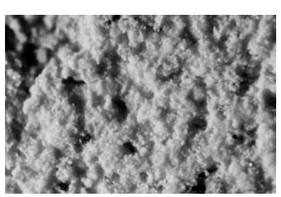


Il. 1.9.

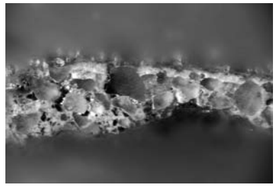


Il. 1.10.

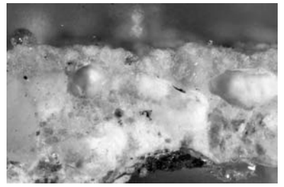
Il. 1.11.



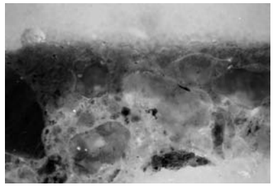
Il. 1.12.



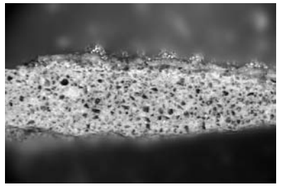
Il. 1.13.



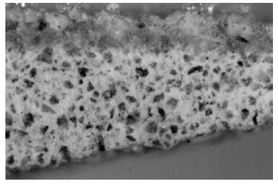
Il. 1.14.



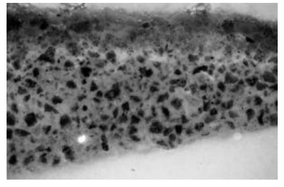
Il. 1.15.



Il. 1.16.

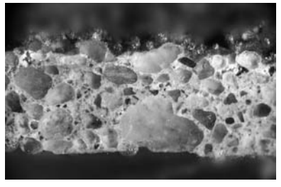


Il. 1.17.

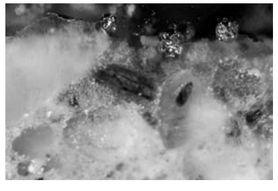


Il. 1.18.

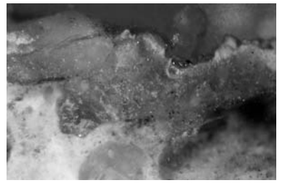
Il. 1.19.



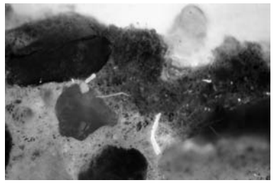
Il. 1.20.



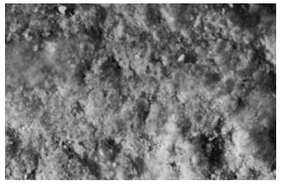
Il. 1.21.



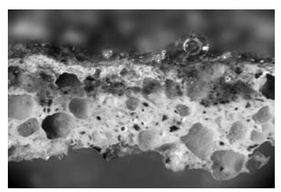
Il. 1.22.



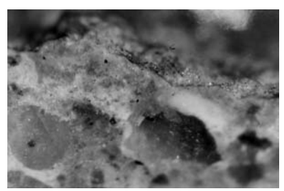
Il. 1.23.



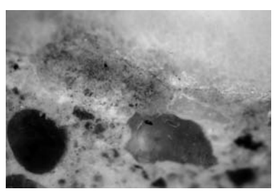
Il. 1.24.



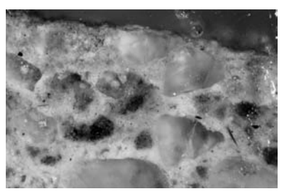
Il. 1.25.



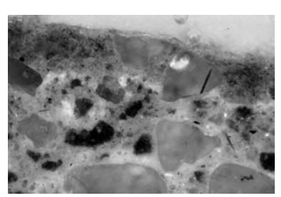
Il. 1.26.



Il. 1.27.



Il. 1.28.



Il. 1.29.

Il. 1.30.

„mżenia" kolorystycznego powierzchni ścian zewnętrznych obiektu.

2. Rodzaje wypełniacza

W trakcie budowy Hali zastosowano różne wypełniacze do wylewanych warstw betonu, co zróżnicowało fakturę jak i podstawowy ton kolorystyczny. W trakcie bieżących badań stwierdzono obecność wypełniacza bazaltowego, granitowego, kamieni o różnej granulacji, żwiru i piasku. Kolor, zagęszczenie i wielkość ziaren wypełniaczy, widocznych w wielu miejscach powierzchni ma poważne znaczenie w odbiorze kolorystycznym całej bryły.

3. Faktura powierzchni

Układ szalowania podkreślający podziały poszczególnych partii elewacji nadaje im wyraźny rytm. Charakterystyczna faktura powierzchni, bardzo często z widocznym odciskiem desek szalunku uzupełnia gamę czynników określających kolor lokalny.

4. Inne – w stopniu marginalnym (odciski, napisy)

Na powierzchni elewacji widoczne są odciski znaku firmy wykonawczej oraz inne historyczne znaki (np. napisy), będące śladami „życia" obiektu.

Il. 1.30. Znak firmy Dyckerhoff&Widmann, odcisk z deski szalowania elewacji. Fot. 2009.

1.5.2. Omówienie kolorystyki ścian zewnętrznych Hali Stulecia

Ściany zewnętrzne pomalowano bezpośrednio na powierzchni betonu w kolorze ugrowym, lub lokalnie na zaprawie wapiennej w kolorze ugrowym. W 2009 roku powierzchnia posiadała wiele uszkodzeń i uzupełnień, była też mocno zabrudzona, co w konsekwencji prowadziło do zakłócenia pierwotnego odbioru kolorystyki Hali Stulecia.

Z pierwotnej stolarki okiennej wykonanej z drewna o charakterystycznym odcieniu barwnym – ciepła czerwień, zachowały się głównie ramy okienne. W wymienionych okiennicach starano się uzyskać odcień struktury czer-

Il. 1.31.

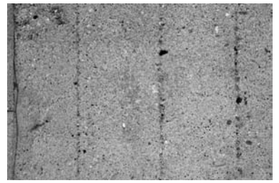
wonego drewna przez położenie pierwszej warstwy podkładowej białej, a następnie naniesienie półprzeźroczystej warstwy lakieru barwnego (odcień czerwono-brązowy). Metalowe zewnętrzne klamki i uchwyty w pierwszej warstwie pomalowane w kolorze ciepłego ugru farbą olejną. Powierzchnia metalu przed pomalowaniem została pierwotnie zabezpieczona ciemną powłoką olejno-żywiczną.
Drewniane drzwi zewnętrzne i tablice informacyjne posiadają wspólny z pierwotną stolarką okienną odcień ciepłej czerwieni.
Podsumowując należy podkreślić, iż na końcowy efekt kolorystyczny elewacji Hali Stulecia wpływa wiele czynników, nie tylko kolor lokalny. Kolor warstwy malarskiej współgra z widocznymi ziarnami wypełniaczy oraz fakturą podziałów elewacji jak również odcisków szalunków.

Il. 1.31-32. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Kolor rzeczywisty i zależny od warunków pogodowzch.

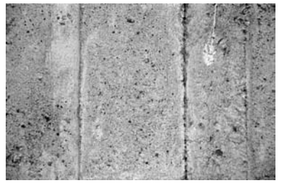
Il. 1.33-35. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Kolor rzeczywisty, stan w różnych partiach elewacji.

Il. 1.36-38. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Kolor rzeczywisty, stan w różnych partiach elewacji.

Il. 1.32.



Il. 1.33.



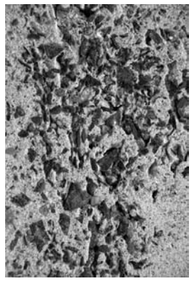
Il. 1.34.

Il. 1.35.

Il. 1.36.

Il. 1.37.

Il. 1.38.

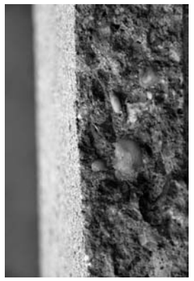


Il. 1.39.

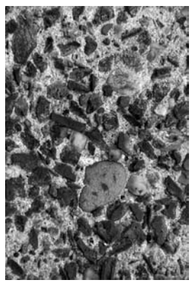
Il. 1.40.

Il. 1.41.

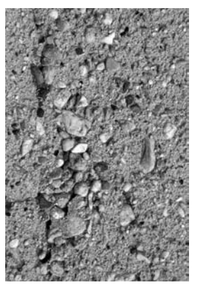
Il. 1.42.



Il. 1.43.



Il. 1.44.



Il. 1.45.

Il. 1.46.

Il. 1.47.

Il. 1.48.

Il. 1.49.

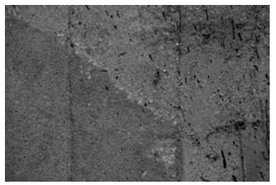
Il. 1.50.

Il. 1.51.

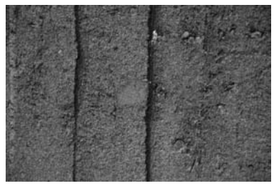
Il. 1.52.

Il. 1.53.

Il. 1.54.



Il. 1.55.



Il. 1.56.

Il. 1.57.

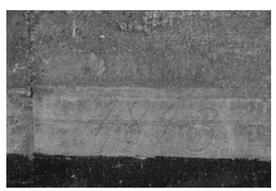
Il. 1.58.

Il. 1.59.

Il. 1.60.

Il. 1.61.

Il. 1.62.



Il. 1.63.

Il. 1.64.

Il. 1.39-42. Zewnętrzne ściany betonowe przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Wypełniacze: grys bazaltowy, granitowy i kwarcowy; widoczny także dodatek drewna.

Il. 1.43-46. Zewnętrzne ściany przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Wypełniacze: grys bazaltowy, kamienie o różnej granulacji, żwir, piasek.

Il. 1.47-50. Zewnętrzne ściany betonowe przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Wypełniacze: grys bazaltowy, kamienie o różnej granulacji, żwir, piasek.

Il. 1.51-54. Zewnętrzne ściany betonowe przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Układ szalunku związany z wydzieloną partią elewacji.

Il. 1.55-57. Zewnętrzne ściany betonowe przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Faktura związana z układem szalowania i łączeniem szalunków oraz fakturą wypełniacza.

Il. 1.58-61. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Faktura powierzchni z odciśniętą formą układu desek szalunku.

Il. 1.62-64. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka przed rozpoczęciem prac w 2009 roku. Odcisk znaku firmy Dyckerhoff&Widmann, historyczne napisy na powierzchni ścian.

Il. 1.65-68. Okna i okucia przed rozpoczęciem prac w 2009. Zachowane pozostałości pierwotnego koloru okien w zestawieniu z kolorem drzwi i okien nadanym w trakcie prac remontowych w 2004.

Il. 1.69-72. Okna i okucia przed rozpoczęciem prac w 2009. Zawiasy okien elewacji.

Il. 1.73-75. Okna i okucia przed rozpoczęciem prac w 2009. Klamki okien elewacji.

Il. 1.76-78. Uszkodzenia i wtórne reperacje elewacji, stan 2009. Korozja zbrojeń i odspojenia betonu.

Il. 1.79-81. Uszkodzenia i wtórne reperacje elewacji, stan 2009. Korozja zbrojeń i odspojenia betonu.

Il. 1.82-84. Uszkodzenia i wtórne reperacje elewacji, stan 2009. Korozja zbrojeń i odspojenia betonu.

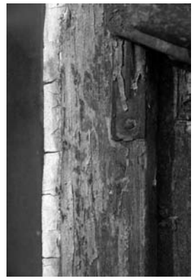
Il. 1.85-87. Uszkodzenia i wtórne reperacje elewacji. Korozja zbrojeń, odspojenia zaprawy i warstwy malarskiej oraz uszkodzenia biologiczne.

Il. 1.88-90. Uszkodzenia i wtórne reperacje elewacji. Ubytki struktury betonu (otwory po pociskach) i przetarcia warstwy malarskiej.

Il. 1.91-93. Uszkodzenia i wtórne reperacje elewacji. Korozja zbrojeń, pęknięcia i niewłaściwe wypełnienia ubytków.

Il. 1.65.

Il. 1.66.



Il. 1.67.

Il. 1.68.

Il. 1.69.

Il. 1.70.

Il. 1.71.

Il. 1.72.

Il. 1.73.

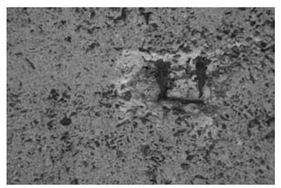
Il. 1.74.

Il. 1.75.

Il. 1.76.

Il. 1.77.

Il. 1.78.



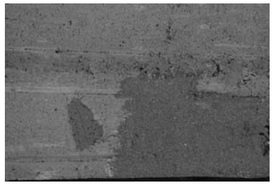
Il. 1.79.

Il. 1.80.

Il. 1.81.

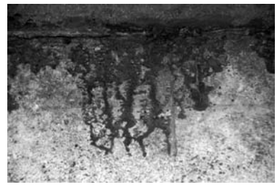
Il. 1.82.

Il. 1.83.



Il. 1.84.

Il. 1.85.

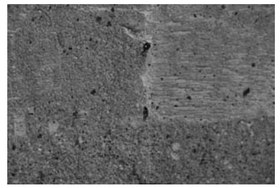


Il. 1.86.

Il. 1.87.

Il. 1.88.

Il. 1.89.



Il. 1.90.

Il. 1.91.

Il. 1.92.

Il. 1.93.

1.6. Zestawienie kolorystyki

W porozumieniu z dr arch. Leszkiem Konarzewskim ustalono, iż wstępne zestawienie kolorystyki zostanie określone na podstawie odniesienia odsłoniętych pierwotnych kolorów do palety barwnej zawartej we wzorniku NCS (Natural Color System®). Dla szerszego odniesienia porównano także badane warstwy do palety KEIM – historisch.

Przedstawiony poniżej zestaw wybranych kolorów z wzorników odpowiada w przybliżeniu tonacji barwnej pierwowzoru, jest to jednak wartość przybliżona. Należy tu także podkreślić, iż warstwy malarskie nie zachowały się w stanie idealnym. Znajdujące się przez kilkadziesiąt lat pod wpływem zmiennych warunków atmosferycznych warstwy uległy przemianom fizyko-chemicznym powodującym lokalne zmiany barwne. Niemal w każdej pobranej próbce barwa pierwotna wygląda nieco odmiennie. Ostatecznie w procesie malowania należy przeprowadzić próby kolorystyczne, które powinny zostać zweryfikowane komisyjnie. Na właściwy efekt końcowy wpływa nie tylko dobór odpowiedniego koloru, lecz także odpowiednia technologia użycia farb, jak i w nie mniejszym stopniu przygotowanie powierzchni przeznaczonej do opracowania końcowego.

W pierwotnym opracowaniu malarskim w Hali stosowane powłoki nakładane były stosunkowo cienko lub półprzejrzyście. Należy zatem dostosować współczesną technologię malarską do realizowanej kilkadziesiąt lat temu.
UWAGA:
Poniżej przedstawiono wybór kolorów z wzorników, odpowiadających lokalnej kolorystyce elewacji. Nie jest możliwe określenie jednego koloru odpowiadającego zachowanym fragmentom. Dlatego też końcowy dobór koloru powinien zostać poprzedzony próbami w obiekcie, dążącymi do zastosowania właściwego odcienia farby, jej gęstości oraz techniki jej położenia.

1. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka

NCS	S 0520 – Y20R
KEIM – historisch	35 H 54 (Farbreihe 35 Goldocker)

także:

NCS	S 0510 – Y30R
NCS	S 0530 – Y10R
NCS	S 1020 – Y20R
NCS	S 1010 – Y20R
NCS	S 1020 – Y30R
NCS	S 2020 – Y30R
KEIM – historisch	35 H 52 (Farbreihe 35 Goldocker)
KEIM – historisch	35 H 56 (Farbreihe 35 Goldocker)
KEIM – historisch	37 H 52 (Farbreihe 37 Ocker grünlich)
KEIM – historisch	37 H 54 (Farbreihe 37 Ocker grünlich)

2. Zewnętrzna stolarka okienna wraz z akcesoriami
stolarka zewnętrzna

NCS	S 4050 – Y80R

także:

NCS	S 4030 – Y60R
NCS	S 5040 – Y70R
NCS	S 6030 – Y60R

klamki, zawiasy

NCS	S 1010 – Y10R

Wydaje się, możliwe zastosowanie koloru pierwszej, ciemnej warstwy zabezpieczającej.

1.7. Uszkodzenia i wtórne reperacje ścian zewnętrznych Hali Stulecia
Jak już wcześniej wspomniano właściwy odbiór kolorystyki bryły zewnętrznej Hali zakłóca szereg czynników, a do podstawowych należą:

Il. 1.94.

1. Zabrudzenia powierzchniowe.
2. Uszkodzenia mechaniczne i fizyko-chemiczne struktury i powierzchni elewacji.
3. Przemalowania powierzchni.
4. Wielokrotne reperacje pęknięć i drobnych ubytków struktury ścian zewnętrznych.
5. Uszkodzenia biologiczne.
6. Destrukcja struktury i koloru ram okiennych oraz ich akcesoriów.
7. Wtórne przeszklenia.

Zróżnicowanie pojawiających się uszkodzeń przedstawiono na fotografiach.
Wszystkie wtórne wypełnienia w zasadniczy sposób różniły się od oryginalnego opracowania zarówno kolorem i fakturą oraz techniką i technologią wykonania. W większości wypadków były nietrwałe, także źle zachowane.

Przeprowadzone w 2009 roku badania stały się podstawą do realizacji prac remontowo-konserwatorskich przy elewacji zewnętrznej Hali Stulecia. Uzyskane rezultaty spełniły wszelkie założenia i oczekiwania co potwierdziły przeprowadzone w czerwcu 2016 roku oględziny.

Il. 1.94-95. Hala Stulecia – wejście główne z Salą Cesarską. Stan w marcu 2009 przed rozpoczęciem prac remontowo-konserwatorskich i stan zakonserwowanej elewacji w czerwcu 2016.

Il. 1.95.

Il. 1.96-97. Hala Stulecia – fragment elewacji południowej. Stan w marcu 2009 przed rozpoczęciem prac remontowo-konserwatorskich i stan zakonserwowanej elewacji w czerwcu 2016.

2. Rozpoznanie konserwatorskie pierwotnej kolorystyki elementów architektury wnętrza Hali Stulecia we Wrocławiu

2.1. Dane dotyczące obiektu

– rodzaj: elementy architektury Hali Stulecia: kuluary i sale parteru, wejście główne, konstrukcja świetlików
– autor: architekt Max Berg, firma wykonawcza Dyckerhoff&Widmann
– czas powstania: projekt lata 1910-11, prace budowlane 1912 r., uroczyste otwarcie maj 1913 r., remont i rozbudowa lata trzydzieste XX w., remont 1948 i remonty bieżące w latach następnych, gruntowny remont wnętrza 2011.
– materiał i technika: wylewany beton (ze zbrojeniami), narzuty cementowo-wapienne, sztablatury i listwy gipsowe, wymalowania, elementy drewniane i metalowe oraz okładziny schodów, drzwi oraz stolarka okienna, metalowe elementy konstrukcji świetlika oraz jego warstwy wymalowań olejnych
– wymiary i funkcje: określone w projekcie technicznym fragmentu Hali dotyczącym niniejszego opracowania

Il. 1.96.

Il. 1.97.

2.2. Realizacja rozpoznania konserwatorskiego

Zakładana metodyka prac dla rozpoznania konserwatorskiego oraz określenia pierwotnej kolorystyki kuluarów, sal parteru oraz wejścia głównego Hali Stulecia we Wrocławiu, została opracowana na podstawie dotychczas realizowanych prac o zbliżonym zakresie. Przeprowadzono konsultacje w celu ustalenia zakresu zadania z MKZ we Wrocławiu, projektantem prac remontowo-konserwatorskich, dr Jerzym Ilkoszem dyr. Muzeum Architektury oraz przedstawicielami Hali Stulecia.
Po przeprowadzeniu wstępnej analizy stanu zachowania i budowy technicznej obiektu ustalono, iż w trakcie czynności związanych z opracowaniem rozpoznania konserwatorskiego dla zabytkowych elementów parteru w Hali Stulecia zostaną przeprowadzone następujące działania:

1. Wykonanie wstępnej dokumentacji fotograficznej.
2. Przeprowadzenie pomiarów wytypowanych partii przeznaczonych do badań.
Dane inwentaryzacyjne i wymiary hali podana za inwentaryzacją budynku opracowanych przez Autorską Pracownię Projektową – Konarzewscy s.c.
3. Analiza stanu zachowania i przyczyn zniszczeń badanych fragmentów (wpływ czynników niszczących na pierwotną kolorystykę).
4. Wykonanie odkrywek stratygraficznych w wytypowanych partiach ścian, sufitów, schodów, balustrad.
5. Opracowanie zebranego materiału, w tym uzyskanych wyników badań stratygraficznych.
6. Określenie pierwotnego opracowania kolorystycznego w odniesieniu do obecnych wzorników kolorystycznych.

W ramach prac odkrywkowych w Hali Stulecia wykonano około 150 sond odkrywkowych i stratygraficznych w wytypowanych obszarach charakteryzujących temat przedsięwzięcia. Określono budowę techniczną i ogólny stan zachowania przewidywanych do remontu fragmentów budowli. Odsłonięte fragmenty zarejestrowano na fotografiach i usystematyzowano dostosowując do typów elementów architektury:

1. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru
2. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru
3. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów
4. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami
5. Świetliki kuluarów i sal parteru – konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna
6. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka
7. Zewnętrzna stolarka okienna i drzwiowa wraz z akcesoriami

Określono jakość poszczególnych warstw chronologicznych i ich kolorystykę. Po uzgodnieniu z projektantem prac remontowo-konserwatorskich ustalono, iż rodzaj kolorów zostanie oznaczony na podstawie porównania z uniwersalnym wzornikiem kolorów NCS. Ze względu na skromne możliwości oddania zróżnicowania kolorystycznego we wzornikach kolorów, dla uzupełnienia informacji odniesiono także odsłonięte barwy warstw do wzornika firmy Keim (Keim – historisch).
Końcowe zestawienie oceny kolorystycznej zostało przedstawione w rozdziale Zestawienie kolorystyki pierwotnej.

2.3. Technika i technologia

2.3.1. Stratygrafia

Tab. 1. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru (zestawienie zbiorcze):

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	jasno-żółty	X – 2011	warstwa barwna o szorstkiej fakturze
1.	ciemno-beżowy	IX	warstwa barwna
2.	różowo-ugrowy	VIII	warstwa barwna
3.	biały	VIII	warstwa podkładowa
4.	szaro-ugrowy	VII	warstwa barwna
5.	szaro-biały	VI	warstwa barwna
6.	jasnoniebiesko-szary	V	warstwa barwna
7.	jasno-szary	IV	warstwa barwna
8.	biały	IV	warstwa podkładowa
9.	żółto-oranżowy	III	warstwa barwna
10.	biały	III	warstwa podkładowa
11.	złocisto-ugrowy	I-II	sztablatura gipsowa barwiona, szlifowana lub warstwa barwna
12.	szary	I-II	zaprawa cementowo-wapienna
13.	ciemno-szary	I	elementy konstrukcji ze zbrojeniami

W kuluarach występuje także warstwa zieleni jako I warstwa przemalowania.

W holu wejściowym i przedsionku na wprost wejścia na dawne organy (hol pozbawiony w dolnej partii okładziny kamiennej) występuje także warstwa czerwieni jako I warstwa przemalowania.

Tab. 2. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru (zestawienie zbiorcze):

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	biały	VI – 2011	warstwa barwna
1.	biały	V	warstwa barwna
2.	biało-ugrowy	IV	warstwa barwna
3.	jasno-szary	III	warstwa barwna
4.	szary	III	warstwa zacierki gipsowej
5.	biało-szaro-ugrowy	I-II	warstwa barwna
6.	biało-ugrowo-szary	I-II	sztablatura gipsowa, szlifowana
7.	szary	I	zaprawa cementowo-wapienna
8.	ciemno-szary	I	elementy konstrukcji ze zbrojeniami

Tab. 3. Listwy przyścienne schodów (zestawienie zbiorcze):

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	ciemno-niebiesko-szary	V – 2011	warstwa barwna
1.	czerwony-ciemny	IV	warstwa barwna
2.	brązowo-szary	III	warstwa barwna
3.	czerwono-brązowy	II	warstwa barwna
4.	ciemno-niebiesko-szary	I	warstwa barwna
5.	odcień ugrowo-brązowy	I	listwa drewniana, dębowa

Tab. 4. Stolarka drzwiowa, balustrady drewniane schodów (zestawienie zbiorcze):

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	ciemno-czerwono-brązowy	V – 2011	warstwa barwna
1.	czerwony-ciemny lub brązowy ciemny	IV	warstwa barwna
2.	jasno-szary		warstwa barwna
3.	zielony		warstwa barwna
4.	ugrowy	III	warstwa barwna
5.	biały	II	warstwa podkładowa
6.	ciemno-czerwono-brązowy	I	warstwa barwna półprzeźroczysta
7.	odcień ugrowo-jasny	I	drewno sosnowe

2.4. Budowa techniczna i zestawienie użytych materiałów

2.4.1. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru
Konstrukcja z betonu zbrojonego, częściowo narzuty cementowo-wapienno-piaskowe, sztablatury gipsowe o grubości 3-4 mm, barwione w masie w kolorze złotego ugru i szlifowane, powierzchnia prawdopodobnie zabezpieczana spoiwem. W naroża ścian wstawione metalowe wzmocnienia. Narożniki ścian wewnętrznych kuluarów przy zejściu schodów (obudowa kanałów) wykonane z desek drewnianych oraz siatki metalowej (motyw krzyżykowy) gruntowanych jasną farbą, finalnie opracowanych w kolorze dostosowanym do koloru ścian głównych.
Ściany pozbawione warstwy sztablatury malowane podkładowo na biało, warstwa wykończeniowa w tonie złotego ugru.
Pierwsza warstwa pasa odkopnikowego w dolnej części ścian wymalowana do wysokości 15 –16 cm od poziomu obecnej posadzki (linia naniesiona ołówkiem kopiowym); warstwa ta została wykonana w kolorze zielonym.

2.4.2. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru
Konstrukcja z betonu zbrojonego, płaszczyzny malowane w kolorze bieli (lekko przełamanej, w tonie ciepłym) oraz w holu (pierwotny sufit kasetonowy) w kolorze ugru.
Sufity podwieszane grubość ok. 5 cm, wykonane na bazie kratownicy z prętów zbrojeniowych – stalowych, wypełnienie struktury w narzucie cementowo-wapienno-piaskowym, zaczepy z prętów ø 5 mm, osadzone w pierwotnym suficie betonowym związane z elementami zbrojenia płyty w rzędach, co ok. 50 cm, zewnętrzny narzut gipsowy o grubości 3-4 mm. Płaszczyzna sufitu malowana w kolorze lekko przełamanej bieli, w tonie ciepłym; profilowany uskok pomiędzy sufitem a świetlikiem malowany w kolorze złotego ugru (jak ściany).
W sufitach osadzone okrągłe lampy z jednostronnie matowioną szybą o grubości 5 mm, ø szyby ok. 44 cm; wewnętrzny ekran odbijający w kształcie misy, z blachy emaliowanej na biało, ustawiony na dwóch wspornikach z płaskownika; zewnętrzna oprawa z profilowanej blachy miedzianej powlekanej powłoką mosiądzu przytwierdzona do sufitu na śruby 3-5 szt.

2.4.3. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów
Schody posadowione na konstrukcji żelbetowej, posiadają drewniane stopnice o zaokrąglonych krawędziach przy spoczniku oraz przy biegu dolnym. Podstopnice licowane okładziną o grubości ok. 3 mm lakierowaną lakierem bezbarwnym. Płaszczyzna stopnicy pokryta okładziną z zielonego gumoleum (gr. ok. 3 mm) na podkładzie jutowym, przyklejona do podłoża; wystająca krawędź stopnicy – „nosek" profilowany z przytwierdzonym grubszym ok. 7-10 mm pasem szarego gumoleum.
Balustrady drewniane z profilowanej listwy, malowane lakierem półprzeźroczystym w kolorze ciemnej czerwieni, podobnie do drewnianych poręczy przyściennych. Balustrady metalowe w schodach prowadzących na dawne organy oraz w holu głównym (o różnej konstrukcji) pomalowane w kolorze ciemno-niebiesko-szarym. Obie balustrady w holu głównym posiadają miedziane, mosiądzowane poręcze o owalnym profilu.
Listwy przyścienne schodów wykonane z dębiny, dopasowane indywidualnie do form schodów, malowane w pierwszej warstwie na kolor ciemno-niebiesko-szary.

2.4.4. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami
Drzwi drewniane w kuluarach o prosto profilowanej formie malowane w kolorze ciemnej czerwieni, osadzone na zawiasach malowanych podobnie jak klamki w kolorze czerni.
Drzwi drewniane w holach malowane podobnie, posiadają uchwyty metalowe, chromowane – błyszczące.

2.4.5. Świetliki kuluarów i sal parteru – konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna
Konstrukcja nośna świetlików wykonana z dwuteowników oraz płaskowników, osadzona w otworze sufitu; profile stalowe wewnętrzne malowane (zabezpieczane) czerwoną farbą miniową. Listwy wewnętrzne malowane w kolorze ciepłej bieli farbą olejną; listwy zewnętrzne posiadają, poza miniową warstwą antykorozyjną, jako pierwszą warstwę olejną powłokę w kolorze ciemnej, ciepłej szarości.
Wydaje się, iż pierwotne oszklenie świetlików wykonane było ze szkła przeźroczystego zbrojonego (gęsta siatka zbrojenia ok. 5 mm), o lekko nierównej powierzchni (szyby zachowane w niektórych trójkątnych ścianach bocznych). Zewnętrzne ściany boczne wyposażone w otwierane okienka wentylacyjne; uchylność których regulowana na metalowym półokrągłym ramieniu zakończonym kulką.

2.4.6. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka
Wykonane ze zbrojonego betonu z bardzo zróżnicowanym wypełniaczem (żwir o różnej granulacji, piasek). Beton wylewany w szalunkach – intencyjnie pozostawione odciski desek szalunku. Cała powierzchnia malowana w kolorze złotego ugru. Należy przyjąć, iż pierwotna kolorystyka ścian uległa pewnej zmianie wskutek przemian fizyko-chemicznych zachodzących w żółtych pigmentach żelazowych, spowodowanych oddziaływaniem światła i temperatury (przepalanie ugru).

2.4.7. Zewnętrzna stolarka okienna i drzwiowa wraz z akcesoriami
Pierwotna stolarka wykonana z egzotycznego drewna eukaliptusa obrzeżnego (*Eucaliptus marginata*), niem. *Jarrahholz*, importowanego z Australii, posiadającego w strukturze odcień czerwono-oranżowy. Oryginalne elementy stolarki okiennej zachowały się w ramach okiennych, częściowo w skrzydłach okiennych i drzwiach. Drewno lakierowano powłoką przeźroczystą. Wtórne, powojenne skrzydła okienne dla upodobnienia do drewna ram pomalowano podkładowo w kolorze bieli, a następnie lakierowano półprzeźroczystą warstwą w kolorze ciepłej czerwieni.
Żeliwne klamki i okuci malowane były w pierwszej warstwie barwnej farbą olejną w kolorze złotego ugru.

2.5. Stan zachowania
W trakcie rozpoznania przeprowadzono analizę stanu zachowania poszczególnych partii obiektu.
Wiele elementów architektury intensywnie użytkowanej Hali Stulecia znajduje się obecnie w złym stanie.
Do podstawowych czynników niszczących zaliczyć można:
wady materiału pierwotnego oraz zróżnicowana lokalnie technologia przygotowania materiału;
czynnika naturalne: promieniowanie słoneczne, woda opadowa, przemarzanie;
naturalne zmiany starzeniowe użytych pierwotnie materiałów np. osadzanie kurzu i brudu, zmiany wymiarowe, pękanie;
zmiany przestrzeni (reorganizacja), zmiany funkcji pomieszczeń, wymiana elementów pierwotnych i wprowadzenie elementów współczesnych (niekorzystne zmiany estetyczne i techniczne, np. okna, ściany działowe, grzejniki);
uszkodzenia fizyko-chemiczne: zawilgocenia spowodowane uszczelnieniem ścian i sufitów w wyniku wielokrotnego ich przemalowania, rozwarstwienia i spękania, łuski;
uszkodzenia mechaniczne: uderzenia, przetarcia, wyłamania, powtarzające się obciążenia (schody), ubytki po-

szczególnych elementów (np. uchwyty w drzwiach), zrywanie warstw w trakcie przygotowania nowych ekspozycji;
zmiany estetyczne: wprowadzanie nowych warstw wymalowań bez usunięcia poprzednich warstw wtórnych, nieodpowiednie opracowanie powierzchni, niekorzystne zmiany kolorystyczne (niezgodność z pierwowzorem) i zastosowanie zróżnicowanych materiałów wtórnych (np. oszklenie świetlika).
Poza intensywnym użytkowaniem obiektu (co w przypadku Hali jest zjawiskiem założonym i przewidywanym), poważne uszkodzenia nastąpiły w okresie II Wojny Światowej.
Wszystkie elementy architektury i wyposażenia Hali były wielokrotnie naprawiane i malowane. Pierwsze poważne przekształcenia nastąpiły w latach trzydziestych XX w., kiedy to wprowadzono podwieszone sufity, okładziny wapienne holi, część sztablatur gipsowych. Realizacja ta wykonana przez Richarda Konwiarza, dawnego współpracownika Maxa Berga, nie była korzystna dla wyglądu wnętrza. Należy ją zaliczyć do historycznego cyklu zmiany wystroju wnętrza.
W dalszym okresie cała powierzchnia ścian, filarów i sufitów kuluarów, sal, holi, także stolarki okiennej i drzwiowej była kilkanaście razy przemalowana (bez usunięcia warstw poprzednich). Uszczelnienie płaszczyzn prowadzi do długotrwałego zawilgocenia oryginalnego opracowania, a znaczne zwiększenie grubości warstw wymalowania do odspajania się całej struktury warstw wtórnych od pierwotnego podłoża. Powłoki te, o znacznej grubości spowodowały także deformację form pierwotnych, poza oczywistą zmianą pierwotnej kolorystyki.
Jednym z podstawowych wskazań konserwatorskich dla prowadzonych remontów jest zwrócenie uwagi na konieczność usunięcia warstw wtórnych i prawidłowe przygotowanie struktury oraz opracowanie powierzchni przed jej końcowym wymalowaniem. Nie należy stosować powłok uszczelniających.
W trakcie prowadzenia prac odkrywkowych, po usunięciu wtórnych powłok odsłonięto warstwy pierwotne, zachowane stosunkowo dobrze.
Wielokrotne naprawy, zwiększenie ilości widocznych wtórnych elementów (drzwi, ścianki, instalacje, lampy, grzejniki itp.), także reklamy i znaki informacyjne powodują chaos estetyczny, utrudniający prawidłowy odbiór pierwotnych walorów zabytkowej budowli. Niepokój w odbiorze charakteru wnętrza miał także stan i wygląd posadzki w kuluarach, wymagającej kompleksowego i docelowego opracowania. Ubytki drobnych elementów stolarki, niewłaściwy wygląd powierzchni wtórnych warstw oraz zaburzenia kolorystyczne uzupełniały listę niekorzystnych zjawisk w zabytkowym wnętrzu.
Osobnym, poważnym problemem był stan zachowania konstrukcji żelbetowej ścian zewnętrznych, problem który wymagał indywidualnego opracowania.

2.6. Omówienie kolorystyki elementów architektonicznych

2.6.1. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru
Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 1. Pierwsze warstwy zarówno wykonane na podłożu betonu, jak i sztablatury gipsowe posiadają barwę złotego ugru, o dość intensywnym odcieniu. W przypadku podłoży betonowych i fragmentów ścian wykonanych z desek, pierwsza warstwa podkładowa wykonana została w bieli. Listwa odkopnikowa w trakcie kolejnych remontów malowana była do innej wysokości, w różnych kolorach począwszy od zieleni, także czerni skończywszy na szarości. Interesujące jest, iż w drugiej chronologicznie warstwie, ściany kuluarów pomalowano na kolor zielony. Pierwotny kolor złotego ugru pojawia się także w odkrywkach wykonanych na profilowanych listwach sztukatorskich na zewnętrznych ścianach kuluarów oraz górnych częściach ścian w holach (kolor ścian dopasowany do odcienia okładziny kamiennej). W odkrywkach na ścianach holu tylnego (prowadzącego na dawne organy) oraz przedsionku w warstwie drugiej stwierdzono obecność czerwieni żelazowej o zimnym odcieniu. Specyficzną, znaczną grubość warstw wtórnych stwierdzono w holu głównym, tu pojawiają się we wtórnych warstwach dodatkowe kolory brązów, czerwieni z podziałem na strefy.

2.6.2. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru
Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 2. Pierwsze warstwy barwne na odsłoniętych betonowych sufitach kuluarów (przestrzeni zewnętrzne) wykonano w tonie przełamanej bieli. Widok betonowych sufitów kuluarów w zamkniętych podwieszanym sufitem przestrzeniach ujawnia powierzchnie także pomalowane na biało. Natomiast betonowy, kasetonowy ukryty sufit w holu głównym posiada wymalowanie w kolorze ugrowym zgodnym z kolorem ścian zewnętrznych. Wszystkie podwieszone sufity, jak i sufity kasetonowe w pozostałych holach i salach wymalowano w kolorze przełamanej bieli (ciepły odcień). Kolor ten jest zgodny z odcieniem metalowych listew świetlika i małych okienek w przedsionku holu bocznego. Z pewnością biała farba we wnętrzu sufitu kuluarów pochodzi sprzed wykonania podwieszanego sufitu gipsowego, bowiem znaleziono na niej pomocnicze linie osadzenia haków montażowych łączących sufit betonowy ze zbrojeniem sufitu gipsowego.
Należy także podkreślić świetną jakość wykonanych na początku XX w. podłoży gipsowych, zarówno na powierzchniach ścian jak i kasetonowych sufitach trzech holi (poza holem głównym). Półokrągłe sufity nad klatkami schodowymi w bocznych częściach holu głównego posiadają także sufity gipsowe, łączenie ze ścianą uzupełnia faseta.

2.6.3. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów
Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 3 i 4. Drewniane stopnice schodów wykładane gumoleum o żywym zielony odcieniu (dwukrotnie przemalowane farbami olejnymi), w częściach wystających posiadają szarą listwę okładzinową o zwiększonej grubości, wpasowaną w potrójną fazę (poprzeczne frezowanie) w listwie stopnicy. Podstopnice okleinowane grubym fornirem sosnowym w naturalnym odcieniu drewna, powlekane lakierem przeźroczystym (bezbarwnym). Balustrady metalowe oraz listwy przyścienne w pierwszej zachowanej warstwie barwnej posiadają kolor ciemno-niebiesko-szary. Balustrady drewniane schodów bocznych i poręcze drewniane wielokrotnie przemalowane pierwotnie powlekane półprzeźroczystą warstwą w tonie ciemnej czerwieni (odcień zgodny z kolorem stolarki drzwiowej). Kolejne, wtórne warstwy wymalowań zmieniają pierwotny układ barwny, pojawiają się biele, szarości, zielenie. Metalowa balustrada schodów w holu głównym posiada także pierwszą warstwę w kolorze ciemno-niebiesko-szarym. Poręcze wykonane z blachy miedzianej pierwotnie mosiądzowane, są obecnie lokalnie uszkodzone mechanicznie i mocno przetarte.

2.6.4. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami
Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 4. Pierwotnie starannie opracowaną powierzchnię drewna pomalowano półprzeźroczystym lakierem barwnym w kolorze ciemnej czerwieni. Układ warstw wtórnych zbliżony do ujawnionego na drewnianych balustradach schodów. Znaczna część drzwi poddawana była zabiegom usuwania warstw malarskich za pomocą szlifierki oscylacyjnej, przy zastosowaniu gruboziarnistego papieru ściernego. Następnie drewno pomalowano półprzeźroczystym lakierem barwionym w tonie brązowym. Pierwotne uchwyty z lekkiego metalu były powlekane cienką błyszczącą powłoką metalu (chromowanie).

2.6.5. Świetliki kuluarów i sal parteru – konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna
Wewnętrzne listwy świetlików malowane w pierwszej warstwie na kolor przełamanej bieli (ciepły odcień). Meta-

lowa konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna zabezpieczona antykorozyjnie farbą miniową malowana w pierwszej warstwie barwnej w kolorze ciepłej, szarości. Następnie kilkakrotnie przemalowana (czerń, czerwień, szarość, jasna – szarość, zieleń szmaragdowa, zieleń ciepła).

2.6.6. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka
Ściany zewnętrzne pomalowano bezpośrednio na powierzchni betonu w kolorze ugrowym.

2.6.7. Zewnętrzna stolarka okienna i drzwiowa wraz z akcesoriami
Z pierwotnej stolarki okiennej wykonanej z drewna o charakterystycznym odcieniu barwnym – ciepła czerwień, zachowały się głównie ramy okienne. W wymienionych okiennicach starano się uzyskać odcień struktury czerwonego drewna przez położenie pierwszej warstwy podkładowej białej, a następnie naniesienie półprzeźroczystej warstwy lakieru barwnego (odcień czerwono-brązowy). Metalowe zewnętrzne klamki i uchwyty w pierwszej warstwie pomalowane w kolorze ciepłego ugru farbą olejną.
Drewniane drzwi zewnętrzne i tablice informacyjne posiadają wspólny z pierwotną stolarką okienną odcień ciepłej czerwieni.

2.7. Zestawienie kolorystyki pierwotnej

Wstępne zestawienie kolorystyczne zostało określone na podstawie odniesienia odsłoniętych pierwotnych barw do palety barwnej zawartej we wzorniku NCS (Natural Color System®). Dla szerszego odniesienia porównano także badane warstwy w porównaniu do palety KEIM – historisch.
Przedstawiony poniżej zestaw wybranych kolorów z wzorników odpowiada w przybliżeniu tonacji barwnej pierwowzoru, jest to wartość przybliżona. Należy tu jednak podkreślić, iż odsłaniane warstwy pierwotne w stosunkowo niewielkich odkrywkach nie zachowały się w stanie idealnym. Znajdujące się przez kilkadziesiąt lat pod wtórnymi warstwami uległy przemianom fizyko-chemicznym powodującym lokalne zmiany barwne. Niemal w każdej wykonywanej odkrywce barwa pierwotna wygląda nieco odmiennie. Ostatecznie w procesie malowania należy przeprowadzić próby kolorystyczne, które powinny zostać zweryfikowane komisyjnie. Na właściwy efekt końcowy wpływa nie tylko dobór odpowiedniego koloru, lecz także odpowiednia technologia użycia farb, jak i w nie mniejszym stopniu przygotowanie powierzchni przeznaczonej do opracowania końcowego.
W pierwotnym opracowaniu malarskim w Hali stosowane powłoki nakładane były stosunkowo cienko lub półprzejrzyście. Należy zatem dostosować współczesną technologię malarską do realizowanej kilkadziesiąt lat temu.

1. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru

NCS	S 0520 – Y10R
KEIM – historisch	37 H 54 (Farbreihe 37 Ocker grünlich)

2. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru

NCS	S 0502 – Y
KEIM – historisch	37 H 58 (Farbreihe 37 Ocker grünlich)

3. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów

zieleń gumoleum
NCS S 5020 – G10Y
szarość gumoleum
NCS S 3502 – Y
balustrada drewniana
NCS S 6030 – Y90R
błękit balustrady metalowej i listwy przyściennej schodów
NCS S 5030 – B10G

4. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami

stolarka drzwiowa
NCS S 6030 – Y90R *(jak balustrada drewniana)*
klamki, zawiasy
NCS S 8502 – Y

5. Świetliki kuluarów i sal parteru – konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna

świetlik wewnętrzny
NCS S 0502 – Y *(jak sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru)*
świetlik zewnętrzny I warstwa zabezpieczająca
NCS S 3060 – Y70R
świetlik zewnętrzny I warstwa barwna
NCS S 3502 – Y *(jak szarość gumoleum)*

6. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka

NCS	S 0520 – Y20R
KEIM – historisch	35 H 54 (Farbreihe 35 Goldocker)

7. Zewnętrzna stolarka okienna i drzwiowa wraz z akcesoriami

stolarka zewnętrzna
NCS S 4050 – Y80R
klamki, zawiasy
NCS S 1010 – Y10R

Wnętrze – tabele kolorów

1. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru
NCS S 0520–Y10R

KEIM – historisch 37 H 54 (Farbreihe 37 Ocker grünlich)
2. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru
NCS S 0502–Y

KEIM – historisch 37 H 58 (Farbreihe 37 Ocker grünlich)

2. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów
zieleń gumoleum
NCS S 0520–G10Y

szarość gumoleum
NCS S 0502–Y

balustrada drewniana
NCS S 6030–Y90R

błękit balustrady metalowej i listwy przyściennej schodów
NCS S 5030–B10G

4. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami
stolarka drzwiowa
NCS S 6030–Y90R *(jak balustrada drewniana)*

klamki, zawiasy
NCS S 8502–Y

5. Świetliki kuluarów i sal parteru – konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna
świetlik wewnętrzny
NCS S 0502–Y *(jak sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru)*

świetlik zewnętrzny i warstwa zabezpieczająca
NCS S 3060–Y70R

świetlik zewnętrzny i warstwa barwna
NCS S 3502–Y *(jak szarość gumoleum)*

6. Zewnętrzne ściany betonowe i ich kolorystyka
NCS S 0502–Y20R

KEIM – historisch 35 H 54 (Farbreihe 35 Goldocker)

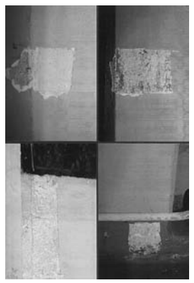
5. Zewnętrzna stolarka okienna i drzwiowa wraz z akcesoriami
stolarka zewnętrzna
NCS S 4050–Y80R

klamki, zawiasy
NCS S 1010–Y10R

Il. 2.1. Ściany i filary kuluarów oraz sal parteru. Odkrywki wykonane w 2005 na ścianie betonowej. Warstwa podkładowa – biała, pierwsza warstwa barwna – ugier złoty.
Il. 2.2. Ściany i filary kuluarów oraz sal parteru. Stan czerwiec 2015.
Il. 2.3. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany wewnętrzne kuluarów i wejście od strony holu tylnego. Narożnik wykonany z desek i siatki metalowej, odkrywki wykonane w 2005.
Il. 2.4. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany wewnętrzne kuluarów i wejście od strony holu tylnego. Narożnik, stan 2005 r.
Il. 2.5. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany wewnętrzne kuluarów i wejście od strony holu tylnego. Narożnik, stan 2015 r.
Il. 2.6. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany kuluarów. Dolna partia ścian z wielokrotnie przemalowywanym pasem odkopnikowym, stan 2005.
Il. 2.7. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany wewnętrzne kuluarów i schody drewniane wraz z okładzinami, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody boczne; stan przed rozpoczęciem prac remontowo-konserwatorskich, 2005 r.
Il. 2.8. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany wewnętrzne kuluarów i schody drewniane wraz z okładzinami, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody boczne; stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.9. Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Narożnik przed holem głównym. Odkrywki ukazujące zróżnicowanie barwne pomiędzy sufitem i ścianką profilowaną przy świetliku, stan 2005 r.
Il. 2.10 Ściany i filary kuluarów, holu głównego i sal parteru. Ściany kuluarów po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.11. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru. Betonowy strop kuluarów; przestrzeń wewnętrzna sufitu podwieszonego, 2005 r.
Il. 2.12. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru. Betonowy strop kuluarów; powierzchnia i zaczepy sufitu podwieszonego, 2005 r.
Il. 2.13. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru. Strop kasetonowy wejścia głównego po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.14. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru. Kasetonowy sufit holu wejścia bocznego. Opracowanie powierzchni; pierwsza warstwa barwna sufitu – biel przełamana, stan 2005 r.
Il. 2.15. Sufity kuluarów, holu głównego i sal parteru. Kasetonowy sufit holu bocznego. Stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.16. Świetliki kuluarów i sal parteru konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna. Świetliki wewnętrzne w kuluarach, 2005 r.

Il. 2.1.

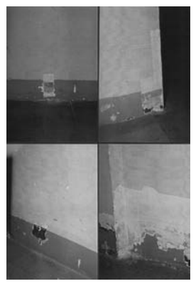
Il. 2.2.



Il. 2.3.

Il. 2.4.

Il. 2.5.



Il. 2.6.

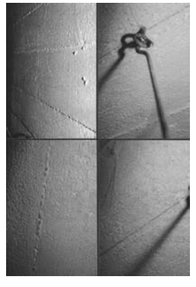
Il. 2.7.

Il. 2.8.

Il. 2.9.

Il. 2.10.

Il. 2.11.



Il. 2.12.

Il. 2.13.

Il. 2.14.

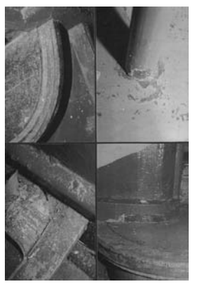
Il. 2.15.

Il. 2.16.

Il. 2.17.

Il. 2.18.

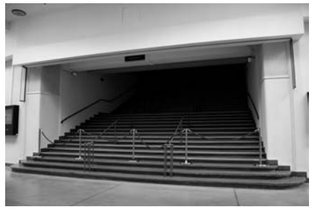
Il. 2.19.



Il. 2.20.

Il. 2.21.

Il. 2.22.



Il. 2.23.

Il. 2.24.

Il. 2.25.

Il. 2.17. Świetliki kuluarów i sal parteru konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna. Świetliki wewnętrzne stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

Il. 2.18. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody od strony tylnego holu, stan 2005 r.

Il. 2.19. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

Il. 2.20. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody od strony tylnego holu, 2005 r. Balustrada metalowa, okładziny stopnic, listwa przyścienna schodów.

Il. 2.21. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody od strony tylnego holu, 2005 r. Balustrada metalowa, okładziny stopnic, listwa przyścienna schodów.

Il. 2.22. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody od strony tylnego holu, 2005 r. Poręcz drewniana, balustrada drewniana schodów bocznych; stratygrafia warstw; pierwsza warstwa barwna – czerwień.

Il. 2.23. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody od strony tylnego holu po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2105 r.

Il. 2.24. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody klatki schodowej holu głównego, stan 2005 r.

Il. 2.25. Schody drewniane i ich okładziny, balustrady drewniane i metalowe schodów oraz listwy przyścienne schodów. Schody klatki schodowej holu głównego po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

Il. 2.26. Stolarka drzwiowa wraz akcesoriami. Drzwi boczne, stan 2005 r.

Il. 2.27. Stolarka drzwiowa wraz akcesoriami. Drzwi boczne, stan 2015 r.

Il. 2.28. Stolarka drzwiowa wraz akcesoriami, 2005 r. Drzwi boczne, drzwi w holu głównym: stolarka okienna. Stratygrafia.

Il. 2.29. Stolarka drzwiowa wraz akcesoriami, 2005 r. Drzwi boczne. Stratygrafia.

Il. 2.30. Stolarka drzwiowa wraz akcesoriami, 2005 r. Drzwi z obejścia do sali widowiskowej, stan 2015 r.

Il. 2.31. Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami, 2005 r. Drewniane drzwi zewnętrzne i tablica informacyjna. W odkrywce widoczny kolor pierwotny – czerwono-brązowy.

Il. 2.32. Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami. Drewniane drzwi zewnętrzne stan 2005 r.

Il. 2.33. Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami. Drewniane drzwi zewnętrzne obejścia stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

Il. 2.34. Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami. Drewniane drzwi zewnętrzne pomieszczenia gospodarczego stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

Il. 2.35. Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami. Tablica informacyjna stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

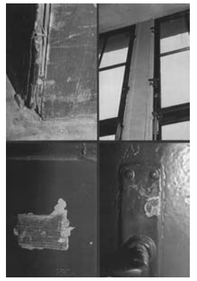
Il. 2.36. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami. Hol boczny; drzwi pomiędzy holem a przedsionkiem. Skrzydła drzwi i metalowe (chromowane) uchwyty, stan 2005 r.

Il. 2.37. Stolarka drzwiowa wraz z akcesoriami. Hol boczny, drzwi pomiędzy holem a przedsionkiem po pracach remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

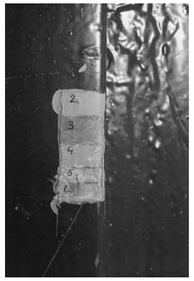
Il. 2.38 Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami, 2005 r. Skrzydła i ramy okienne. W odkrywce widoczny kolor struktury oryginalnego drewna.

Il. 2.26.

Il. 2.27.

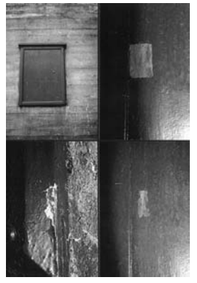


Il. 2.28.



Il. 2.29.

Il. 2.30.



Il. 2.31.

Il. 2.32.

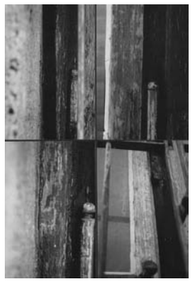
Il. 2.33.

Il. 2.34.

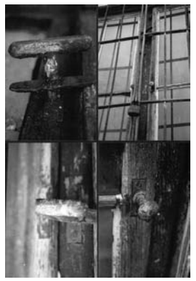
Il. 2.35.

Il. 2.36.

Il. 2.37.



Il. 2.38.



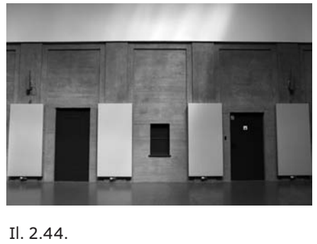
Il. 2.39.

Il. 2.40.

Il. 2.41.

Il. 2.42.

Il. 2.43.



Il. 2.44.

Il. 2.45.

Il. 2.39. Zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami, 2005 r. Klamki i uchwyty w oknach. W odkrywce widoczny kolor pierwotny – ugrowy.
Il. 2.40. Wewnętrzna i zewnętrzna stolarka drzwiowa i okienna wraz akcesoriami. Okna i świetliki obejścia. Po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.41. Ściany i strop obejścia. Zaplamienia i wysolenia; przetarcia i uszkodzenia mechaniczne warstw; odspojenia wymalowani wtórnych, stan 2005 r.
Il. 2.42. Ściany i strop obejścia. Stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.43 Hol wejścia północnego. Stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.44. Hol wejścia północnego. Stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.
Il. 2.45. Hol wejścia północnego, świetlik. Stan po zakończeniu prac remontowo-konserwatorskich, stan 2015 r.

3. Rozpoznanie konserwatorskie oraz prace odkrywkowe w Sali Cesarskiej wraz z przylegającymi aneksami w budynku Hali Stulecia we Wrocławiu

3.1. Dane dotyczące obiektu

– *rodzaj:* Sala Cesarska wraz z przylegającymi aneksami w budynku Hali Stulecia
– *autor:* architekt Max Berg, firma wykonawcza Dyckerhoff&Widmann i firmy podwykonawcze dla tynków i dekoracji gipsowej, sufitu podwieszonego, świetlika, przeszkleń i stolarki okiennej.
– *czas powstania:* projekt lata 1910-11, prace budowlane 1912 r., uroczyste otwarcie maj 1913 r., rozbudowa lata trzydzieste XX w.
– *materiał i technika:* wylewany beton (ze zbrojeniami), narzuty cementowo-wapienne, sztablatury, profile i ornamenty gipsowe, wymalowania, elementy drewniane i metalowe, drzwi, metalowe elementy konstrukcji świetlika
– *wymiary i funkcje:* określone w projekcie technicznym remontu wnętrza Hali Stulecia

3.2. Realizacja rozpoznania konserwatorskiego

Zakładana metodyka prac została opracowana na podstawie dotychczas realizowanych prac o zbliżonym zakresie, także w trakcie wykonanych wcześniej badań kuluarów i ścian zewnętrznych Hali. Przeprowadzono konsultacje w celu ustalenia zakresu zadania z dyr. Muzeum Architektury oraz obecnymi przedstawicielami Hali Stulecia.

Po przeprowadzeniu wstępnej analizy stanu zachowania i budowy technicznej obiektu ustalono, iż w trakcie czynności związanych z opracowaniem rozpoznania konserwatorskiego dla zabytkowych elementów Sali Cesarskiej wraz z aneksami w budynku Hali Stulecia zostaną przeprowadzone następujące działania:
1. Wykonanie wstępnej dokumentacji fotograficznej.
2. Analiza stanu zachowania i przyczyn zniszczeń badanych fragmentów (wpływ czynników niszczących na pierwotną kolorystykę).
3. Wykonanie odkrywek stratygraficznych w wytypowanych partiach ścian i sufitów Sali Cesarskiej i przylegających aneksów.
4. Opracowanie zebranego materiału, w tym uzyskanych wyników badań stratygraficznych.
5. Określenie pierwotnego opracowania kolorystycznego w odniesieniu do obecnych wzorników kolorystycznych.

Wykonano około 85 sond odkrywkowych i stratygraficznych w wytypowanych obszarach charakteryzujących temat przedsięwzięcia. Określono budowę techniczną i ogólny stan zachowania przewidywanych do remontu fragmentów budowli. Odsłonięte fragmenty zarejestrowano na fotografiach i usystematyzowano dostosowując do typów elementów architektury.

Określono jakość poszczególnych warstw chronologicznych i ich kolorystykę. Zgodnie z dokonanymi wcześniej ustaleniami w trakcie prowadzenia badań Hali, rodzaje kolorów oznaczono na podstawie porównania z uniwersalnym wzornikiem kolorów NCS.

Należy dodać, iż odsłonięte fragmenty opracowania powierzchni ścian i sufitów skłoniły do przeprowadzenia prac polegających na odsłonięciu warstw pierwotnych, co pozwoliło na pełniejszą ocenę sposobu dekoracji kolorystycznej oraz rekonstrukcję oryginału metodami konserwatorskimi (punktowanie, rekonstrukcja konserwatorska).

3.3. Technika i technologia

3.3.1. Stratygrafia

Tab. 1. Ściany i filary Sali Cesarskiej *(zestawienie zbiorcze):*

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	biały	VIII – 2011	warstwa barwna
1.	jasno-beżowy	VII	warstwa barwna
2.	żółty-ciemny	VI	warstwa barwna
3.	biały	V	warstwa podkładowa
4.	żółto-cytrynowy	IV	warstwa barwna
5.	czerwony-cynobrowy-żywy	III	warstwa barwna
6.	biały	III	warstwa podkładowa
7.	czarny	I-II	warstwa barwna
8.	różowo-fioletowy (ciemny i jasny)	I-II	warstwa barwna
9.	przejrzysta-brązowawa	I-II	warstwa izolacyjna
10.	biały	I-II	wyprawa gipsowa
11.	biały	I	pobiała
12.	szary	I	zaprawa cementowo-wapienna
13.	szary	I	zaprawa cementowo-wapienna
14.	ciemno-szary	I	elementy konstrukcji ze zbrojeniami

Tab. 2. Faseta i sufit Sali Cesarskiej *(zestawienie zbiorcze):*

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	biały	VIII – 2011	warstwa barwna
1.	jasno-beżowy	VII	warstwa barwna
2.	żółto-cytrynowy	IV	warstwa barwna
3.	biały	III	warstwa podkładowa
4.	czarny	I-II	warstwa barwna
5.	przejrzysta-brązowawa	I-II	warstwa izolacyjna
6.	biały	I-II	wyprawa gipsowa, formy profilowe i dekoracyjne
7.	biały	I	pobiała
8.	szary	I	zaprawa cementowo-wapienna
9.	szary	I	zaprawa cementowo-wapienna
10.	ciemno-szary	I	elementy konstrukcji ze zbrojeniami

Tab. 3. Stolarka drzwiowa *(zestawienie zbiorcze):*

Warstwa techniczna	Oznaczenie koloru	Warstwa chronologiczna	Charakterystyka warstwy
0.	brązowy	V – 2011	warstwa barwna
1.	czerwony-ciemny lub brązowy ciemny	IV	warstwa barwna
2.	jasno-szary		warstwa barwna
3.	zielony		warstwa barwna
4.	ugrowy	III	warstwa barwna
5.	biały	II	warstwa podkładowa
6.	ciemno-czerwono-brązowy	I	warstwa barwna półprzeźroczysta
7.	odcień ugrowo-jasny	I	drewno sosnowe

3.4. Budowa techniczna i zestawienie użytych materiałów

3.4.1. Ściany i filary Sali Cesarskiej

Konstrukcja z betonu zbrojonego; częściowo narzuty cementowo-wapienno-piaskowe ze starannie opracowaną (zatartą) powierzchnią oraz wyoblonymi narożnikami; cienka warstwa pobiały wapiennej; sztablatury gipsowe o grubości 1-10 mm szlifowane, powierzchnia prawdopodobnie zabezpieczana spoiwem; dwie pierwotne warstwy barwne: różowo-fioletowa oraz czarna położono w gładkiej, równej warstwie – farba oparta na tłustym spoiwie; do 6 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni (warstwy te tworzą pewną grubość i odmienną od oryginalnego opracowania fakturę).

Znajdujące się na podłożu betonowym warstwy narzutów cementowo-wapienno-piaskowych naniesiono w dwóch zacieranych warstwach, pierwsza cieńsza o grubości ok. 2 mm, druga grubsza ok. 8-10 mm; zastosowano drobnoziarnisty, starannie wyselekcjonowany piasek jako wypełniacz zaprawy.

Wymiary na planach.

Obwód ścian ok. 62 m; powierzchnia do opracowania: ok. 425 m²

3.4.2. Faseta i sufit Sali Cesarskiej

Konstrukcja z betonu zbrojonego; narzuty cementowo-wapienno-piaskowe ze starannie opracowaną (zatartą) powierzchnią naniesione na siatkę Rabitza; cienka warstwa pobiały wapiennej; sztablatury i profile (w tym główny motyw ornamentalny – jajownik) gipsowe o grubości 1-10 mm szlifowane, powierzchnia prawdopodobnie zabezpieczana spoiwem; dwie pierwotne warstwy barwne: różowo-fioletowa oraz czarna położono w gładkiej, równej warstwie – farba oparta na tłustym spoiwie; do 4 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni (warstwy te tworzą pewną grubość i odmienną od oryginalnego opracowania fakturę).

Warstwy narzutów cementowo-wapienno-piaskowych naniesiono w dwóch zacieranych warstwach, pierwsza grubsza o grubości ok. 15 mm (wypełniacz zróżnicowany – piasek o zabarwieniu brązowo-ugrowym z ziarnami żwiru), druga cieńsza ok. 3-8 mm (wypełniacz zaprawy drobnoziarnisty piasek o jaśniejszym odcieniu, starannie wyselekcjonowany).

Wymiary na planach.

Obwód ścian ok. 62 m; powierzchnia do opracowania:

– tambur i sufit: ok. 295 m²

– jajownik (ok. 500 powtarzających się elementów): ok. 18 m²
Łączna powierzchnia ścian i sufitu do opracowania: ok. 738 m²

3.4.3. Świetlik Sali Cesarskiej
Konstrukcja nośna świetlików wykonana z dwuteowników oraz płaskowników, osadzona w otworze sufitu; profile stalowe wewnętrzne zabezpieczane antykorozyjnie. Listwy wewnętrzne malowane w kolorze czerni farbą olejną.
Wydaje się, iż pierwotne oszklenie świetlików wykonane było ze szkła przeźroczystego zbrojonego (gęsta siatka zbrojenia ok. 5 mm), o lekko nierównej powierzchni (szyby zachowane w niektórych trójkątnych ścianach bocznych hali). Obecnie oszklenie wykonane z płyty poliwęglanowej matowej.

3.4.4. Aneksy boczne Sali Cesarskiej
Konstrukcja z betonu zbrojonego oraz cegły; narzuty cementowo-wapienno-piaskowe ze starannie opracowaną (zatartą) powierzchnią oraz wyoblonymi narożnikami; cienka warstwa pobiały wapiennej; pierwsze dwie warstwy to jasno-ugrowa i jasno-niebiesko-zielona, częściowo na ścianach pomieszczenia głównego po stronie północnej płytki szklane w kolorze jasno-niebiesko-zielonym – mleczne; wtórne warstwy przemalowań całej powierzchni do 4-5 warstw; sufit, faseta i gzymsowanie w pomieszczeniu po stronie południowej wykonane w zaprawie gipsowej o grubości 5-10 mm szlifowane, powierzchnia prawdopodobnie zabezpieczana spoiwem; dwie pierwotne warstwy barwne: różowo-fioletowa oraz czarna położono w gładkiej, równej warstwie – farba oparta na tłustym spoiwie; do 4 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni (warstwy te tworzą pewną grubość i odmienną od oryginalnego opracowania fakturę).
Warstwy narzutów cementowo-wapienno-piaskowych naniesiono w dwóch zacieranych warstwach, pierwsza grubsza o grubości ok. 15 mm (wypełniacz zróżnicowany – piasek o zabarwieniu brązowo-ugrowym z ziarnami żwiru), druga cieńsza ok. 3-8 mm (wypełniacz zaprawy drobnoziarnisty piasek o jaśniejszym odcieniu, starannie wyselekcjonowany).

3.4.5. Stolarka drzwiowa
Oryginalne drzwi drewniane w Sali Cesarskiej zachowały się w pomieszczeniu aneksu po stronie północnej (skrzydło osłonięte płytą z dykty), ponadto zachowały się ościeżnice 3 wejść od strony wnętrza Hali (str. wschodnia), elementy o prosto profilowanej formie (zgodnej z zastosowaną w kuluarach), malowane w kolorze ciemnej czerwieni osadzone na zawiasach malowanych podobnie jak klamki w kolorze czerni.
Pozostałe drzwi drewniane są wykonane współcześnie i powinny być zastąpione nowymi dopasowanymi do typu i koloru drzwi pierwotnych.

3.4.6. Obecne zaplecze gospodarcze i korytarz
Konstrukcja z betonu zbrojonego; częściowo narzuty cementowo-wapienno-piaskowe ze starannie opracowaną (zatartą) powierzchnią oraz wyoblonymi narożnikami; cienka warstwa pobiały wapiennej; sztablatury gipsowe o grubości 1-10 mm szlifowane, powierzchnia prawdopodobnie zabezpieczana spoiwem; pierwotna warstwa barwna: jasnougrowa – ściany, biała lub biało-żółtawa – sufity (kombinacja kolorystyczna odpowiadająca układowi barwnemu kuluarów); 4 – 6 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni (warstwy te tworzą pewną grubość i odmienną od oryginalnego opracowania fakturę).

3.4.7. Schody z balustradą

Schody posadowione na konstrukcji żelbetowej, posiadają drewniane stopnice o zaokrąglonych krawędziach przy spoczniku oraz przy biegu dolnym. Podstopnice licowane okładziną o grubości ok. 3 mm, lakierowaną lakierem bezbarwnym. Płaszczyzna stopnicy pokryta okładziną z zielonego gumoleum (gr. ok. 3 mm) na podkładzie jutowym, przyklejona do podłoża; wystająca krawędź stopnicy – „nosek" profilowany z przytwierdzonym grubszym ok. 7-10 mm pasem szarego gumoleum.
Obie balustrady w holu głównym posiadają miedziane, mosiądzowane poręcze o owalnym profilu, częściowo zastąpione współczesnym pochwytem z rurki stalowej (częściowo zachowane zaczepy poręczy, częściowo uzupełnione nowymi odmiennymi od oryginalnych).
Listwy przyścienne schodów wykonane z dębiny, dopasowane indywidualnie do form schodów, malowane w pierwszej warstwie na kolor ciemno-niebiesko-szary.

3.5. Omówienie kolorystyki elementów wnętrza Sali Cesarskiej i jej aneksów

3.5.1. Ściany i filary Sali Cesarskiej
Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 1. Ściany tamburu i filary wraz z prostym gzymsem pomiędzy tymi elementami posiadają dwie pierwotne warstwy barwne: różowo-fioletową (o różnym nasyceniu) oraz czarna położono w gładkiej, równej warstwie – farba oparta na tłustym spoiwie. W trakcie wykonywania sond stwierdzono, że warstwa różowo-fioletowa jest położona na całej powierzchni, podczas gdy warstwa czerni występuje na różnych wysokościach. Na filarach przy drzwiach balkonowych pojawia się motyw obramień czernią różowo-fioletowego tła.
Układ wtórnych nawarstwień – do 6 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni przedstawiono na ilustracjach 3.5. – 3.22.

– róż jasny – ściany tamburu:	NCS	S 1030 – R10B
– róż ciemny – filary:	NCS	S 4030 – R20B
– czerń:	NCS	S 8000 – N

3.5.2. Faseta i sufit Sali Cesarskiej
Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 2. Część Sali począwszy od dekoracyjnego pasa z motywem jajownika i perełek zakończywszy na styku ze świetlikiem posiada jedną pierwotnie warstwę barwną – czarną, położono w gładkiej, równej warstwie – farba oparta na tłustym spoiwie. Także w tym kolorze utrzymany jest cały pas jajownika z perełkami.
Układ wtórnych nawarstwień – do 4 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni oraz oryginału przedstawiono na ilustracjach 3.23. – 3.28.

– czerń:	NCS	S 8000 – N

3.5.3. Świetlik Sali Cesarskiej
Wewnętrzne listwy świetlików malowane w pierwszej warstwie na kolor czerni, podobnie tambur i sufit. Metalowa konstrukcja wewnętrzna i zewnętrzna zabezpieczona przed pomalowaniem antykorozyjnie. Następnie warstwa czerni kilkakrotnie przemalowana, a obecnie utrzymana w jasnym kolorze przełamanej bieli w dopasowaniu do obecnego koloru fasety i ścian.

– czerń:	NCS	S 8000 – N

3.5.4. Aneksy boczne Sali Cesarskiej

Pierwsze dwie warstwy to jasno-biało-ugrowa i jasno-niebiesko-zielona, częściowo na ścianach pomieszczenia głównego po stronie północnej płytki szklane w kolorze jasno-niebiesko-zielonym – mleczne; wtórne warstwy przemalowań całej powierzchni do 4-5 warstw; sufit, faseta i gzymsowanie w pomieszczeniu po stronie południowej wykonane w zaprawie gipsowej. Dwie pierwotne warstwy barwne: różowo-fioletowa oraz czarna położono w gładkiej, równej warstwie – farba oparta na tłustym spoiwie; do 4 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni.

aneks północny

– jasno-niebiesko-zielony – ściany:	NCS	S 1010-B50G
– jasno-biało-ugrowy – ściany i sufity:	NCS	S 0502 – Y

aneks południowy

– róż jasny – ściany:	NCS	S 1030 – R10B
– czerń:	NCS	S 8000 – N

3.5.5. Stolarka drzwiowa

Układ stratygrafii warstw przedstawiono w Tabeli 3. Pierwotnie starannie opracowaną powierzchnię drewna pomalowano półprzeźroczystym lakierem barwnym w kolorze ciemnej czerwieni. Układ warstw wtórnych zbliżony do ujawnionego na drewnianych balustradach schodów. Znaczna część drzwi w Hali poddawana była zabiegom usuwania warstw malarskich za pomocą szlifierki oscylacyjnej, przy zastosowaniu gruboziarnistego papieru ściernego. Następnie drewno pomalowano półprzeźroczystym lakierem barwionym w tonie brązowym.

– ciemna czerwień-brąz – drzwi i framugi	NCS	S 6030 – Y90R
– czerń – klamki, zawiasy	NCS	S 8502 – Y

3.5.6. Obecne zaplecze gospodarcze i korytarz

Pierwotna warstwa barwna: jasnougrowa – ściany, biało-ugrowa – sufity (kombinacja kolorystyczna odpowiadająca układowi barwnemu kuluarów); 4 – 6 warstw wtórnego przemalowania całej powierzchni.

– jasno-ugrowy – ściany:	NCS	S 0520 – Y10R
– jasno-biało-ugrowy – sufity:	NCS	S 0502 – Y

3.5.7. Schody z balustradą

Drewniane stopnice schodów wykładane gumoleum o żywym zielony odcieniu (dwukrotnie przemalowane farbami olejnymi), w częściach wystających posiadają szarą listwę okładzinową o zwiększonej grubości, wpasowaną w potrójną fazę (poprzeczne frezowanie) w listwie stopnicy. Podstopnice okleinowane grubym fornirem sosnowym w naturalnym odcieniu drewna, powlekane lakierem przeźroczystym (bezbarwnym). Balustrady metalowe oraz listwy przyścienne w pierwszej zachowanej warstwie barwnej posiadają kolor ciemno-niebiesko-szary. Kolejne, wtórne warstwy wymalowań zmieniają pierwotny układ barwny, pojawiają się biele, szarości, zielenie. Metalowa balustrada schodów w holu głównym posiada także pierwszą warstwę w kolorze ciemno-niebiesko-szarym. Poręcze wykonane z blachy miedzianej pierwotnie mosiądzowane są obecnie lokalnie uszkodzone mechanicznie i mocno przetarte, wymagają oczyszczenia, drobnych napraw i zabezpieczenia powierzchni.

– zieleń gumoleum:	NCS	S 5020 – G10Y
– szarość gumoleum:	NCS	S 3502 – Y
– błękit balustrady metalowej i listwy przyściennej schodów:	NCS	S 5030 – B10G

Przedstawione numeryczne oznaczenia kolorów oparto na porównaniu z wzornikiem Sigma Colour System C21.1 (NCS – Natural Color System).

Zestaw wybranych kolorów z wzorników odpowiada jedynie w przybliżeniu tonacji barwnej pierwowzoru (który jest bardzo zróżnicowany w każdej z warstw barwnych). Należy tu jednak podkreślić, iż odsłaniane warstwy pierwotne w stosunkowo niewielkich odkrywkach nie zachowały się w stanie idealnym. Znajdujące się przez kilkadziesiąt lat pod wtórnymi warstwami uległy przemianom fizyko-chemicznym powodującym lokalne zmiany barwne. Niemal w każdej wykonywanej odkrywce barwa pierwotna wygląda nieco odmiennie. Ostatecznie przed rozpoczęciem bezpośredniego retuszu końcowego, należy przeprowadzić próby kolorystyczne, pozwalające na dopasowanie farb, które następnie powinny zostać zweryfikowane komisyjnie. Na właściwy efekt końcowy wpływa nie tylko dobór odpowiedniego koloru, lecz także odpowiednia technologia użycia farb, jak i w nie mniejszym stopniu przygotowanie powierzchni przeznaczonej do opracowania końcowego.

W pierwotnym opracowaniu malarskim w Hali stosowane powłoki nakładane były stosunkowo gładko i cienko. Należy zatem dostosować współczesną technologię malarską do realizowanej kilkadziesiąt lat temu.

3.6. Stan zachowania Sali Cesarskiej

W trakcie prowadzenia bieżącego rozpoznania przeprowadzono analizę stanu zachowania poszczególnych partii obiektu.

Wiele fragmentów ścian, sufitów oraz elementów dekoracyjnych Sali Cesarskiej wraz z aneksami w intensywnie użytkowanej Hali Stulecia znajduje się obecnie w złym stanie.

Do podstawowych czynników niszczących zaliczyć można:

wady materiału pierwotnego oraz zróżnicowana lokalnie technologia przygotowania materiału;

czynniki naturalne: promieniowanie słoneczne, woda opadowa, przemarzanie;

naturalne zmiany starzeniowe użytych pierwotnie materiałów np. osadzanie kurzu i brudu, zmiany wymiarowe, pękanie;

zmiany przestrzeni (reorganizacja), zmiany funkcji pomieszczeń, wymiana elementów pierwotnych i wprowadzenie elementów współczesnych (niekorzystne zmiany estetyczne i techniczne, np. obudowy, ściany działowe, grzejniki, nowe drzwi);

uszkodzenia fizyko-chemiczne: zawilgocenia spowodowane uszczelnieniem ścian i sufitów w wyniku wielokrotnego ich przemalowania, rozwarstwienia i spękania, łuski;

uszkodzenia mechaniczne: uderzenia, przetarcia, wyłamania, powtarzające się obciążenia (schody), ubytki poszczególnych elementów (np. uchwyty w drzwiach), zrywanie warstw w trakcie przygotowania nowych ekspozycji;

zmiany estetyczne: wprowadzanie nowych warstw wymalowań bez usunięcia poprzednich warstw wtórnych, nieodpowiednie opracowanie powierzchni, niekorzystne zmiany kolorystyczne (niezgodność z pierwowzorem) i zastosowanie zróżnicowanych materiałów wtórnych (np. oszklenie świetlika).

Poza intensywnym użytkowaniem obiektu (co w przypadku Hali jest zjawiskiem założonym, choć przewidywanym), poważne uszkodzenia nastąpiły w okresie II Wojny Światowej.

W dalszym okresie cała powierzchnia ścian, filarów i sufitów kuluarów, sal, holi, także stolarki okiennej i drzwiowej była kilkanaście razy przemalowana (bez usunięcia warstw poprzednich). Uszczelnienie płaszczyzn prowadzi do długotrwałego zawilgocenia oryginalnego opracowania, a znaczne zwiększenie grubości warstw wymalowania do odspajania się całej struktury warstw wtórnych od pierwotnego podłoża. Powłoki te, o znacznej grubości spowodowały także deformację form pierwotnych, poza oczywistą zmianą pierwotnej kolorystyki.

Jednym z podstawowych wskazań konserwatorskich dla remontu obiektu było zwrócenie uwagi na konieczność usunięcia warstw wtórnych bez naruszenia oryginalnego opracowania. Następnie zabezpieczenie pierwotnej struktury oraz opracowanie powierzchni przed jej końcowym retuszem, przy wykonaniu którego należy, jak się

wydaje zastosować standardy konserwatorskie. Nie należy stosować powłok mocno uszczelniających.
W trakcie prowadzenia prac odkrywkowych, po usunięciu wtórnych powłok odsłonięto warstwy pierwotne, zachowane stosunkowo dobrze.
Wielokrotne naprawy, zwiększenie ilości widocznych wtórnych elementów (drzwi, ścianki, instalacje, grzejniki itp.), powodują chaos estetyczny, utrudniający prawidłowy odbiór pierwotnych walorów zabytkowej budowli. Ubytki elementów stolarki, niewłaściwy wygląd powierzchni wtórnych warstw oraz zaburzenia kolorystyczne uzupełniają listę niekorzystnych zjawisk w zabytkowym wnętrzu.
Osobnym, poważnym problemem jest stan zachowania fragmentów profilowań gipsowych, szczególnie w partii sufitów, problem wymagający indywidualnego opracowania.

3.7. Założenia konserwatorskie dla wnętrza Sali Cesarskiej w wypadku podjęcia pełnych prac przy odsłonięciu oryginalnej polichromii

Zabytkowe wnętrze Sali Cesarskiej wraz z aneksami w budynku Hali Stulecia we Wrocławiu powinno zostać poddane kompleksowej konserwacji uwzględniającej współzależność jej wszystkich elementów.
Podstawowym celem prac konserwatorsko-restauratorskich powinno być w pierwszej kolejności zatrzymanie postępujących procesów destrukcji oryginalnych elementów struktury Sali Cesarskiej. Dotychczas w trakcie realizowanych prac remontowych nie podjęto próby odsłonięcia oryginalnych warstw wymalowań. W świetle dzisiejszej wiedzy i ulepszenia metod konserwatorskich wydaje się możliwe podjęcie takiej próby.
W dalszej kolejności należy przeprowadzić prawidłową konserwację (pełny proces), a następnie lokalny retusz warstw wymalowań w dostosowaniu do oryginału. Konieczne będzie usunięcie negatywnych skutków destruktywnej migracji wody przez nieszczelności ścian i sufitu, jak również likwidacja przebarwień, podklejenie wielostopniowych rozwarstwień tynków, sztablatur i profili gipsowych. Dla prawidłowego odbioru oryginału wydaje się konieczne bardzo staranne wykonanie i opracowanie (zarówno fakturalne jak i kolorystyczne) nowych zapraw (w miejscach ubytków).
Należy rozważyć opcję retuszu lokalnego ubytków oryginalnego opracowania powierzchni; po konsolidacji pierwotnych warstw wymalowań, założeniu uzupełnień warstw zaprawy w dopasowaniu do faktury oryginału, miejsca uzupełnień zostaną scalone kolorystycznie z ich otoczeniem przez lawowanie.

Proponowany ogólny program prac konserwatorskich Sali Cesarskiej

1. Dokumentacja fotograficzna, rysunkowa i opisowa stanu przed, w trakcie i po konserwacji (końcowa pełna dokumentacja powykonawcza).
2. Dezynfekcja zainfekowanych fragmentów ścian i sufitów.
3. Zabezpieczenie „ruchomych" fragmentów.
4. Usunięcie wtórnych przemalowań wykonanych w trakcie poprzednich prac remontowych.
Zmywanie przy pomocy ciepłej wody oraz zastosowanie strumienia przegrzanej pary wodnej; po przeprowadzenie prób ewentualnie okłady z 10% obojętnego węglanu amonu w 3% roztworze metylocelulozy usuwane wraz z warstwą przemalowania ciepłą wodą. Lokalnie spęcznianie wtórnych nawarstwień acetonem.
Znany czas całkowitego rozkładu węglanu amonu (ok. 80 dni) pozwala uznać ten zabieg za całkowicie bezpieczny.
5. Doczyszczanie mechaniczne pozostałości wtórnych nawarstwień skalpelem.
6. Usunięcie wtórnych nieprawidłowo wykonanych uzupełnień tynków i zacierki wapienno-piaskowej mechanicznie.

7. Podklejenie wielostopniowych rozwarstwień tynków.
Iniekcje dyspersji akrylowych częściowo z dodatkiem wypełniacza, ewentualnie także preparatem Malta (Bresciani), lub Ledan (napełniających komorę pęcherzową). Jednocześnie zakłada się stosowanie wzmacniających połączeń mechanicznych.
8. Uzupełnienie ubytków zaprawy oraz opracowanie powierzchni uzupełnień w dostosowaniu do faktury miejsc oryginalnych.
Do uzupełnień warstw zaprawy zakłada się zastosowanie zbliżonej w składzie do oryginalnej zaprawę wapienno-cementowo-piaskową oraz gipsową. Materiał powinien zostać przygotowany z wieloletniego, dołowanego wapna i piasku kopalnego, który wcześniej zostanie przepłukany i przesiany przez sito do odpowiedniej granulacji. Zaprawę należy zakładać warstwowo, a po wstępnym związaniu zacierać packą filcową, dopasowując fakturę uzupełnień do istniejącej faktury oryginału. Po skarbonizowaniu wypełnień, możliwe jest założenie masy przygotowanej na bazie spoiwa akrylowego Primal AC-33, kredy i suchych pigmentów. Masa umożliwi dopasowanie faktury wypełnień do faktury oryginału oraz poprawi przyjmowanie retuszy.
9. Ewentualnie strukturalna konsolidacja warstwy malarskiej.
2-3% (stężenie, metoda oraz środek, zostaną ostatecznie określone po przeprowadzeniu prób na obiekcie) roztworu Paraloidu B-67 w benzynie lakowej lub B-72 w ksylenie przez pędzlowanie lub natrysk.
10. Opracowanie malarskie, retusz w ramach ubytków (lawowanie).
Użycie wysokiej jakości konserwatorskich farb na bazie żywic akrylowych.
Ostateczna metoda punktowania zostanie opracowana po przeprowadzeniu kompleksowej konserwacji całej struktury.

Il. 3.1. Fragment Hali Stulecia z Salą Cesarską, widok od zachodu; kwiecień 2010 r.
Il. 3.2. Fragment Hali Stulecia z Salą Cesarską, widok od południa; kwiecień 2010 r.
Il. 3.3. Wnętrze Sali Cesarskiej, widok od zachodu; kwiecień 2010 r.
Il. 3.4.-3.14. Wnętrze Sali Cesarskiej, ściany i filary. Budowa techniczna i technologia oryginalnego opracowania warstw; stratygrafia i odkrywki, kwiecień 2010.
Il. 3.15.-3.28. Wnętrze Sali Cesarskiej, faseta z kimationem i świetlik. Budowa techniczna i technologia oryginalnego opracowania warstw; stratygrafia i odkrywki, kwiecień 2010.

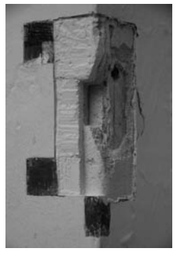
Il. 3.1.

Il. 3.2.

Il. 3.3.

Il. 3.4.

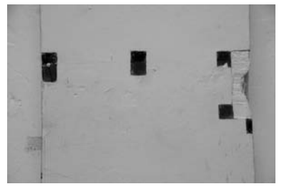
Il. 3.5.



Il. 3.6.

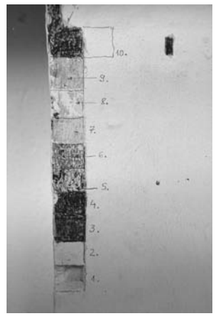
Il. 3.7.

Il. 3.8.

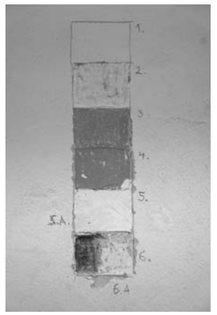


Il. 3.9.

Il. 3.10.



Il. 3.11.



Il. 3.12.

Il. 3.13.

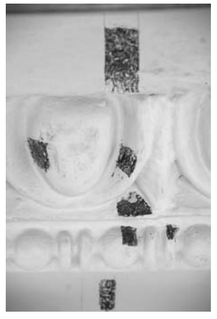
Il. 3.14.

Il. 3.18.

Il. 3.15.

Il. 3.16.

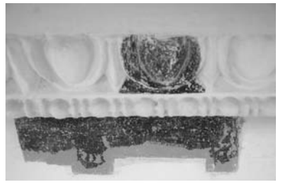
Il. 3.17.



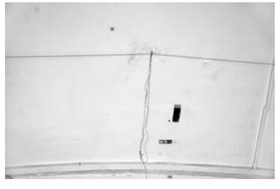
Il. 3.19.

Il. 3.20.

Il. 3.21.



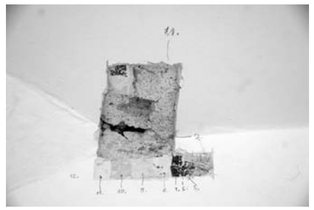
Il. 3.22.



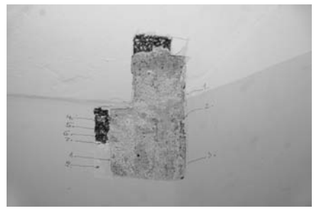
Il. 3.23.

Il. 3.24.

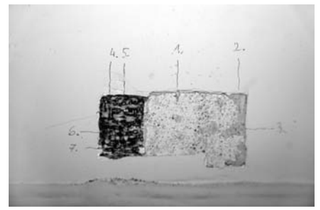
Il. 3.25.



Il. 3.26.



Il. 3.27.



Il. 3.28.

Il. 3.26.

architekt krajobrazu ***Anna Ornatek***
ul. Ślężna 213/1, 53-112 Wrocław,
tel. 71 337 34 64; kom. 601 250 410 e-mail parkaoo@wp.pl

Tytuł opracowania:	**KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA (CMP)** **Badania otoczenia Hali Stulecia** **Analiza stanu zieleni w otoczeniu Hali Stulecia**
Obiekt:	**ZESPÓŁ HALI STULECIA**
Adres obiektu:	**WROCŁAW, ul. Wystawowa 1**
Branża:	szata roślinna
Stadium:	inwentaryzacja dendrologiczna i wytyczne konserwatorskie w zakresie szaty roślinnej
Zleceniodawca:	Muzeum Architektury we Wrocławiu, ul. Bernardyńska 5, 50-156 Wrocław

ARCHITEKTURA KRAJOBRAZU		Podpis:
opracowała:	mgr inż. Anna Ornatek architekt krajobrazu upr. PZOS nr 8/96	
współpraca:	dr inż. arch. krajobrazu Monika Ziemiańska dr Grzegorz Grajewski	

Wrocław czerwiec 2015

OŚWIADCZENIE: opracowanie jest zgodne z umową i kompletne z punktu widzenia celu, któremu ma służyć

HALA STULECIA WE WROCŁAWIU
KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA (CMP)

Badania otoczenia Hali Stulecia

Analiza stanu zieleni w otoczeniu Hali Stulecia

SPIS TREŚCI

I. DANE OGÓLNE
I. 1. Dane wyjściowe
I. 2. Materiały wyjściowe
I. 3. Cel i zakres opracowania

II. INWENTARYZACJA DENDROLOGICZNA
II. 1. Opis do inwentaryzacji drzewostanem.
II. 2. Alfabetyczny spis nazw botanicznych zinwentaryzowanych roślin.
II. 3. Wykaz zinwentaryzowanych roślin.
II. 4. Opis stanu zachowania i sanitarnego istniejącego drzewostanu.
II. 5. Próba analizy wiekowej drzewostanu na podstawie pobranej próbki.
II. 6. Dokumentacja fotograficzna istniejącego drzewostanu.
6.1. Widoki szpalerów
6.2. Widoki drzew
II. 7. Opracowanie graficzne – rys. 1(2) w skali 1:500.

III. ANALIZA KOMPOZYCYJNO-HISTORYCZNA ZIELENI WOKÓŁ HALI STULECIA

IV. WNIOSKI

V. WYTYCZNE KONSERWATORSKIE
V. 1. Opracowanie graficzne – rys. 2(2) w skali 1:500.

I. DANE OGÓLNE

1.Dane wyjściowe

Obiekt: teren wokół Hali Stulecia

Adres: Wrocław, ul. Wystawowa

Objęty ochroną prawną poprzez wpis do rejestru zabytków jako:

- Hala Stulecia (Ludowa) – nr A/5291/198 z 24.04.1962 r.
- Zespół Hali Stulecia (Ludowej) – nr A/5259/343/Wm z 15.04.1977 r.

Uznany za Pomnik Historii

- Rozporządzenie Prezydenta RP z 13.04.2005 r. Dz.U. nr 64, poz. 570.

Wpisany na Listę Światowego Dziedzictwa Kultury i Przyrody UNESCO

- Decyzja z dnia 16.07.2006 r.

Właściciel: Skarb Państwa, Samorząd Województwa Dolnośląskiego

Władający: Wrocławskie Przedsiębiorstwo „Hala Ludowa" sp. z o.o.

2. Materiały wyjściowe

Mapa zasadnicza do celów opiniodawczych w skali 1:1000, opracowana w 2013 r. przez Zakład Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu

Prace i pomiary przeprowadzone w terenie w maju 2015 r.

Materiały archiwalne: Archiwum Państwowe we Wrocławiu zespół akta Miasta Wrocławia.

3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania była ocena stanu zachowania i opracowanie wytycznych konserwatorskich do rewaloryzacji historycznego układu i kompozycji zieleni wokół Hali Stulecia (bezpośredniego otoczenia budynku i placu przed elewacją zachodnią).

Opracowaniem objęto obszar zawarty pomiędzy ulicami: Wystawową – Z. Olszewskiego – parkingiem podziemnym przy ul. M. Kopernika oraz pergolą.

Powierzchnia opracowania: 5 ha terenu (6 ha z budynkiem Hali Stulecia).

II. OPIS DO SZCZEGÓŁOWEJ INWENTARYZACJI DENDROLOGICZNEJ

1. Opis do inwentaryzacji drzewostanem.

Szczegółową inwentaryzację dendrologiczną wykonano w maju 2015 r.

Ogółem zinwentaryzowano ponad 520 sztuk roślin – drzew i krzewów, wśród których oznaczono 29 gatunków botanicznych, w tym niektóre pochodzenia obcego tzw. gatunki aklimatyzowane.

Wykonane opracowanie jest szczegółowym udokumentowaniem roślinności na wokół Hali Stulecia – wstępujących gatunków, parametrów roślin, form i stanu zachowania.

Inwentaryzacja dendrologiczna umożliwiła wykonanie analiz na podstawie materiałów archiwalnych kompozycji roślinnej oraz określenie zakresu prac polegających na pielęgnacji i konserwacji drzewostanu.

Celem opracowania jest opracowanie wytycznych konserwatorskich do rewaloryzacji historycznego układu i kompozycji zieleni wokół Hali Stulecia.

Dokumentacja zawiera:

1. Alfabetyczny spis botanicznych nazw łacińskich i polskich zinwentaryzowanych gatunków roślin, w którym podano: nazwę łacińską gatunku wg. przyjętej nomenklatury botanicznej; skrót nazwiska autora nazwy, botaniczną nazwę polską, ilość egzemplarzy danego gatunku występujących w granicach opracowania. W spisie drukiem pochyłym wyróżniono gatunki aklimatyzowane.
2. Wykaz zinwentaryzowanych roślin, w którym podano:

- nr zinwentaryzowanej rośliny zgodny z numerem na planszy graficznej,
- botaniczną nazwę polską;
- orientacyjną wysokość rośliny w metrach,
- orientacyjną rozpiętość korony w metrach,
- obwód lub średnicę pnia w cm mierzony na wysokości 130 cm w tzw. pierśnicy lub powierzchnie w m^2,
- uwagi dotyczące stanu sanitarnego, formy itp.,
- wskazania dotyczące działań w istniejącym drzewostanie tj. gospodarkę drzewostanem.

3. Opracowanie graficzne w skali 1 : 500

- na mapie zasadniczej do celów opiniodawczych w skali 1:1000 opracowanej w 2013 r. przez Zakład Geodezji , Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu, powiększonej do skali 1:500, zlokalizowano zinwentaryzowane rośliny, naniesiono rzuty koron lub zasięg grup krzewów, oznaczono numerami zgodnymi z numerami wykazu zinwentaryzowanych roślin,
- na rysunku zróżnicowano graficznie rośliny liściaste i iglaste, wyróżniono graficznie nowe nasadzenia w szpalerach lipowych, wskazano miejsca braku lip w szpalerach,
- poszczególne szpalery oznaczono cyframi rzymskimi od I do XXVI.

2. Alfabetyczny spis nazw botanicznych zinwentaryzowanych roślin.

Legenda - *Spiraea*- rośliny aklimatyzowane

L.p.	Botaniczna nazwa łacińska	Botaniczna nazwa polska	Ilość sztuk/ pow. w m^2
	Ailanthus altiisima Swingle	ajlant gruczołkowaty	1
	Acer platanoides L.	klon zwyczajny	1
	Acer platanoides "Globosum "	klon zwyczajny odmiana kulista	1
	Buxus sempervirens L.	bukszpan wiecznie zielony	pow.~150 m^2
	Caragana arborescens "Pendula"	karagana syberyjska odmiana zwisła	6
	Carpinus betulus L.	grab pospolity	4 130m^2
	Cornus alba L.	dereń biały	100m^2
	Euonymus fortunei 'Emerald Gaiety'	trzmielina Fortune'a 'Emerald Gaiety'	20m^2
	Euonymus fortunei 'Emerald'n Gold'	trzmielina Fortune'a 'Emerald Gold	5m^2
	Fraxinus excelsior l.	jesion wyniosły	23
	Fraxinus excelsior l. Pendula	jesion wyniosły odmiana zwisła	4
	Juglans nigra L.	orzech czarny	18
	Juniperus chinensis L.	jałowiec chiński	1
	Juniperus chinensis Pfitzeriana	jałowiec chiński odmiana Pfitzera	9
	Juniperus horizontalis Moench.	jałowiec płożący	8
	Lonicera tatarica L.	suchodrzew tatarski	4
	Parthenocissus quinquifolia Planch.	winobluszcz pięcioklapowy	35 stanowisk
	Parthenocissus tricuspidata Planch.	winobluszcz trójklapowy	2 stanowiska
	Picea abies Karst.	świerk pospolity	1
	Picea pungens Eng.	świerk kłujący	1
	Quercus rubra L.	dąb czerwony	1
	Robinia pseudoaccacia L.	robinia akacjowa	6
	Sorbaria sorbifolia A.Br.	sorbaria jarzębolistna	3
	Spiraea arguta Zab.	tawuła wczesna	1
	Taxus baccata l.	cis pospolity	3
	Tamarix pentandra Pall.	tamaryszek pięciopręcikowy	1
	Tilia cordata Mill.	lipa drobnolistna	75
	Tilia euchlora k. Koch	lipa krymska	335
	Tilia tomentosa Moench.	lipa srebrzysta	2

3. Wykaz zinwentaryzowanych roślin

LEGENDA

robinia – gatunki aklimatyzowane

●- rośliny stwarzające zagrożenie – do wycinki sanitarnej,

▲ - rośliny do konserwacji

* - nowe nasadzenia

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	bukszpan wiecznie zielony	0,4	0,6	pow.~150 m^2	Żywopłot strzyżony	
	winobluszcz pięcioklapowy	12			Na dziewięciu kolumnach	
	winobluszcz trójklapowy	12			Na dwóch kolumnach	
	winobluszcz pięcioklapowy + winobluszcz trójklapowy	12			Na jednej kolumnie	Usunąć pnącze z kabla elektrycznego
	klon pospolity	20	10	188	Od h~1,7m 2-pienny, w koronie jemioła i suche gałęzie, część korzeni na gruncie	Samosiew, wyrosły w wyniku zaniedbań, Konserwacja
SZPALER I						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	2,5	84		
	lipa krymska	7,0	3	92		
	lipa krymska	7,0	3	94		
	lipa krymska	7,0	2,5	79		
	lipa krymska	7,0	2,5	87		
	lipa krymska	7,0	3	86		
	lipa krymska	7,0	3	89		
	lipa krymska	7,0	2,5	87		
	lipa krymska	7,0	4	110		
1. *	lipa drobnolistna	6,0	3	28	Nowe nasadzenie, korony nie formowane	Wymienić na sadzonki lipy krymskiej, formowane w szkółce o obwodzie pni >35 cm
1. *	lipa drobnolistna	6,0	3	28		
1. *	lipa drobnolistna	6,0	2,5	26		
	lipa krymska	7,0	5	107		
	lipa krymska	7,0	5	107		
1. *	lipa drobnolistna	4,0	2	17	Nowe nasadzenie, korona nie formowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowana w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	2,5	81	Pień wychylony o 10^0	
	lipa krymska	6,0	2	49		
	lipa krymska	7,0	3	96	Do h~1,7m szczelinowe pęknięcie pnia, skalusowane	
	lipa krymska	7,0	4	106		
	lipa krymska	7,0	3	84		
	lipa krymska	7,0	3	96		
	lipa krymska	7,0	4,5	92		
SZPALER II						
korony podniesione na wysokość 3 do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m,						
	lipa krymska	7,0	4	95		
	lipa krymska	7,0	4,5	93	Korona asymetryczna	
	lipa krymska	7,0	4	97	Korona asymetryczna	
	lipa krymska	7,0	4	79		
	lipa krymska	7,0	5	106		
	lipa krymska	7,0	5	102		
	lipa krymska	7,0	4	86		
	lipa krymska	7,0	4,5	94	od h~1,7m do końca ściętego przewodnika otwór szczelinowy kominowego ubytku pnia, częściowo skalusowany	
	lipa krymska	7,0	4	91		
	lipa krymska	7,0	5	108	od h~1,5 do 4,5 m otwór szczelinowy kominowego ubytku pnia	
1. *	lipa drobnolistna	2,5	1,5	17	Nowe nasadzenie, korona nie formowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowana w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	6	3,5	58	Asymetryczna korona, zagłuszona przez topolę rosnąca na parkingu IASE	
1. *	lipa drobnolistna	3,5	1,5	17	Nowe nasadzenie, korona nie formowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowana w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	5	88	Zacieniona przez jesion rosnący na parkingu IASE	
	lipa krymska	7,0	4,5	93		
SZPALER WZDŁUŻ UL. Z. WRÓBLEWSKIEGO – ROSNĄCY W MIEJSCU DAWNEGO ŻYWOPŁOTU GRABOWEGO						
	jesion wyniosły	7	3	50	Rośnie 1m od muru, ubytki kory na pniu	Samosiew
	grab pospolity	8	4	93	Suchy wierzchołek, drobny posusz w koronie, pień żywicuje	Pozostałość dawnego żywopłotu grabowego
	jesion wyniosły	10	6	122	Posusz w koronie	
	tawuła wczesna	1,7	2,5	Pow. 4,7 m^2		
SZPALER III						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4,5	96		
	lipa krymska	7,0	4	93		
	lipa krymska	7,0	4	85		
	lipa krymska	7,0	4	90		
1. ▲	*lipa krymska*	7,0	4	94	Od h 1,5m ubytek szczelinowy pnia wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
1. ▲	*lipa krymska*	7,0	4	97	Od h 1,7m do 5m ubytek szczelinowy pnia wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
1. ▲	*lipa krymska*	7,0	4	100	Od h 0,15m do 4m ubytek szczelinowy pnia wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
	lipa krymska	7,0	5	128		
1. ★	lipa drobnolistna	7,0	2	18	Nowe nasadzenie, korona nie formowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowana w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	4,5	112		
1. ★	*lipa krymska*	7,0	4,5	107	Od h 1,7m do 4m ubytek szczelinowy pnia wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
	lipa krymska	7,0	4,5	107	Od h 1,7m do 4m ubytek szczelinowy pnia wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
	lipa krymska	7,0	4	61		
	lipa krymska	7,0	5	96		
	lipa krymska	7,0	4,5	95		
	lipa krymska	7,0	5	97	U podstawy zgrubienie pnia- ślady szczepienia	
	lipa krymska	7,0	6	116	Od h 2 do 4m skalusowane pęknięcie pnia	
1. ★	*lipa krymska*	7,0	5	115	do h~3,5 m ubytek szczelinowy pnia szer. 10cm wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
	lipa krymska	7,0	4,5	102		
	lipa krymska	7,0	4	111		
	lipa krymska	7,0	4	81		
	lipa krymska	7,0	4,5	110	do h~3,5 m ubytek szczelinowy pnia szer. 10cm wypełniony gruzem ceglanym i zaprawą cementową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
1. ★	lipa drobnolistna	4	1,2	17	Nowe nasadzenie, korona nie formowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7	5	71		
	jałowiec płożący -4 szt	0,4	1,5	Pow~5m^2	Rośnie na komorze ciepłowniczej otoczonej murkiem h 40cm	
SZPALER IV						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	ajlant gruczołkowaty	22	16	112+327	Od h 1,2 m 2 pienny, drobny pososz w koronie Około 40- letni samosiew	
	lipa krymska	7,0	3	94		
	lipa krymska	7,0	4	80		
	lipa krymska	7,0	4	85		
	lipa krymska	7,0	4,5	86		
	lipa krymska	7,0	4	85		
	lipa krymska	7,0	4	84		
	lipa krymska	7,0	4	90		
	lipa krymska	7,0	4	84		
	lipa krymska	7,0	4,5	83		
	lipa krymska	7,0	4,4	96		
82 A	*lipa krymska*	7,0	5	83		
	lipa krymska	7,0	5	115		
	lipa krymska	7,0	5	115	Od h 0,1 do 0,5 m skalusowany ubytek pnia szer. 10cm	
	lipa krymska	7,0	4	84		
	lipa krymska	7,0	4	86		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	4	90		
	lipa krymska	7,0	4	84	Na h~1m ubytek wgłębny pni o pow. 15x8cm skalusowany	
	lipa krymska	7,0	4	94		
	lipa krymska	7,0	4	85		
	lipa krymska	7,0	4	93		
	lipa krymska	7,0	4	93		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	4	102		
	lipa krymska	7,0	4	63	Pień wychylony	
SZPALER V						
Pierśnica podana w przybliżeniu, gdyż pnie oszalowane deskami ze względu na remont Pawilonu Czterech Kopuł, korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
97-108	*lipa krymska*	7,0	4-4,5	Ø28-32		
109-121	*lipa krymska*	7,0	4	Ø28-32		
SZPALER VI						
Pierśnica podana w przybliżeniu, gdyż pnie oszalowane deskami ze względu na remont Pawilonu Czterech Kopuł, korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
122*	lipa drobnolistna	3,5	1,5	17	Nowe nasadzenia , nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
123-137	*lipa krymska*	7	4	Ø28-35		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
SZPALER VII						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4	92		
	lipa krymska	7,0	4	96		
	lipa krymska	7,0	3	63		
	lipa krymska	7,0	4	91		
	lipa krymska	7,0	4	79		
	lipa krymska	7,0	3	83		
	lipa krymska	7,0	3	87		
	lipa krymska	7,0	3	72		
	lipa krymska	7,0	3	77		
	lipa krymska	7,0	3	69		
	lipa krymska	7,0	3	75		
	lipa krymska	7,0	3	96		
	lipa krymska	7,0	3	88		
138 O	Ścięty pień lipy drobnolistnej, z którego pobrano próbkę do badań wieku			Ø28+ Ø 24		Po wykarczowaniu pnia uzupełnić szpaler poprzez posadzenie sadzonki lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	3	84		
	lipa krymska	7,0	3	77		
	lipa krymska	7,0	3	76		
	lipa krymska	7,0	3	97		
	lipa krymska	7,0	3	91		
SZPALER VIII						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	3	117		
	lipa krymska	7,0	4,5	113	Zgrubienia na pniu	
	lipa krymska	7,0	4	74		
	lipa krymska	7,0	5	90		
	lipa krymska	7,0	4,5	76		
	lipa krymska	7,0	3	68		
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	3	75	Wypełnienie ubytku betonem	Po wykonaniu ekspertyzy ewentualnie oczyścić ubytek usuwając betonową plombę
	lipa krymska	7,0	3	54		
	lipa krymska	7,0	4	91		
	lipa krymska	7,0	4	86		
	lipa krymska	7,0	4	88		
	lipa krymska	7,0	4	68		
	lipa krymska	7,0	3,5	79		
	lipa krymska	7,0	3	86		
	lipa krymska	7,0	3,5	89		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa krymska	7,0	3	92		
	lipa krymska	7,0	3	91		
SZPALER IX						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4	92		
	lipa krymska	7,0	4	96	Do h~1,5m skalusowany ubytek kory szer.11 cm	
	lipa krymska	7,0	4	92		
	lipa krymska	7,0	4	73		
	lipa krymska	7,0	4	79		
	lipa krymska	7,0	4	85		
	lipa krymska	7,0	4	93		
	lipa krymska	7,0	3	77		
	lipa krymska	7,0	3	65		
	lipa krymska	7,0	4	97		
	lipa krymska	7,0	3,5	80		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	4	88		
	lipa krymska	7,0	4	89		
	lipa krymska	7,0	4	83		
	lipa krymska	7,0	4	86		
	lipa krymska	7,0	4	117		
SZPALER X						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4	72		
138 *	lipa drobnolistna	3,5	1,5	21	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	2,5	71	Od h0,8do 1,5 ubytek wgłębny pnia szer. 10cm	
	lipa krymska	7,0	3,5	77		
	lipa krymska	7,0	3,5	76		
	lipa krymska	7,0	3	78		
	lipa krymska	7,0	3	73		
	lipa krymska	7,0	3	68		
	lipa krymska	7,0	3,5	78		
	lipa krymska	7,0	3	69		
	lipa krymska	7,0	3	86		
	lipa krymska	7,0	3	62		
	lipa krymska	7,0	3	79		
	lipa krymska	7,0	3	82		
	lipa krymska	7,0	4	76		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa krymska	7,0	4	79	Do h~4m otwarty ubytek szczelinowy pnia.	
	lipa krymska	7,0	3	88		
	lipa krymska	7,0	3	96		
SZPALER XI						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość 4do 5m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4,5	78		
138 *	lipa drobnolistna	10	2	36	Nowe nasadzenia, formowana w kwadrat.	Właściwe uzupełnienie szpaleru
	lipa krymska	7,0	3	101	Od h1 do 2m otwór szczelinowy ubytku kominowego pnia, wyczyszczony do drewna , zaimpregnowany.	
	lipa krymska	7,0	3	83		
	lipa krymska	7,0	3	70		
	lipa krymska	7,0	4	84		
	lipa krymska	7,0	3,5	86		
	lipa krymska	7,0	4	102	Do h 1m ubytek wgłębny pnia, wyczyszczony do drewna , zaimpregnowany.	
	lipa krymska	7,0	3,5	72		
	lipa krymska	7,0	3	78		
	lipa krymska	7,0	3,5	87		
	lipa krymska	7,0	3,5	82	Od 0,9 do 1,3m skalusowany ubytek pnia	
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	2,5	74	Do h1m ubytek pnia szer. ~20cm wypełniony plombą betonową	Po ekspertyzie – ewentualnie usunąć wypełnienie , oczyścić wnętrze pnia
	lipa krymska	7,0	4	100		
	lipa krymska	7,0	4	81		
	lipa krymska	7,0	4	87		
138 *	lipa drobnolistna	3,0	1,5	17	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	3,5	119	Suchy wierzchołek i konary, zasycha	Wykonać ekspertyzę i ewentualnie wyciąć i wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
SZPALER XII						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
138 *	lipa drobnolistna	4,0	1,5	29	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
138 *	lipa drobnolistna	4,0	2	28	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	6	86		
	lipa krymska	7,0	6	102		
	lipa krymska	7,0	6	122		
	lipa krymska	7,0	5	88		
138 *	lipa drobnolistna	3,5	2	17	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	4,5	79		
	lipa krymska	7,0	5	80		
	lipa krymska	7,0	5	87		
	lipa krymska	7,0	4	78		
	lipa krymska	7,0	4	80		
	lipa krymska	7,0	5	83		
	lipa krymska	7,0	2,5	62	Pień wychylony pod kątem 10^0	
	lipa krymska	7,0	6	90		
	lipa krymska	7,0	5	96		
	lipa krymska	7,0	4,5	84		
	lipa krymska	7,0	4	107		
SZPALER XIII						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	5	121	Otarcia kory na pniu	
	lipa krymska	7,0	4,5	77		
	lipa krymska	7,0	4,5	118		
	lipa krymska	7,0	5	83		
	lipa krymska	7,0	5	89		
	lipa krymska	7,0	5	75		
	lipa krymska	7,0	6	112		
	lipa krymska	7,0	4	100		
	lipa krymska	7,0	5	103		
	lipa krymska	7,0	6	132		
138 *	lipa drobnolistna	3,5	1,2	15	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	6	150		
	lipa krymska	7,0	4	89		
	lipa krymska	7,0	4	90		
	lipa krymska	7,0	5	114		
SZPALER XIV						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa krymska	7,0	4	96		
	lipa krymska	7,0	4	103		
138 *	lipa drobnolistna	3,5	1,5	15	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	5	93		
	lipa krymska	7,0	6	104		
	lipa krymska	7,0	5	85		
	lipa krymska	7,0	4	83		
266A	*lipa krymska*	7,0	4	77		
	lipa krymska	7,0	5	110		
	lipa krymska	7,0	6	130	Do h 1,7m ubytek wgłębny pnia szer. 30cm , wyczyszczony do drewna , zaimpregnowany	
	Kwietnik bet. z jałowcem płożącym				W miejscu wyciętej lipy	Uzupełnić szpaler poprzez posadzenie sadzonki lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	8,0	8	120		
	lipa krymska	8,0	6	129		
	lipa krymska	7,5	5	130		
SZPALER XV						
rozstawa co ~2,9x2,9 m,						
	lipa drobnolistna- 19szt.	4-4,5	1-2	20-22	nowe nasadzenia	Rozpocząć formowanie drzewek w sześciany prowadząc do parametrów istniejących zabytkowych szpalerów wokół Hali Stulecia
SZPALER XVI						
- nieregularne rozstawa, korony nie formowane						
	lipa krymska	14	7	102		
	lipa krymska	14	7	103		
	lipa krymska	12	7	86		
	lipa krymska	14	7	102		
	lipa krymska	14	7	97		
	lipa drobnolistna	10	6	56	Pień wychylony, otarcia kory na pniu	
SZPALER XVII						
rozstawa co ~2,8x2,8 m,						
	lipa drobnolistna- 14szt.	4-4,5	1-1,5	20-22	nowe nasadzenia	Rozpocząć formowanie drzewek w sześciany prowadząc do parametrów istniejących zabytkowych szpalerów wokół Hali Stulecia
SZPALER XVIII						
rozstawa co ~2,8x2,8 m,						

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa drobnolistna- 13 szt	4-4,5	1-1,5	20-22	nowe nasadzenia	Rozpocząć formowanie drzewek w sześciany prowadząc do parametrów istniejących zabytkowych szpalerów wokół Hali Stulecia
SZPALER XIX						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4,5	120		
	lipa krymska	7,0	4,5	93		
	lipa krymska	7,0	5	93		
138 *	lipa drobnolistna	3,5	1,5	15	Nowe nasadzenia, nieformowana	
	lipa krymska	7,0	4,5	123		
	lipa krymska	7,0	4,5	98		
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	5	75	Na h1,6m otwór o średnicy 10 cm, wypełniony plombą z gruzu ceglanego i zaprawy	Po wykonaniu ekspertyzy - oczyścić ubytek, usunąć plombę
	lipa krymska	7,0	5	112		
	lipa krymska	8,0	5	142		
138 *	lipa drobnolistna	2,0	1,5	15	Nowe nasadzenia, nieformowana, złamany wierzchołek	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
138 *	lipa drobnolistna	3,5	1,3	15	Nowe nasadzenia, ścięty wierzchołek nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	5	82		
	lipa krymska	7,0	5	110	Otarcia kory na pniu	
138 ▲	lipa krymska	7,0	4	112	Na h~4m pęknięty pień w miejscu rozgałęzienia konarów, na h~2m otwór ubytku pnia 30x15 cm , wypełniony plombą z gruzu ceglanego i zaprawy	Po wykonaniu ekspertyzy - oczyścić ubytek, usunąć plombę
	lipa drobnolistna	7,0	4	59		
	lipa krymska	7,0	6	130		
SZPALER XX						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4,5	138		
	lipa krymska	7,0	4,5	99		
	lipa krymska	7,0	5	100		
	lipa krymska	7,0	4,	76		
	lipa krymska	7,0	5	102		
	lipa krymska	7,0	4	74		
	lipa krymska	7,0	5	125		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa krymska	7,0	5	107		
138 *	lipa drobnolistna	4	2,5	18	Nowe nasadzenia, nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	5	100		
	lipa krymska	7,0	5	100		
	lipa krymska	7,0	5	102		
138 *	lipa drobnolistna	4	1,5	27	Nowe nasadzenia, ścięty wierzchołek nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
138 *	lipa drobnolistna	3	1,3	15	Nowe nasadzenia, ścięty wierzchołek nieformowana	Wymienić na sadzonkę lipy krymskiej, formowanej w szkółce, o obwodzie pni >35 cm
	lipa krymska	7,0	4,5	144		
TEREN POMIĘDZY BUDYNKIEM A KŁADKĄ PIESZĄ						
Fragment szpaleru lipowego nieformowanego						
	lipa krymska	12,0	8	116		
	lipa krymska	12,0	7	96		
	wiśnia owocowa	2,5	2	45		
	wiśnia owocowa	2,5	2	38		
	wiśnia owocowa	2,0	2	40		
138 ▲	suchodrzew tatarski	3-4	2-4	-	Szpaler formowany, rozstawa sadzenia ~2m	Wykonać cięcia odmładzające
SZPALER XXI						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4	120		
	lipa krymska	7,0	5	100		
	lipa krymska	7,0	4,5	84		
	lipa krymska	7,0	4	83		
	lipa krymska	7,0	5	109		
	lipa krymska	7,0	4	133		
	lipa krymska	7,0	4.5	100		
	lipa krymska	7,0	3,5	69		
	lipa krymska	7,0	5	120		
	lipa krymska	7,0	5	106		
	lipa krymska	7,0	4	75		
	dąb czerwony	8,0	3	87		
	lipa krymska	7,0	4,5	88		
	lipa krymska	7,0	5	96		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	5	128	Pień wychylony	
	lipa krymska	7,0	4,5	80		
SZPALER XXII						

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	5	135		
	lipa krymska	7,0	4,5	103		
138 A	*lipa krymska*	7,0	4	88		
338	*lipa srebrzysta*	7,0	3	53		
	lipa srebrzysta	7,0	3,5	93		
	lipa krymska	7,0	4	94	Od h 0,4 do 1,2m otwór szczelinowy ubytku kominowego pnia	
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	4	89	do 1m otwór szczelinowy ubytku kominowego pnia wypełniony plombą z gruzu ceglanego i zaprawy	Wykonać ekspertyzę po której ewentualnie oczyścić ubytek, usunąć plombę
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	4	90	do 1,2m otwór szczelinowy ubytku kominowego pnia wypełniony plombą z gruzu ceglanego i zaprawy	Wykonać ekspertyzę po której ewentualnie oczyścić ubytek, usunąć plombę
	lipa krymska	7,0	4	108		
	lipa krymska	7,0	3	65	Pień pochylony pod kątem 10^0	
	lipa krymska	7,0	4	113		
	lipa krymska	7,0	4	111		
	lipa krymska	7,0	4	80		
	lipa drobnolistna	7,0	3	55		
	lipa drobnolistna	7,0	3	64		
	lipa krymska	7,0	3,5	93		
SZPALER XXIII						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	3,5	99		
	lipa krymska	7,0	4	101		
	lipa krymska	7,0	4	89	Uszkodzenia kory	
	lipa krymska	7,0	4	94		
	lipa krymska	7,0	4	90		
	lipa krymska	7,0	4	75		
	lipa krymska	7,0	4	78		
	lipa krymska	7,0	4	75		
	lipa krymska	7,0	4	80		
	lipa krymska	7,0	4	86		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	4	76		
	lipa krymska	7,0	4	82		
	lipa krymska	7,0	3,5	81		
	lipa krymska	7,0	3	61		
	lipa krymska	7,0	4	102		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa krymska	7,0	4	89		
SZPALER XXIV						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4	102		
	lipa krymska	7,0	4	86		
	lipa krymska	7,0	3,5	96		
	lipa krymska	7,0	3,5	80		
	lipa krymska	7,0	3	75	Uszkodzenia kory	
	lipa krymska	7,0	4	92		
	lipa krymska	7,0	3,5	84		
	lipa drobnolistna	6,0	2	55		
	lipa krymska	7,0	3,5	88		
	lipa krymska	7,0	3,5	89		
	lipa krymska	7,0	3,5	81		
	lipa krymska	7,0	3,5	94		
	lipa krymska	7,0	4	100		
	lipa drobnolistna	7,0	4,5	50		
	lipa krymska	7,0	4	91		
	lipa krymska	7,0	4	98		
	lipa krymska	7,0	4,5	100		
SZPALER XXV						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa drobnolistna	7,0	4	80		
	lipa krymska	7,0	4	90		
	lipa krymska	7,0	4	95		
	lipa krymska	7,0	3,5	66		
	lipa krymska	7,0	4,5	95		
	lipa krymska	7,0	4	86		
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	4	94	Na h 1,2m otwór 30x5 cm i u podstawy pnia o pow. 10x5 cm ubytku kominowego wypełnione betonem	Wykonać ekspertyzę po której ewentualnie oczyścić ubytek, usunąć plombę
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	4	100	Na h 1,2m otwór 12x5 cm ubytku kominowego wypełnione betonem	Wykonać ekspertyzę po której ewentualnie oczyścić ubytek, usunąć plombę
	lipa drobnolistna	7,0	3	42		
	lipa krymska	7,0	3,5	94		
	lipa krymska	7,0	4	85		
	lipa krymska	7,0	4	89		
	lipa krymska	7,0	3,5	89		
	lipa krymska	7,0	2,5	65		
	lipa krymska	7,0	4	92		
	lipa krymska	7,0	3,5	86		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	lipa krymska	7,0	4	108		
SZPALER XXVI						
korony asymetryczne od strony zewnętrznej, korony podniesione na wysokość do 4m rozstawa sadzenia ~3x3m, odległość między szpalerami ~6m						
	lipa krymska	7,0	4	113		
	lipa krymska	7,0	4,5	98		
	lipa krymska	7,0	3	84		
	lipa krymska	7,0	4	90		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	4	87		
	lipa krymska	7,0	3,5	56		
	lipa krymska	7,0	4,5	94		
	lipa krymska	7,0	4	55		
	lipa krymska	7,0	4	97		
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	4	80	Od h 0,8 do 1,5 m ubytek wypełnione betonem	Wykonać ekspertyzę po której ewentualnie oczyścić ubytek, usunąć plombę
	lipa krymska	7,0	4	80		
138 ▲	*lipa krymska*	7,0	4	82	Na h 0,7m m ubytek o pow. 15x5 cm wypełnione betonem	Wykonać ekspertyzę po której ewentualnie oczyścić ubytek, usunąć plombę
	lipa krymska	7,0	4	92		
	lipa drobnolistna	7,0	3	57		
	lipa krymska	7,0	3,5	85		
	lipa krymska	7,0	3,5	84		
	lipa krymska	7,0	4	97		
	lipa krymska	7,0	4	99		
BEZPOŚREDNIE OTOCZENIE BUDYNKU HALI STULECIA – ŚCIANY OBWODOWE						
	dereń biały	1		pow.~50m^2	formowany	
	dereń biały	1		pow.~50m^2	formowany	
	winobluszcz pięciolapowy				Na elewacjach budynku Hali	
	trzmielina Fortune'go odm. złota			pow.~20m^2		Uzupełnić nasadzenia
	trzmielina Fortune'go odm. pstra			pow.~5m^2		
PAS ZIELENI WZDŁUŻ UL. Z. WRÓBLEWSKIEGO						
	grab pospolity	2,3	2	110m^2	Żywopłot strzyżony	
	karagana syberyjska odm zwisła	1,5	1,5	23	Szczepiona na pniu	
	jałowiec chiński odm Pfitzera	2		pow.~25m^2		
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,5		pow.~9m^2		
	karagana syberyjska odm zwisła	1,1	1,2	22		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	karagana syberyjska odm zwisła	1,3	1,2	26		
	jałowiec chiński odm Pfitzera pstra	3	2		Rosną razem	
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,2		pow.~9m^2		
	cis pospolity	3,5	5	pow.~1,6 m^2		
	karagana syberyjska odm zwisła	2	2	46	Popękany pień, odrośla korzeniowe	
138 ●	jesion wyniosły	6	2	84	Mocno zredukowana korona	Wycinka ze względów kompozycyjnych
138 ●	jesion wyniosły	7	4	79	Mocno zredukowana korona	Wycinka ze względów kompozycyjnych
	świerk kłujący	12	6	174	Posusz w koronie, żywicujący pień	
138 ●	świerk pospolity	7	4	81	Do h~2,8 m brak kory na 1/ 4 pnia, posusz w koronie	Wycinka ze względów sanitarnych
	karagana syberyjska odm zwisła	1,2	1,0	23		
	jesion wyniosły f. zwisła	4	3,5	46	Drobny posusz w koronie	
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,0	3,5	pow.~9m^2		
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,0	3,5	pow.~9m^2		
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,0	3,5	pow.~9m^2		
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,0	3,5	pow.~9m^2		
	karagana syberyjska odm zwisła	1,7	1,7	42	Popękany pień,	
	cis pospolity	3,5	5	pow.~19m^2		
	grab pospolity	2,0	0,7	pow.~37m^2	Żywopłot strzyżony	
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,4	2,5	pow.~5m^2		
	jałowiec płożacy	1	5	pow.~20m^2		
	jałowiec chiński odm Pfitzera	2,5	6	pow.~28m^2		
	jałowiec chiński odm Pfitzera	1,5	5	pow.~20m^2		
	jałowiec płożacy	0,6	4	pow.~12,5 m^2		
	tamaryszek drobnokwiatowy	5	6	pow.~28m^2		
	jałowiec płożacy	0,6	4	pow.~12,5 m^2		
	jałowiec sabiński	2	4	pow.~12,5 m^2		
	jałowiec płożacy	0,6	4	pow.~12,5 m^2		
	jałowiec płożacy	1,5	5	pow.~20m^2		
	sorbaria jarzębolistna -4 szt	2-4	1,5-3,0			
138 ▲	klon pospolity f. kulista	14	12	185	Nieformowany, drobny posusz	Wykonać cięcia formujące

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	grab pospolity -3 szt	2	2	30+32+15	Fragment żywopłotu strzyżonego	
	jałowiec płożący- 4 szt	0,8	5	pow.~25m^2		
	jesion wyniosły f. zwisła	4	4	48		
	jesion wyniosły f. zwisła	4	4	49		
138 ▲	*robinia akacjowa*	18	10	147+127	Od h~1m 2-pniowa, ubytki w połączeniu pni, zredukowana korona, 5 stanowisk jemioły, posusz	Oczyścić koronę z posuszu i jemioły
	orzech czarny	10	5	85		
	orzech czarny	8	4	80		
	jesion wyniosły	16	10	136	Drobny posusz w koronie	Oczyścić koronę z posuszu
PAS ZIELENI WZDŁUŻ UL. Z. WRÓBLEWSKIEGO PRZY TORACH TRAMWAJOWYCH						
	jesion wyniosły	18	10	Ø55		
	jesion wyniosły	16	10	Ø45		
	jesion wyniosły	16	8	Ø40		
	jesion wyniosły	16	7	Ø35		
	orzech czarny	14	9	Ø35		
	jesion wyniosły	14	7	Ø32		
	orzech czarny	18	14	264	od h~4m 4-pienny, zredukowana korona, jemioła	
138 ▲	*orzech czarny*	18	10	190	od h~3,5m 3-pienny, zredukowana korona, posusz	Oczyścić koronę z posuszu
	jesion wyniosły	10	5	Ø15		
	jesion wyniosły	14	8	Ø45		
	jesion wyniosły	10	6	Ø15		
	jesion wyniosły	8	4	Ø20		
	orzech czarny	16	8	Ø45		
	orzech czarny	16	8	Ø50		
	orzech czarny	16	8	Ø50		
	jesion wyniosły	7	4	Ø15		
	orzech czarny	7	4	Ø20		
	orzech czarny	16	10	Ø60		
	robinia akacjowa	18	12	Ø75		
	orzech czarny	8	8	Ø40		
	robinia akacjowa	8	5	Ø15		
	orzech czarny	8	4	Ø23		
	robinia akacjowa	14	7	Ø35		
	orzech czarny	14	8	Ø38		
	orzech czarny	14	8	117		
	orzech czarny	14	8	116	Zredukowana korona z posuszem	Oczyścić koronę z posuszu
	orzech czarny	10	7	86	Ścięty wierzchołek	
	jesion wyniosły	8	5	53		

Nr zgodny z nr na rys.	Botaniczna nazwa polska:	Wysokość w m	Rozpiętość korony w m	Obwód lub Ø średnica w cm /pow. w m^2	Uwagi o stanie zachowania, formie itp.	Wytyczne do gospodarki drzewostanem (wycinki, konserwacja pielęgnacja)
	dąb szypułkowy	10	10	9	Od strony jezdni ścięty konar boczny, miejsce cięcia żywicuje	
	jesion wyniosły	6	3	58	Ścięty wierzchołek	
	jesion wyniosły	6	5	81	Posusz w koronie	Oczyścić koronę z posuszu
138 •	jesion wyniosły	4	1	21	Usycha , złamany przewodnik	wyciąć
	jesion wyniosły	6	4	59	Ścięty wierzchołek	
	jesion wyniosły	6	4	50		
	orzech czarny	8	6	84		
	orzech czarny	10	7	79		
	jesion wyniosły	7	4	87		
	jesion wyniosły	10	7	110	Zredukowana korona	

.

4. Opis stanu zachowania i sanitarnego istniejącego drzewostanu.

Zieleń bezpośrednio otaczająca Halę Stulecia została posadzona ok. 1920 roku jako element urządzenia Terenów Wystawowych.

Siedlisko przyrodnicze opracowywanego obszaru jest charakterystyczne dla Wielkiej Wyspy. Charakteryzuje je zmienny poziom wód gruntowych, wynikający z budowy geologicznej gruntu - geologicznych warstw nieprzepuszczalnych.

Z racji pełnionej funkcji Tereny Wystawowe nie były i nie są parkiem. Charakteryzuje je przewaga nawierzchni utwardzonych nad powierzchniami zielonymi, co wywiera istotny wpływ na warunki rozwoju roślin. Również forma zieleni, intensywnie strzyżone szpalery lipowe stanowiące główny element kompozycji, ma wpływ na stan drzew.

Stan sanitarny drzewostanu założenia zielni wokół Hali Stulecia można określić jako dobry. Na ponad sześćset sztuk zinwentaryzowanego drzewostanu tylko 4 egzemplarze drzew są w tak złym stanie sanitarnym, że kwalifikują się do usunięcia, a około 16 sztuk drzew wymaga wykonania pielęgnacji i konserwacji.

Formowane w kwadrat szpalery lipowe, były systematycznie uzupełniane o nowe nasadzenia, dlatego wiek poszczególnych lip jest różny i trudny do określenia. Różny jest również stan ich zachowania. Najlepiej zachowane są szpalery w inwentaryzacji dendrologicznej oznaczone nr IV, V, VIII, X, XXI, XXIII, XXIV, w których lipy krymskie mają prawie jednakowe parametry, świadczące o tym samym okresie posadzenia, nie ma ubytków drzew w szpalerach i uzupełnień nowymi sadzonkami.

Lipy w szpalerach rosną w dużym zagęszczeniu, zostały posadzone są co 3m. Powierzchnia gruntu wokół pni jest ograniczona przez nieprzepuszczalne, bitumiczne nawierzchnie. Oba te czynniki spowodowały pogorszenie ich warunków życiowych. Widoczne są różnice w rozwoju drzew spowodowane warunkami wzrostu – lipy rosnące na końcach szpalerów, mają większe obwody pni – różnice do 20cm, a ich korony są lepiej rozwinięte.

Wynikiem trudnych warunków jest wolniejszy rozwój drzew – mniejszy przyrost obwodów pni oraz powstałe w wyniku źle przeprowadzonych cięć konarów ubytki pni. W rezultacie 20 sztuk lip w szpalerach ma rozległe ubytki pni.

Na przestrzeni lat ubytki te były poddawane różnym rodzajom konserwacji.

Ubytki w 10 drzewach zostały wypełnione gruzem ceglanym i zaprawą cementowo-wapienną, a w 6 betonem. Powyższe drzewa wymagają ekspertyzy stwierdzającej czy należy usunąć plomby, czy mniejszą szkodą będzie ich pozostawienie.

Cztery lipy mają ubytki pnia wyczyszczone do drewna i zaimpregnowane, zgodnie z zasadami chirurgii drzew obowiązującymi w latach 90. XX w.

Wieloletnie formowanie koron spowodowało ich zniekształcenie, a niewłaściwe wykonanie cięć konarów przyczyniło się do powstania zranień konarów i wytworzenia posuszu w koronach.

Szpalery były niewłaściwie strzyżone – cięcia przeprowadzono na nierównej wysokości, korony nie strzyżone w trapez.

Szpalery zostały uzupełnione o 25 nowych, nieformowanych sadzonek lip drobnolistnych, gatunkiem i formą niezgodnych z składem historycznych szpalerów.

W alei orzechów czarnych nasadzonych wzdłuż torowiska tramwajowego przy ul. Z. Wróblewskiego zachowały się nieliczne stare egzemplarze nr wg inwentaryzacji 474 i 475. Aleja ta jest obecnie uzupełniona jesionami.

Drzewa wzdłuż torowiska mają ze względu na kolizję z sieciami zredukowane korony.

Prawdopodobnie w latach 40. XX wieku kompozycję zieleni wokół Hali Stulecia od strony ul. Z. Wróblewskiego uzupełniono o żywopłot grabowy i kompozycją z drzew iglastych.

W latach 80. XX w. żywopłot grabowy został zrekonstruowany i uzupełniony kompozycją z krzewów iglastych i form zwisłych karagany i jesionów.

W roku 2013 po wybudowaniu parkingu podziemnego od strony Hali posadzone zostały swobodne, nieformowane szpalery lip drobnolistnych.

5. Próba analizy wiekowej drzewostanu na podstawie pobranej próbki

Na potrzeby opracowania dr inż. Monika Ziemiańska z Instytutu Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadziła badania mające na celu określenie wieku drzewa w alei przy Hali Stulecia we Wrocławiu.

Badania dotyczyły tylko jednego drzewa, które zostało ścięte przed około 10 laty. Pozostałych drzew nie badano, gdyż wymaga to zastosowania metod inwazyjnych, a ich wiek można określić na podstawie badań archiwalnych.

Okazało się, że ścięte drzewo to lipa drobnolistna (*Tilia cordata* L.), którą prawdopodobnie posadzono w 1948 roku w miejscu egzemplarza uszkodzonego w czasie wojny lub uschniętego. Przy czym wykorzystano materiał szkółkarski z lat 1936 – 1945(1947). Uzupełnienie istniejących nasadzeń można wiązać z pracami przy organizacji we Wrocławiu w 1948 roku Wystawy Ziem Odzyskanych.

Istotne dla niniejszego opracowania jest wynikające z ekspertyzy potwierdzenie, że wokół Hali Stulecia są warunki siedliskowe, które ograniczają rozwój drzew. Dodatkowy czynnik to regularne formowanie koron, wynikające z przyjętego rozwiązania artystycznego.

Pełny tekst opinii w załączeniu.

6. Dokumentacja fotograficzna istniejącego drzewostanu – czerwiec 2015.

6.1. WIDOKI SZPALERÓW

1.1. Kolumnada wejścia głównego porośnięta winobluszczami nr 2,3,4 i żywopłotem z bukszpanu nr 1.

1.2. Widok na szpaler lipowy Nr I.

1.3. Widok na drogę między szpalerami Nr II I III.

1.4. Widok na szpaler lipowy Nr III.

1.5. Widok na szpaler lipowy Nr IV.

1.6. Widok na szpaler lipowy Nr VI.

1.7. Widok na szpaler lipowy Nr VII.

1.8. Widok na drogę między szpalerami Nr VII i VIII.

1.9. Widok w kierunku parkingu na drogę między szpalerami Nr XI i XII.

1.10. Widok od strony Hali stulecia na trawnik zamieniony w parking i szpaler nr XII.

1.13. Szpaler przy byliniarni – lipy nr 274-279.

1.14. Widok na szpalery Nr XXII i XIX.

6.2. WIDOKI DRZEW I KRZEWÓW

2.1. Nr 5 klon pospolity.

2.2. Nr 72 ajlant gruczołkowty.

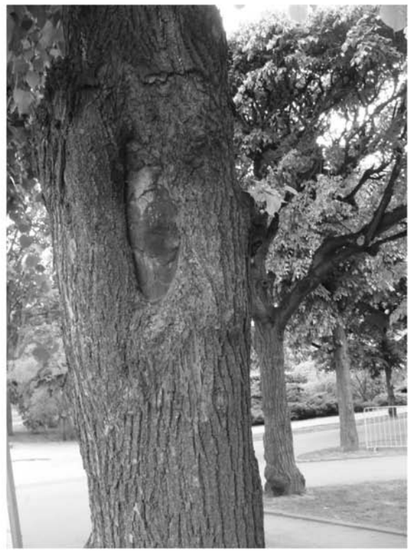
2.3. Nr 15 lipa – skalusowane ślady po usuniętych odroślach korzeniowych na pniu.

2.4. Nr 62 lipa - ślady szczepienia na pniu.

2.5. Nr 53 lipa-częściowo skalusowany ubytek pnia.

2.6. Nr 64 lipa – ubytek pnia wypełniony plombą z gruzu ceglanego i zaprawy.

2.7. Nr 221 lipa- ubytek pnia wypełniony betonem.

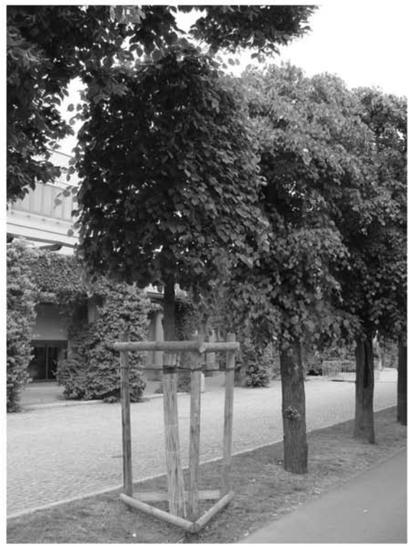


2.8. Nr 269 lipa z ubytkiem wypełnionym betonem.

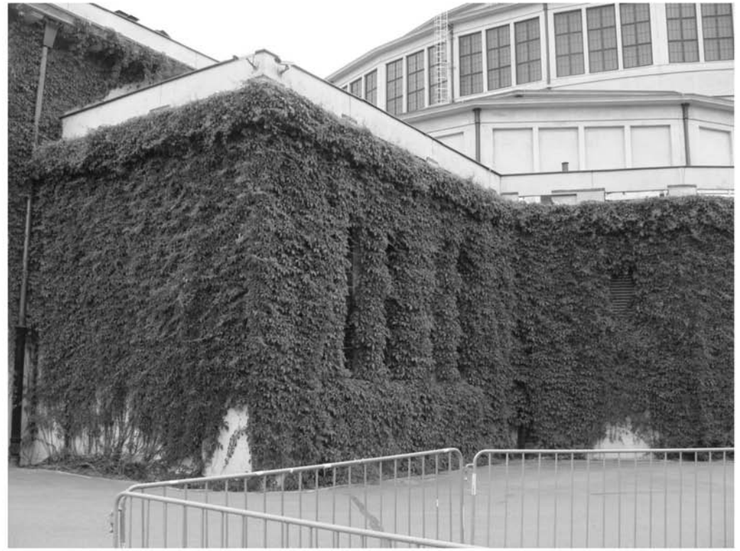
2.9. Nr 211 lipa – wyczyszczony do drewna i zaimpregnowany ubytek pnia.

2.10. Nr 216 lipa- wyczyszczony do drewna i zaimpregnowany ubytek pnia.

2.11. Widok na nowe uzupełniające nasadzenia lip nr 15,16,17 w szpalerze I.



2.12. Nr 210 lipa - nowe właściwe uzupełnienie szpaleru, formowane w szkółce



2.13. Północnowschodnia elewacja Hali Stulecia porośnięta winobluszczem pięcioklapowym nr 423.

2.14. Widok od strony Hali na żywopłot grabowy nr 447 , jałowce nr 448 do 452 i tamaryszek nr 453.

2.15. Nr 458 sorbaria jarzębolistna przy kładce do Ogrodu Zoologicznego.

2.16. Jesiony forma zwisła nr 462 i 463.

III. ANALIZA KOMPOZYCYJNO-HISTORYCZNA ZAŁOŻENIA ZIELENI WOKÓŁ HALI STULECIA

Za autora koncepcji urbanistycznej i architektonicznych Terenów Wystawowych roku 1913 uznaje się Hansa Poelziga (Ilkosz 2005, s. 93). Na podstawie przekazów archiwalnych można uznać, że w wypadku bezpośredniego otoczenia Hali Stulecia ostateczną decyzję o formie jego urządzenia podjął po 1918 roku Maks Berg, który uszanował wizję współpracownika.

Kompozycja Terenów Wystawowych została podporządkowana Hali Stulecia, umieszczonej na przecięciu dwu prostopadłych osi, z których dłuższa (północ–południe) rozpoczęta wierzchołkiem paraboli kolumnady, przechodzi w kierunku południowym przez ul. Z. Wróblewskiego, gdzie znajdowała się druga część ekspozycji. Oś krótsza rozpoczynała się na wschodzie pawilonem Wystawy Ogrodowej, by na zachodzie wyznaczyć oś wejścia głównego na Tereny Wystawowe.

Przejrzystość struktury i monumentalizm głównej budowli Terenów Wystawowych podkreślić miała otaczającą Halę Stulecia wysoka zieleń. Zgeometryzowane, regularnie nasadzone szpalery drzew miały obramiać narożnie trójkątne ćwiartki czworoboku o bokach ok. 160, którego przekątne przechodziły przez środek Hali Stulecia, krzyżując się pod kątem 45º z wspomnianymi osiami głównymi. Taki układ ukazuje projekt Wystawy Stulecia, wykonany w sierpniu 1912 roku przez studentów Królewskiej Szkoły Sztuki i Rzemiosła Artystycznego we Wrocławiu (Ilkosz 2005, il. 123). Wizja ta posłużyła Hansowi Leistikowi do sporządzenia kolorowanego rysunku perspektywicznego ukazującego Halę Stulecia, którą otaczają szpalery drzew o formowanych koronach (Ilkosz 2005, il. 150) oraz stała się podstawą do widoku Terenów Wystawowych z lotu ptaka umieszczonego na oficjalnym przewodniku po Wystawie Stulecia. Jednak ostatecznie w roku 1913 szpalerów nie nasadzono, jedynie na czas trwania ekspozycji podkreślono drzewkami pomarańczowymi w kubłach obrzeża trójkątnych ćwiartek czworoboku, pośrodku których stanęły tymczasowe, klasycystyczne pawilony, a prostokątny dziedziniec przed głównym wejściem do Hali Stulecia udekorowano dwoma rzędami kubłów ze strzyżonymi wawrzynami (Ilkosz 2005, il. 128, 196).

Stan zieleni wokół Hali Stulecia po zamknięciu Wystawy Stulecia ukazuje plan Akta miasta Wrocławia sygn. 35389 pag. 80 i pag. 81, podpisany 7 listopada 1914 roku przez Hugo Richtera, dyrektora wrocławskiego ogrodnictwa miejskiego (funkcję tę pełnił w latach 1891-1921). Zachowane są jedynie trawniki, a dziedziniec przed wejściem głównym do Hali Stulecia ozdabiają żywopłoty. O tym, że jest to wierna ilustracja ówczesnego stanu zieleni świadczy drobiazgowe oznaczenie, które z drzew (kasztanowców) boskietów po obu stronach Głównej Restauracji Tarasowej należy ponownie nasadzić. Równie dokładnie odwzorowano elementy urządzenia terenu: schody i rozmieszczenie latarni.

Po zakończeniu I wojny światowej Maks Berg wrócił do pomysłu obsadzenia terenu przy Hali Stulecia drzewami. W tym celu rozesłał ankietę do kilku niemieckich miast z pytaniem jakie mogą polecić gatunki i w jakim układzie sadzone. Zamiarem było podkreślenie spacerowego charakteru tej części wrocławskiego założenia wystawienniczego. Drzewa miały mieć formowane korony, co było świadomym nawiązaniem do regularnych, zgeometryzowanych klasycystycznych parków, zwłaszcza założeń promenadowych. Ankietowani jednomyślnie zalecali lipy, sadzone w odstępach 3 m do 4 m, w odległości 6 do 8 metrów.

Zachowane w aktach Archiwum Państwowego we Wrocławiu, zespół Akta miasta Wrocławia plany pozwalają na rekonstrukcję procesu wyboru ostatecznego rozwiązania, które co do zasady kompozycji złożonej z czterech trójkątnych ćwiartek czworoboku rozdzielonych ścieżkami wyprowadzonymi osiowo z zarysu Hali Stulecia, jest zgodne z pierwotną koncepcją Hansa Poelziga.

Najstarszy znany plan, Akta miasta Wrocławia sygn. 35384 pag. 285, podpisany został 3 listopada 1918 roku przez wspomnianego Hugo Richtera. Z projektu Hansa Poelziga przejęto obsadzenie dziedzińca przed wejściem głównym do Hali Stulecia równoległymi alejami, które po zewnętrznej stronie miały być podsadzone różanecznikami. Natomiast trójkątne ćwiartki terenu wokół Hali Stulecia miały zostać obsadzone podwójnymi szpalerami, które poprowadzono po zarysie zbliżonym do ćwierci koła. Oznaczono przy tym, że mają zostać posadzone lipy.

Kolejny plan, Akta miasta Wrocławia sygn. 35385 pag. 4, został podpisany w lutym 1919 roku przez Maksa Berga. Dziedziniec przed wejściem głównym do Hali Stulecia miał być obsadzony podwójnymi szpalerami, przerwanymi w połowie, na wysokości wejścia do Pawilonu Czterech Kopuł. Przy czym na płycie dziedzińca miano ustawić równolegle do szpalerów drzew dwa rzędy ławek rozdzielonych krzewami. Każda z trójkątnych ćwiartek czworoboku wokół Hali Stulecia miała być podzielone symetrycznie na dwa trójkąty równoramienne o bokach obsadzonych szpalerem drzew (zapewne lip), zewnętrze boki czworoboku miały zostać obsadzone podwójnym szpalerem. W trójkątach równoramiennych przewidziano miejsce na ekspozycję rzeźb w swobodnym układzie, od 1 do czterech w każdym polu. Istotne dla dalszych rozważań jest to, że obrzeżne szpalery miały być oddalone od siebie o 6 metrów.

Jak się wydaje projekt ten nie został zrealizowany ale wydaje się, że posłużył do opracowania ostatecznej wersji nasadzeń formowanych lip wokół Hali Stulecia i na dziedzińcu przed wejściem głównym do Hali Stulecia, którą zrealizowano pomiędzy 1919 a 1922 rokiem, z uzupełnieniami w drzewostanie dokonanymi zapewne w 1923 lub 1924 roku.

Dowodem jest projekt założenia ogrodowego przy Hali Stulecia (*Gartenanlage an der Jahrhunderthalle*), sygnowany w lutym 1919 przez miejskiego radcę budowlanego (Akta miasta Wrocławia sygn. 35358 pag. 14, na projekcie brak odręcznego podpisu Maksa Berga, który w tym czasie sprawował tę funkcję). Na projekcie tym naniesiono w 1922 stan prac przy wymianie gruntu oraz sadzeniu drzew po wschodniej stronie Hali Stulecia. Projekt opatrzył pieczęcią i podpisem 14 sierpnia 1922 roku Paul Dannenberg, od 1921 roku następca Hugo Richtera na stanowisku dyrektora wrocławskiego ogrodnictwa miejskiego. Z towarzyszących planowi akt wynika, że prace przy zieleni wokół Hali Stulecia w latach 1923-1924 prowadzono z funduszu zwalczania bezrobocia. Czworobok wokół Hali Stulecia został podzielony na trójkątne ćwiartki, które rozcięto symetrycznie poprowadzoną ścieżką na dwa trójkąty równoramienne. Podwójnym szpalerem obsadzono zewnętrzne boki trójkątnych ćwiartek. Zwrócone w stronę Hali Stulecia boki trójkątów miały zostać obsadzone, zapewne żywopłotami. Trójkąty równoboczne wypełniały trawniki z postumentami na rzeźby. Projekt ten, w zakresie nasadzeń i układu ścieżek, odpowiada stanowi obecnemu. Znany z projektu układ nasadzeń z formowanych lip widoczny jest na wielu fotografiach z lat dwudziestych, trzydziestych i czterdziestych XX wieku.

To, że nasadzenia zrealizowano od 1919 roku wg zatwierdzonego przez Maksa Berga w lutym 1919 roku projektu Akta miasta Wrocławia sygn. 35358 pag. 14, dowodzi również plan sytuacyjny Terenów Wystawowych z marca 1922, Akta miasta Wrocławia sygn. 35361 pag. 93. Ukazano na nim, że istniały już obsadzenia dziedzińca przed wejściem głównym do Hali Stulecia oraz dwu trójkątnych ćwiartek, pd. – zach. i pn. – zach., natomiast nie nasadzono drzew na trójkątnych ćwiartkach od wschodu.

Kolejny dowód to przeprowadzono w 2015 roku analiza terenowa – pomiarów odległości szpalerów i nawierzchni z projektu z 1919 roku ze stanem obecnym. Pomiary wykazały, że rozstaw sadzenia lip wynosi we wszystkich szpalerach ~3m, a odległości ~6m pomiędzy szpalerami w alei, szerokości ścieżek w alejach to ~4m. Są to wymiary zgodne z wymiarami projektu z 1919 roku.

Nie udało się bezsprzecznie stwierdzić czy stwierdzono, czy z projektu z 1919 roku zostały zrealizowane projektowane wzdłuż obramienia trójkątnych kwater przy Hali Stulecia żywopłoty i oraz kwietniki przy Pawilonie Czterech Kopuł. Z planu sytuacyjnego Terenów Wystawowych z 1931 roku, planu sekcyjnego z 1934 roku i fotografii sprzed 1945 roku nie wynika, że żywopłoty zostały posadzone.

Określenie wieku drzew posadzonych wokół Hali Stulecia jest wyjątkowo trudne ze względu na nietypowe warunki środowiskowe: bliskość nawierzchni utwardzonych w bezpośrednim zasięgu brył korzeniowych drzew, duże zagęszczenie – rozstawa sadzenia co 3m, systematyczna redukcja koron drzew (formowanie lip w kwadrat) oraz brak informacji o wieku użytego do nasadzeń materiału szkółkarskiego. Wszystko to uniemożliwia jednoznaczne określenie wieku roślin.

Widoczne są różnice w rozwoju drzew spowodowane warunkami wzrostu – lipy rosnące na końcach szpalerów mają zdecydowanie większe obwody pni – różnice do 20cm, a ich korony są lepiej rozwinięte. Wynikiem trudnych warunków jest wolniejszy rozwój drzew – mniejszy przyrost obwodów pni, dodatkowo drzewa w szpalerach były w miarę systematycznie uzupełniane, co jeszcze bardziej utrudnia określenie wieku założenia.

Badania jedynej możliwej do pobrania próbki nie przyniosły oczekiwanych wyników. Natomiast okazało się, że jest to interesujący przykład, gdy nasadzone jako następnik drzewo, mimo trudnych warunków siedliskowych, osiągnęło w chwili ścięcia średnicę zbliżoną do starszych o około dwadzieścia lat sąsiadów.

Być może w latach czterdziestych nasadzono szpaler grabów kolumnowych przy wschodniej elewacji Pawilonu Czterech Kopuł (obecnie nie istniejący) i aleję z orzechów czarnych wzdłuż torowiska tramwajowego przy ul. Z. Wróblewskiego. Na fotografiach z lat 1942-1944 widoczne jest zagospodarowanie zieleni przed Halą Stulecia od południa, od strony ul. Z. Wróblewskiego. Istniał tam w tym czasie żywopłot i rosły rośliny iglaste. Były to prawdopodobnie świerki, które w wykonanej w 2015 roku inwentaryzacji oznaczono nr 248 i 349. Czytelna na fotografiach aleja drzew wzdłuż torów tramwajowych to zapewne orzechy czarne, również oznaczone w inwentaryzacji.

Zdjęcia wykonane tuż po 1945 roku potwierdzają istnienie żywopłotu grabowego, świerków i orzechów czarnych oraz istnienie fragmentów bezpośrednio przy budynku Hali Stulecia niewielkich trawników i pnączy na elewacji.

Podczas prac terenowych stwierdzono, że historyczną kompozycję szpalerów lipowych kilkakrotnie uzupełniono, przy czym sadzono zamiast lip krymskich lipy drobnolistne. Po raz pierwszy uzupełniono ubytki zapewne w 1948 roku, przy okazji urządzania Wystawy Ziem Odzyskanych. W ten sposób postępuje się nadal.

Archiwalia:

Archiwum Państwowe we Wrocławiu, zespół Akta miasta Wrocławia, sygn. 35384 pag. 285; 35385 pag. 4; sygn. 35358 pag. 14; 35361 pag. 93; sygn. 35389 pag. 80 i pag. 81; .

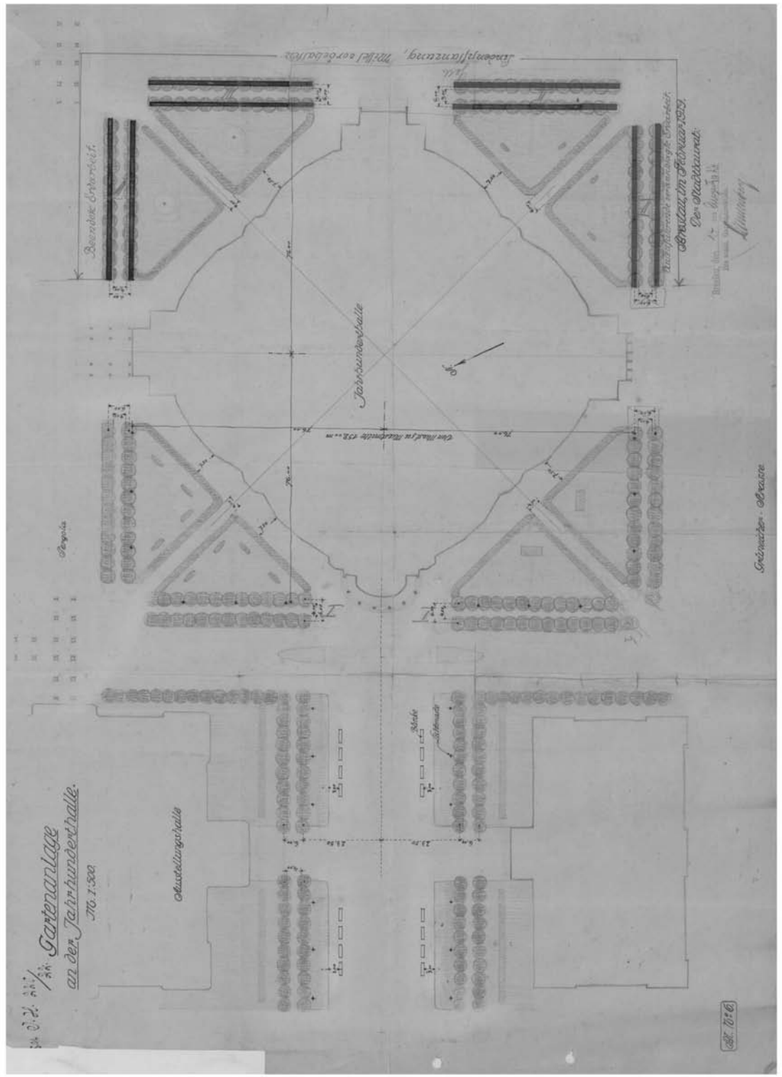
Literatura:

Bińkowska I., *Natura i miasto. Publiczna zieleń miejska we Wrocławiu od schyłku XVIII do początku XX wieku,* Wrocław 2006.

Ilkosz J., *Hala Stulecia i Tereny Wystawowe we Wrocławiu – dzieło Maksa Berga,* Wrocław 2005.

Leksykon architektury Wrocławia, red. R. Eysymontt, J. Ilkosz, A. Tomaszewicz, J. Urbanik, Wrocław 2011.

Leksykon zieleni Wrocław, red. I. Bińkowska, E. Szopińska, Wrocław 2013.



Projekt zieleni wokół Hali Stulecia z 1919, na czerwono oznaczono uzupełnienia nasadzeń z 1922 r., skala 1:500. *Gartenanlage an der Jahrhuderthalle M. 1:500.* Podpis pod rysunkiem *Breslau, im Februar 1919.* Pieczęć *Der Stadtbaurat. Breslau, den 14-ten August 1922. Die städt. Gartendirekton* podpis *Dannenberg.* Archiwum Państwowe we Wrocławiu, Akta miasta Wrocławia, sygn. 35 358, pag. 14.

IV. WNIOSKI

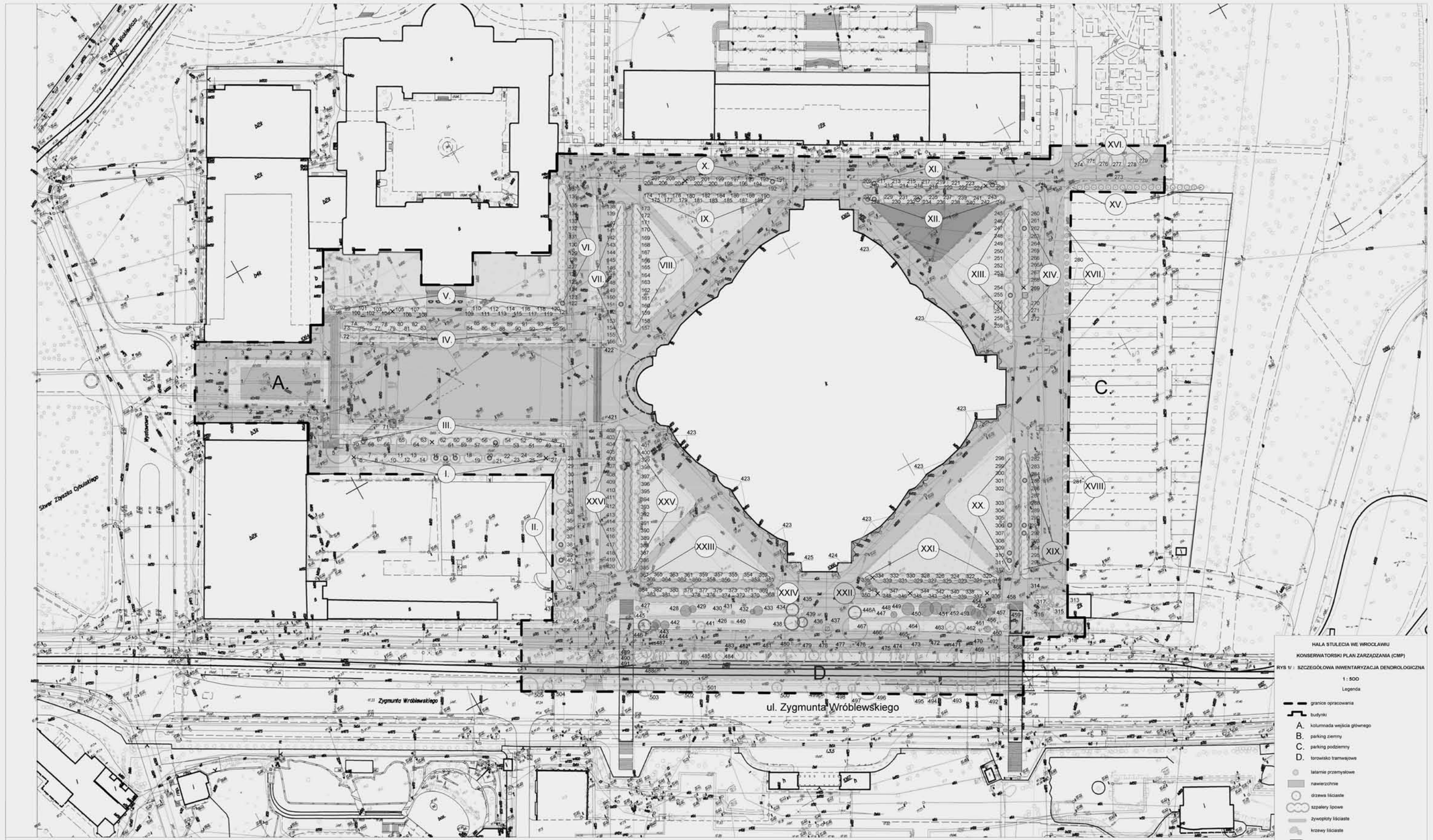
1. Należy stwierdzić, że historyczny układ przestrzenny i kompozycja roślinna otoczenia Hali Stulecia została w dużym stopniu utrzymana.
2. W wyniku zniszczeń wojennych z przestrzeni zespołu Terenów Wystawowych zniknął budynek wystawowy z 1925 r., znajdujący się w miejscu obecnego parkingu IASE oraz zadaszenie kolumnady wejścia głównego na Tereny Wystawowe. Powojenne ingerencje, polegające na ustawieniu w 1948 r. na osi wschód-zachód stalowej Iglicy, zmiany nawierzchni ze żwirowej na kamienną i bitumiczną oraz zmiana formy latarni nie zniszczyły jednolitości tej części założenia.
3. Istniejąca roślinność wymaga zwiększenia staranności i specjalistycznego nadzoru nad pracami wykonywanych podczas jej konserwacji i rekonstrukcji.
4. Uporządkowania i remontów wymaga część nawierzchni i elementów małej architektury.

V. WYTYCZNE KONSERWATORSKIE

1. Należy opracować szczegółowy projekt wykonawczy rekonstrukcji szpalerów lipowych i pozostałych elementów zieleni wokół Hali Stulecia, zakładający:
   - opracowanie ekspertyz arborystycznych dla wskazanych w inwentaryzacji drzew z plombami i drzew w złym stanie sanitarnym,
   - wymianę posadzonych nowych sadzonek lip drobnolistnych na lipy krymskie uformowane w szkółkach w kwadrat, o obwodach pni >35cm,
   - uzupełnienie szpalerów lipowych w miejscach ubytków o nowe sadzonki j.w.,
   - opracowanie szczegółowej instrukcji strzyżenia i formowania szpalerów historycznych i nowo posadzonych wzdłuż parkingu podziemnego,
   - opracowanie na podstawie badań i analiz gleby zaleceń do uprawy i nawożenia gruntu w szpalerach,
   - rozważenie wykonania systemu nawadniającego dla trawników,
   - wymianę grup dereni białych na grupy krzewów do formowania,
   - rekonstrukcje w całości żywopłotu grabowego i ujednolicenie jego wysokości na całej długości,
   - opracowanie rewaloryzacji szpalerów wzdłuż linii tramwajowej,
   - rozważyć możliwość rekonstrukcji kwietników wg. projektu z 1922 r.
2. Wykonać projekt wymiany istniejących latarni typu drogowego na oprawy typu historycznego, jak już wymienione na placu z Iglicą.
3. Przeprowadzić remont wszystkich zniszczonych nawierzchni i schodów.
4. Zlikwidować żwirowy parking pod Halą i otworzyć w tej kwaterze trawnik.
5. Opracować projekt wjazdu na teren hali i parkingu IASE i placu przed wejściem do Hali od strony ul. Z. Wróblewskiego.
6. Zaprojektować spójny system informacji i reklam w otoczeniu Hali.
7. Uporządkować przypadkową zieleń wzdłuż muru parkingu IASE od strony ul. Z. Wróblewskiego.
8. Zakazać parkowania autobusów w alejkach pomiędzy szpalerami lipowymi znajdującymi się przy parkingu podziemnym.

opracowała:
mgr inż. Anna Ornatek architekt krajobrazu
uprawnienia konserwatorskie nr.8/96 PSOZ

Wrocław czerwiec 2015



HALA STULECIA WE WROCŁAWIU

KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA (CMP)

RYS 1/ : SZCZEGÓŁOWA INWENTARYZACJA DENDROLOGICZNA

1 : 500

Legenda

- granice opracowania
- budynki
- A. kolumnada wejścia głównego
- B. parking ziemny
- C. parking podziemny
- D. torowisko tramwajowe
- latarnie przemysłowe
- nawierzchnie
- drzewa liściaste
- szpalery lipowe
- żywopłoty liściaste
- krzewy liściaste
- pnącza
- drzewa iglaste
- krzewy iglaste
- kwietniki
- trawniki
- nowe nasadzenia w szpalerach lipowych
- miejsce ubytków lip w szpalerach
- miejsce pobrania próbki drzewa do analizy wiekowej
- I.-XXVI. numery szpalerów lipowych
- 1 do 505 numer zgodny z numerem wykazu zinwentaryzowanych roślin

opracowały:
mgr inż. Anna Omalek
architekt krajobrazu

rysowała:
mgr inż. Agata Wałek

Wrocław, czerwiec 2015

WROCŁAW

Obręb ZALESIE

Nr sekcji 6.148.12.10.2.3 6.148.12.10.1.2 6.148.12.10.2.1

6.148.12.10.2.2 6.148.12.05.3.4 6.148.12.05.4.3

6.148.12.05.4.4 6.148.12.05.3.2 6.148.12.05.4.1 6.148.12.05.4.2

Skala 1:1000

MAPA ZASADNICZA

DO CELÓW OPINIODAWCZYCH

1. Mapa wektorowa opracowana w technologii numerycznej w środowisku MicroStation na podstawie matrycy mapy zasadniczej, wydrukowana w ZGKiKM we Wrocławiu.

2. Układ współrzędnych "2000".

3. Poziom odniesienia: "Kronsztadt 1986".

4. Treść wektorowa opracowana wg instrukcji K-1 "Podstawowa mapa kraju" z dnia 1.06.1995r.

Prezydent Wrocławia
Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu

Reprodukowanie, rozpowszechnianie i rozdrabnianie niniejszego dokumentu wymaga zezwolenia, którym mowa w art.18 ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz.U. Nr 30, poz.163, z późniejszymi zmianami).

Wrocław, dnia 06.02.2013

MŁODSZY GEODETA
Kamil Małolepszy

Prezydent Wrocławia
Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu

Powiększać się zgodnie z niniejszym mapą z przyjętym do podstawowej zasady geodezyjnego i kartograficznego

Dnia 07.02.2013 r. zezwolenia opracowanym

Ninejsza mapa nie może służyć do celów projektowych

Dotyczy projektowania, którym mowa w art.34 ustawy z dnia 7.07.1994r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2000r. Nr 106, poz.1126).

Wrocław, dnia 06.02.2013

MŁODSZY GEODETA
Kamil Małolepszy

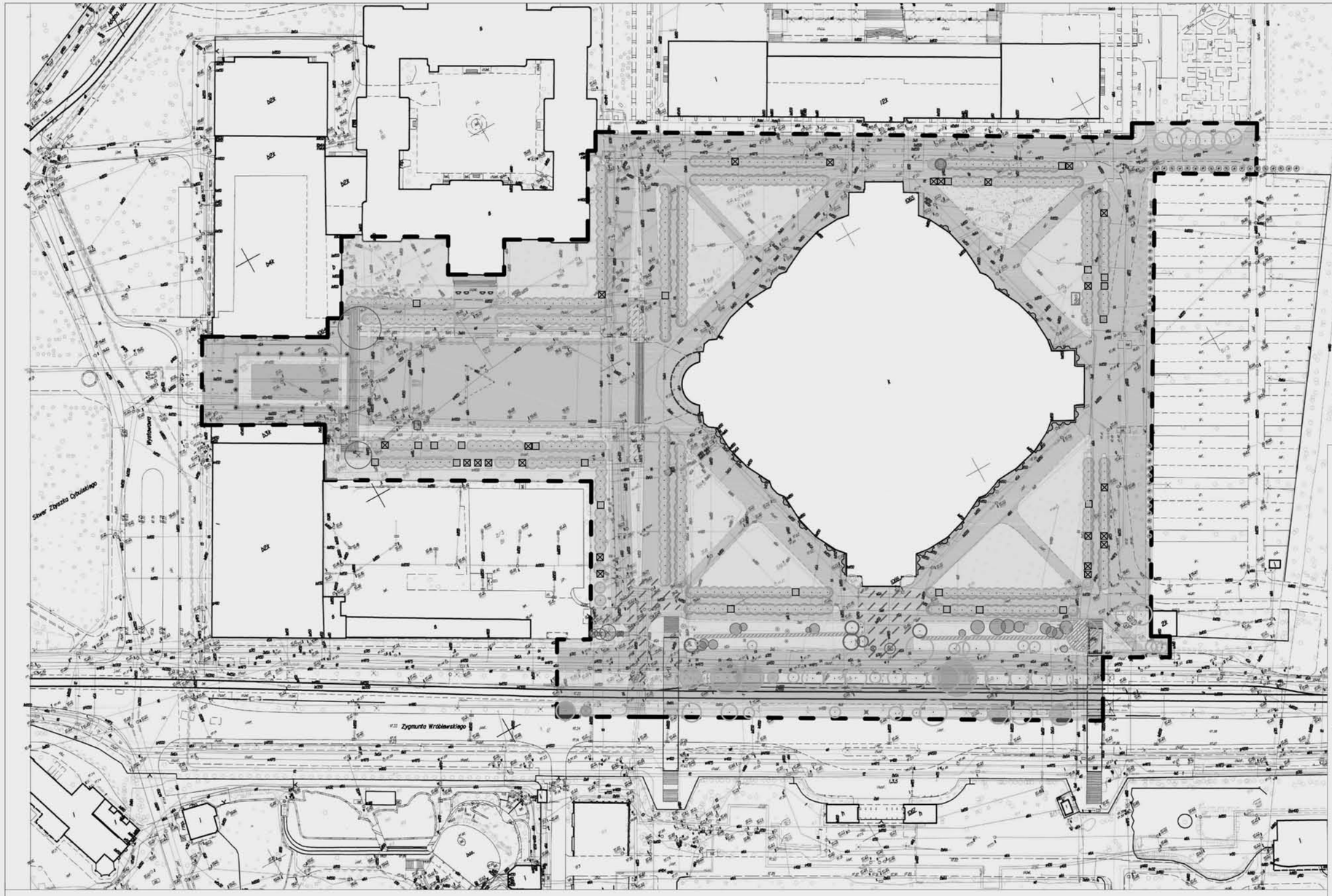
WROCŁAW 06.02.2013

ZARZĄD GEODEZJI, KARTOGRAFII I KATASTRU MIEJSKIEGO we Wrocławiu
Biuro Mapy Zasadniczej
51-163 Wrocław, Al. Marcina Krzyżanowskiego 41
tel. 071-32-72-147

Nie wyklucza się istnienia w terenie innych nie wykazanych na mapie urządzeń podziemnych, które nie były zgłoszone do inwentaryzacji lub o których brak jest informacji w instytucjach branżowych.

Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu

NR DZ.939/2013



WROCŁAW

Obręb ZALESIE

Nr sekcji 6.148.12.10.2.3 6.148.12.10.1.2 6.148.12.10.2.1

6.148.12.10.2.2 6.148.12.05.3.4 6.148.12.05.4.3

6.148.12.05.4.4 6.148.12.05.3.2 6.148.12.05.4.1 6.148.12.05.4.2

Skala 1:1000

MAPA ZASADNICZA

DO CELÓW OPINIODAWCZYCH

1. Mapa wektorowa opracowana w technologii numerycznej w środowisku MicroStation na podstawie matrycy mapy zasadniczej, wydrukowana w ZGKiKM we Wrocławiu.
2. Układ współrzędnych '2000'.
3. Poziom odniesienia "Kronsztadt 1986".
4. Treść wektorowa opracowana wg instrukcji K-1 "Podstawowa mapa kraju" z dnia 1.06.1995r.

Prezydent Wrocławia
Zarząd Geodezji, Kartografii
i Katastru Miejskiego we Wrocławiu
MŁODSZY GEODETA
Rafał Małolepszy

Prezydent Wrocławia
Zarząd Geodezji, Kartografii
i Katastru Miejskiego we Wrocławiu
MŁODSZY GEODETA
Rafał Małolepszy

WROCŁAW 06.02.2015

ZARZĄD GEODEZJI, KARTOGRAFII I KATASTRU MIEJSKIEGO we Wrocławiu
Biuro Mapy Zasadniczej
51-151 Wrocław, Al. Marcina Kromera 1/3
tel.: 071-32-72-147

Nie wyklucza się istnienia w terenie innych nie wykazanych na mapie urządzeń podziemnych, które nie były zgłoszone do inwentaryzacji lub o których brak jest informacji w instytucjach branżowych.

Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu

NR DZ.939/2015

HALA STULECIA WE WROCŁAWIU

KONSERWATORSKI PLAN ZARZĄDZANIA (CMP)

RYS 2/2 WYTYCZNE KONSERWATORSKIE DO REWALORYZACJI ZIELENI

1 : 1000

Legenda

- granice opracowania
- budynki

ZIELEŃ ISTNIEJĄCA - do pozostawienia

- drzewa liściaste
- szpalery lipowe
- żywopłoty liściaste
- krzewy liściaste
- pnącza
- drzewa iglaste
- krzewy iglaste
- kwietniki
- trawniki

WYTYCZNE

- latarnie przemysłowe do wymiany na latarnie jak wokół placu z Iglicą
- teren wjazdu do zaprojektowania
- drzewa do wycinki
- historyczne szpalery lipowe do konserwacji i właściwego uformowania
- nowoposadzone szpalery lipowe do formowania
- właściwie uformowana sadzonka lipy (nr 210), jako uzupełnienie szpaleru - do pozostawienia
- nowe nieformowane nasadzenia lip w szpalerach lipowych do wymiany na właściwie uformowane sadzonki
- miejsca posadzenia właściwie uformowanych sadzonek lipy jako uzupełnienie szpaleru
- pozostałości alei orzechów czarnych do rekonstrukcji
- drzewa do uformowania
- grupy krzewów (nr 421 i 422 derenie) do wymiany na gatunek krzewów do formowania (np. ligustr, bukszpan)
- grupy trzmielin Fortune'go do uzupełnienia
- żywopłot grabowy do rekonstrukcji
- żywopłoty grabowe do formowania
- trawnik do odtworzenia
- trawnik do rewaloryzacji

opracowały:
mgr inż. Anna Ornatek
architekt krajobrazu

rysowała:
mgr inż. Agata Wałek
architekt krajobrazu

Wrocław, czerwiec 2015

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ INŻYNIERII KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA I GEODEZJI
INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

Wrocław 02.07.2015

Instytut Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Pl. Grunwaldzki 24a,
50 – 363 Wrocław

Temat: **Opinia dendrologiczna dotycząca wieku drzewa – lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* L.) rosnącej do 2005 r. w układzie alejowym przy Hali Stulecia we Wrocławiu.**

Inwestor: Wrocławskie Przedsiębiorstwo Hala Ludowa Sp. z o.o.
ul. Wystawowa 1
51-618 Wrocław
NIP 896-000-10-95

Podstawa opracowania: zlecenie zewnętrzne dla IAK UP we Wrocławiu

Stadium: opinia

Branża: szata roślinna

Autor opinii: dr inż. Monika Ziemiańska podpis:

Termin wykonania dokumentacji: 02.07.2015 r.

WROCŁAW 2015

INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław
tel. 071 320 18 64 • tel./fax 071 320 18 63
e-mail: iak@up.wroc.pl • www.aqua.up.wroc.pl/iak/
NIP: 896-000-53-54

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ INŻYNIERII KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA I GEODEZJI
INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest
- zebrany w dniu 01.06.2015r. materiał do badania,
- mapa zasadnicza terenu,
- literatura przedmiotu:
* *Zarys struktury i fizjologii drzew leśnych*, 2012. J. Kopcewicz, A. Szmidt-Jaworska, K. Kannenberg,
* *Dendrochronologia*, A. Zaleski, M. Krąpiec 2009,
* *Tree rings and climate*, A., C. Fritts 2010,
* *Fundamentals of tree ring research*, J. H. Speer 2012,
* *An introducing to tree ring dating*, M. A. Stokes, T. L. Smiley 1996.

2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem niniejszego opracowanie jest określenie wieku drzewa – lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* L.) rosnącej do 2005r. w pobliżu Hali Stulecia we Wrocławiu

Zakres terenowy: działka nr 6/4 (ul. Wróblewskiego) Obręb geodezyjny Zalesie

Zakres czasowy: 1.06.2015 – 1.07.2015 r. - termin realizacji badania.

Zakres merytoryczny: określenie liczby przyrostów rocznych (wieku) z pobranego krążka drewna – z podstawy pnia przedmiotowej lipy.

3. PRZEDMIOT I PRZYJĘTA METODA OPRACOWANIA

Przedmiotem badania był wyrzynek pobrany z lipy drobnolistnej rosnącej w pobliżu Hali Stulecia we Wrocławiu w dn. 01.06.2015r. Próbę pobrano przy pomocy pilarki spalinowej firmy STIHL z wysokości ok. 5-10 cm nad gruntem. Grubość pobranego wyrzynka to ok. 6cm. Do pomiaru przyrostu rocznego wykorzystano przyrostomierz LINTAB6 z elektroniczną prowadnicą oraz mikroskopem *Leica* wraz z oprogramowania TSAPWin, stanowiącego wyposażenie naszej jednostki. Dokładność pomiaru to 0,01mm.

Należy mieć na uwadze, że lipa charakteryzuje się drewnem rozpierzchłonaczyniowym (mało czytelnym bez specjalistycznego sprzętu). Dodatkowo jest to gatunek który wykształca słoje wyklinowujące się i zanikające na obwodzie pnia oraz tzw. słoje fałszywe. Dzięki możliwości wykorzystania LINTABU 6 oraz pracy na wyrzynku (cały przekrój pnia) wyeliminowano w czasie badania ww. słoje. Pomiar prowadzono „na mokro" dla dokładniejszego określenia granic przyrostów.

INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław
tel. 071 320 18 64 • tel./fax 071 320 18 63
e-mail: iak@up.wroc.pl • www.aqua.up.wroc.pl/iak/
NIP: 896-000-53-54

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ INŻYNIERII KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA I GEODEZJI
INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

Tabela 1. Datowanie lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* L.)

Lp.	rok	wielkość przyrostu rocznego w [mm]	uwagi / interpretacja biologiczna wielkości przyrostu
1.	1936	3,48	do 10-12 roku (obecnie) zakłada się wzrost drzewa w produkcji szkółkarskiej
2.	1937	3,22	
3.	1938	3,29	
4.	1939	2,44	
5.	1940	3,57	
6.	1941	0,13	
7.	1942	0,77	
8.	1943	4,49	
9.	1944	2,02	
10.	1945	3,14	
11.	1946	3,51	
12.	1947	3,45	
13.	1948	3,72	prawdopodobny rok posadzenia drzewa (1948) +/- 3 lata
14.	**1949**	**5,21**	**rok (1949) z największym przyrostem rocznym**
15.	1950	3,99	
16.	1951	2,49	
17.	1952	2,49	
18.	1953	2,78	
19.	1954	2,21	
20.	1955	0,35	
21.	1956	3,13	
22.	1957	4,69	
23.	1958	2,44	
24.	1959	1,61	
25.	1960	1,24	
26.	1961	0,21	
27.	1962	1,53	
28.	1963	2,01	
29.	1964	0,98	
30.	**1965**	**1,99**	Z publikacji naukowych (interpretacji chronologii) wynika, że do ok. 30 roku życia w przypadku gatunku lipy drobnolistnej trwa faza juwenilna cechująca się większym przyrostem rocznym (co potwierdza niniejszy pomiar). Po tym czasie drzewo w naturalny sposób zmniejsza przyrosty roczne. Jednak zarówno w juwenilnej fazie wzrostu jak w fazie dojrzałej oraz senilnej na wielkość przyrostu mają wpływ różne czynniki.
31.	1966	2,63	
32.	1967	2,27	
33.	1968	1,72	
34.	1969	1,03	
35.	1970	1,29	
36.	1971	1,99	

INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław
tel. 071 320 18 64 • tel./fax 071 320 18 63
e-mail: iak@up.wroc.pl • www.aqua.up.wroc.pl/iak/
NIP: 896-000-53-54

37.	1972	2,14	
38.	1973	1,45	
39.	1974	1,51	
40.	1975	1,46	
41.	1976	1,37	
42.	1977	1,88	
43.	1978	0,84	
44.	1979	0,76	
45.	1980	0,85	
46.	1981	0,95	
47.	**1982**	**0,12**	**rok (1982) z najmniejszym przyrostem rocznym**
48.	1983	1,12	
49.	1984	0,81	
50.	1985	0,76	
51.	1986	0,58	
52.	1987	0,70	
53.	1988	0,46	
54.	1989	0,49	
55.	1990	0,56	
56.	1991	0,61	
57.	1992	0,50	
58.	1993	0,54	
59.	1994	0,56	
60.	1995	0,53	
61.	1996	0,55	
62.	1997	0,62	
63.	1998	0,55	
64.	1999	0,63	
65.	2000	0,52	
66.	2001	0,66	
67.	2002	0,54	
68.	2003	0,56	
69.	2004	0,38	
70.	**2005**	**prawdopodobny rok (2005) wycinki drzewa (rok bez przyrostu drewna)**	

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ INŻYNIERII KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA I GEODEZJI
INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

4. WYNIKI I WNIOSKI

Przedmiotowa lipa drobnolistna (*Tilia cordata* L.) rosnąca w układzie alejowym przy Hali Stulecia we Wrocławiu **w chwili wycinki miała ok. 70 lat.**

Drzewo to rosło w charakterystyczny dla swojego gatunku sposób.

Szczegółowa interpretacja pomiaru:
lata **1936 - 1945(47)** - czas produkcji materiału szkółkarskiego (10-12 lat)
lata **1936 - 1965 (67)** - okres wzrostu juwenilnego (zwiększony przyrost roczny) - (30 - 32 lata)
lata **1966(68) - 2004** - okres wzrostu w fazie dojrzałej i senilnej (zmniejszony przyrost roczny) - (39 - 37 lat)
rok **1949** to rok w którym lipa wykształciła największy przyrost roczny 5,21 [mm] miało to miejsce we wczesnej fazie juwenilnej wzrostu drzewa
rok **1982** to rok w którym lipa wykształciłą najmniejszy przyrost roczny 0,12 [mm] miało to miejsce w fazie dojrzałej wzrostu drzewa
rok **2005** to rok w którym założono (z informacji BMKZ) wycinkę drzewa.

Na wielkość przyrostów rocznych drzew mają wpływ różne czynniki:
- temperatura powietrza,
- wielkość opadów atmosferycznych,
- długość zalegania pokrywy śnieżnej,
- warunki siedliskowe panujące w miejscu wzrostu (światło, warunki glebowe tj. zasobność gleby w składniki pokarmowe, struktura gleby, zanieczyszczenie środowiska)
- zabiegi pielęgnacyjne np. cięcie korony drzewa – tj. ograniczanie (zmniejszanie) powierzchni procesu fotosyntezy i transpiracji.

Przedstawiaoną sytuację wiekową analizowanego drzewa częściowo potwierdzają informacje zawarte w publikacji autorstwa J. Kopcewicza, A. Szmidt-Jaworskiej i K. Kannenberga pod tyt. „Zarys struktury i fizjologii drzew leśnych" z 2012 r. (*str. 384-385) – cyt." Światło ma silny wpływ na pokrój drzewa. U tego samego gatunku kształt, grubość i długość strzały zależą w dużej mierze od oświetlenia. Różnice między typowymi kształtami drzew rosnących w zwarciu i na przestrzeni otwartej powodowane są różnym w tych warunkach natężeniem światła.* ***Drzewa stojące pojedynczo mają do dyspozycji zarówno światło górne, jak i boczne. Wykształcają wiec szeroką, wielką i nisko osadzoną koronę, ich wzrost na wysokość jest wolniejszy, a dolna część strzały (pnia) znacznie grubsza niż górna.*** *Drzewa rosnące w zwarciu są oświetlone znacznie słabiej, mają wierzchołki skierowane ku światłu górnemu, stają się długie i smukłe a ich korony są wysoko osadzone i stosunkowo nieduże. W zwarciu niżej położone gałęzie obumierają wskutek niedostatecznego dostępu światła, słabiej asymilują, gorzej są odżywione, tworzą coraz węższe słoje przyrostu rocznego i w końcu powoli umierają, usychają i odpadają Ogólnie można stwierdzić, że w miarę zwiększania się zwarcia, a tym samym bocznego ocienienia, długość i wielkość koron się zmniejsza, grubość drzew maleje, strzały stają się pełniejsze i lepiej oczyszczone z gałęzi."*

Dodatkowo trzeba mieć na uwadze, że drzewa w okresie juwenilnym przyrastają szybciej (wytwarzają większe przyrosty) niż w fazie dojrzałej czy starczej, co potwierdza wykonane badanie.

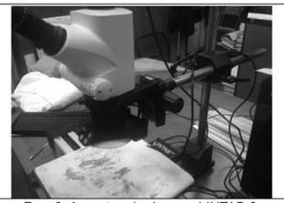
INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław
tel. 071 320 18 64 • tel./fax 071 320 18 63
e-mail: iak@up.wroc.pl • www.aqua.up.wroc.pl/iak/
NIP: 896-000-53-54

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ INŻYNIERII KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA I GEODEZJI
INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

5. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA

Ryc. 1. Miejsce poboru próby do datowania.

Ryc. 2. Odziomek przed pobraniem próby.



Ryc. 3. Aparatura badawcza LINTAB 6.

Ryc. 4. Wyrzynek lipy w trakcie pomiaru przyrostów rocznych ułożony na elektronicznej prowadnicy LINTABU.

Ryc. 5. Widoczne w koronach ślady po intensywnych zabiegach formowania koron.

Ryc. 6. Układ kompozycyjny który współtworzyła datowana lipa.

Badanie wykonała i zinterpretowała wyniki:
dr inż. Monika Ziemiańska

Wrocław, 2.07.2015 r.

INSTYTUT ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław
tel. 071 320 18 64 • tel./fax 071 320 18 63
e-mail: iak@up.wroc.pl • www.aqua.up.wroc.pl/iak/
NIP: 896-000-53-54

7.

Archiwalia

7. Archiwalia

Materiały archiwalne dotyczące Hali Stulecia są zgromadzone w różnych instytucjach bibliotecznych, archiwach i muzeach we Wrocławiu, w Erkner pod Berlinem, w Berlinie i w Monachium. Znajdują się tam dokumenty dotyczące budowy obiektu, materiały kartograficzne, projekty i rysunki wykonawcze, materiały dotyczące konkursów przetargowych, opisy Hali Stulecia, materiały prasowe (wycinki z gazet) oraz materiały ikonograficzne.
Najważniejsze dla analizy Hali Stulecia i powstania niniejszego opracowania materiały, głównie projekty z okresu budowy, znajdują się w Archiwum Budowlanym Miasta Wrocławia, oddziale Muzeum Architektury we Wrocławiu, w Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner pod Berlinem, Archiwum Państwowym we Wrocławiu, archiwum Deutsches Museum w Monachium, Muzeum Narodowym we Wrocławiu i Bibliotece Uniwersyteckiej we Wrocławiu (Oddział Zbiorów Graficznych i Kolekcja śląsko-łużycka – dawniej Gabinet Śląsko-Łużycki).
Wszystkie projekty dotyczące Terenów Wystawowych i Hali Stulecia zostały ujęte w spisach sporządzonych osobno dla każdego z zepołów.

Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia, oddział Muzeum Architektury we Wrocławiu
W archiwum znajdują się projekty z okresu realizacji Terenów Wystawowych i Hali Stulecia – z lat 1910–1913, a także projekty i rysunki architektoniczne późniejszych drobnych przebudów oraz prowizorycznej zabudowy przygotowywanej w trakcie użytkowania Terenów Wystawowych na wystawy, spotkania, imprezy sportowe i artystyczne, koncerty. Projekty te pochodzą z lat 1914–1940. Materiałom tym towarzyszą niekiedy obliczenia statyczne i konstrukcyjne oraz krótkie opisy.
Projekty i rysunki z Archiwum Budowlanego Miasta Wrocławia pochodzą z dawnego zespołu Policji Budowlanej Miasta Wrocławia (Baupolizei) oraz pracowni projektowej Deputacji Budowlanej Miasta Wrocławia, Biura Radcy Budowlanego, wówczas Maksa Berga (Baudeputation, Büro Stadtbaurat Berg). Do najważniejszych z punktu widzenia niniejszego opracowania należą rysunki Hali Stulecia zatwierdzone do realizacji przez nadburmistrza Wrocławia, magistrat i Policję Budowlaną.
Cały zasób dotyczący Hali Stulecia został zdigitalizowany i jest stopniowo wprowadzany na stronę internetową http://ma.wroc.pl/archiwum-budowlane-zbiory.html.

Archiwum Państwowe we Wrocławiu
Materiały dotyczące Hali Stulecia znajdują się zespole Akt miasta Wrocławia, głównie w dwóch sekcjach: Sekcja 21 – budownictwo i Sekcja 59 – „Die Jahrhunderthale”.

Sekcja 21 – budownictwo
W sekcji znajduje się 59 teczek (poszytów), zawierających głównie dokumenty dotyczące spraw budowlanych i wyposażenia obiektów Terenów Wystawowych i Wystawy Stulecia w 1913 roku, spraw organizacyjnych wystawy, w tym materiały prasowe (wycinki), pisma architektów i artystów, urzędników miejskich oraz władz miasta i prowincji. Akta zawierają również materiały związane z konkursami przetargowymi na prace budowlane, procesami i pracą dwóch komisji budowlanych – Wystawy Stulecia i Hali Stulecia. Najważniejsze są teczki dotyczące samej Hali Stulecia, istotne są jednak także akta dotyczące zarówno pawilonów i budowli prowizorycznych Wystawy Stulecia, jak i sąsiadujących z Halą Stulecia pergoli czy Pawilonu Czterech Kopuł – ze względu na kwestie ochrony konserwatorskiej i z punktu widzenia niniejszego opracowania. Do materiałów opisowych są również dołączone pojedyncze projekty i rysunki, w tym konstrukcyjne. Z analizy tytułów poszytów wynika, że akta są niekompletne, na przykład zespół „Festhale", ponumerowany według tomów, powinien obejmować dokumenty od tomu 1. do co najmniej 27. Występują braki: „Band" 1–3, 19–21 i 26. Podobnie braki występują w innych zespołach tej sekcji.

Sekcja 59 – „Die Jahrhunderthale"
W sekcji znajduje się 75 teczek z lat 1913–1935, dotyczących użytkowania Hali Stulecia w tym czasie oraz Terenów Wystawowych, a także spraw spółki Breslauer Messe A.G. W materiałach tych są również rysunki, wycinki prasowe, sporadycznie materiały ikonograficzne związane ze wspomnianymi wyżej zagadnieniami, dokumenty z zakresu remontów, przygotowywanych wystaw, spraw bieżących utrzymania Terenów Wystawowych i znajdujących się tam obiektów. Brakuje materiałów dotyczących remontów Hali Stulecia po 1936 roku.

Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner pod Berlinem
W instytucie znajdują się projekty, rysunki architektoniczne i fotografie Maksa Berga z całego okresu jego działalności twórczej – z lat 1891–1928 – w Szczecinie, we Wrocławiu i w Berlinie, a także z czasu studiów. W materiałach tych są bardzo ważne dokumenty – jedne z pierwszych projektów koncepcyjnych Hali Stulecia i różne niezrealizowane warianty przyszłej Hali Stulecia. Kolekcja ta znajduje się w naukowym zbiorze IRS (Die Wissenschaftlichen Sammlungen des IRS), w sekcji „C", w zasobie spuścizn i personaliów (Nachlässe und persönliche Bestände). Obok rysunków projektowych Hali Stulecia bardzo ważne z punktu widzenia CMP są również projekty zrealizowane oraz niezrealizowane rozbudowy i przebudowy Terenów Wystawowych sygnowane przez Maksa Berga z lat 1919–1925, a także fotografie z okresu budowy i otwarcia Wystawy Stulecia. Instytut zdigitalizował 198 obiektów i prezentuje je na stronie internetowej http://www.digipeer.de/index.php?sf=0&al=%22Nachlass+Max+Berg%22. Spuścizna Maksa Berga jest prawdopodobnie zbiorem jego dokonań wcześniej przechowywanym w Akademie für Städtbau w Berlinie, której to instytucji Max Berg był przewodniczącym w latach trzydziestych XX wieku. Materiały te prawdopodobnie przewiózł z Wrocławia po 1925 roku, po rezygnacji ze stanowiska Radcy Budowlanego Miasta.

Muzeum Narodowe we Wrocławiu
W Dziale Dokumentów Muzeum Narodowego we Wrocławiu znajduje się niewielki, ale bardzo cenny zbiór diapozytywów szklanych z 1911 roku, zawierających projekty i koncepcje Hali Stulecia, które to diapozytywy Max Berg wykorzystał w trakcie prezentacji swojego projektu radnym miejskim i mieszkańcom Wrocławia. Projekty te – połączone z archiwaliami z Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung w Erkner pod Berlinem i z Archiwum Budowlanego Miasta Wrocławia – pozwalają na pełne odtworzenie faz projektowych głównego dzieła Maksa Berga. Obok tych diapozytywów w muzeum znajdują się również fotografie dotyczące inscenizacji Maksa Reinhardta sztuki Gerhardta Hauptmana w Hali Stulecia w 1913 roku oraz materiały ikonograficzne związane z Wystawą Ziem Odzyskanych w 1948 roku.

Deutsches Museum w Monachium
W archiwum Deutsches Museum w Monachium znajduje się spuścizna Maksa Berga, zawierająca manuskrypty architekta, w tym jego teksty publikowane i niepublikowane, referaty, korespondencję, materiały dotyczące biografii. Cały zbiór opracowano i opisano w spisie katalogowym pod sygnaturą NL 050. Zbiór ten został przekazany do archiwum w latach siedemdziesiątych XX wieku przez członków rodziny Maksa Berga. W zbiorze znajdują się projekty architekta z całego okresu twórczości i bardzo dobrej jakości fotografie. Z punktu widzenia prezentowanej publikacji najcenniejsze są fotografie dotyczące Hali Stulecia z okresu budowy i z lat 1913–1938, a także niezrealizowane projekty przebudowy Terenów Wystawowych z lat 1919–1924.

Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu
W Kolekcji śląsko-łużyckiej Biblioteki Uniwersyteckiej we Wrocławiu znajdują się źródła drukowane – wycinki prasowe, okolicznościowe druki, widokówki z okresu budowy Hali Stulecia oraz z otwarcia i trwania Wystawy Stulecia, znaczki okolicznościowe, karty wstępu, plakaty. Wszystkie te materiały pierwotnie stanowiły zasób dawnej Stadtbibliothek. Biblioteka zgromadziła również czasopisma regionalne z lat 1910–1930, w których znajdują się materiały dotyczące Hali Stulecia, zarówno pisane, jak i ikonograficzne („Schlesische Zeitung", „Breslauer Zeitung", „Schlesien", Ostdeutsche Bauzeitung", „Schlesische Heimatblätter", „Schlesische Monatshefte" i inne).
W Oddziale Zbiorów Graficznych są przechowywane oryginalne fotografie z okresu budowy Hali Stulecia.

7.1. Archiwum Państwowe we Wrocławiu

Park Szczytnicki i Tor Wyścigów Konnych
Park Szczytnicki i okoliczne działki z oznaczoną zabudową, numerami działek i nazwiskami właścicieli. Situations– Plan von einem Theile der Feldmark von Alt-Scheitnig. Skala liniowa w stopach. 1863.03.23. Rys. wbw., kalka jedwabista. APWr mWrocław sygn. sygn. 25574 (III/15 146), karta 16.
Plan wystawy Breslauer Festwoche urządzonej na terenie torów Wyścigów Konnych, wykorzystany do określenia stawów, na których mogą pływać gondole. W lewym górny rogu: Gelände für die Breslauer Festwoche. W prawym dolnym rogu: Zum Gondeln bestimmte Teichfläche. Skala 1:1500. 1911.08.03. Richter. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 25588 (III/15160), karta 168.

Tereny Wystawowe – ogólne
Plac budowy Terenów Wystawowych. Rozmieszczenie reklam na ogrodzeniu, przykładowe segmenty. Bauzaun der Ausstellungshalle Reklame-Beschriftung. Skala 1:20. 1912.03. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27449 (III/17021) karta 164.
Prospekt Die Jahrhundertfeier der Freicheitskriege Breslau 1913. Na stronie czwartej widok Hali i Terenów Wystawowych z lotu ptaka, rysunek perspektywiczny Ausstelung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913 Vogelschau des Geländes. 1913. Druk. APWr mWrocław sygn. 27452 (III/17024) karta 279v.

Hala Stulecia
Hala Stulecia. Mapa sytuacyjno-wysokościowa terenu budowy na dawnym Torze Wyścigów Konnych. Lage und Höhenplan von der alten Rennbahn am Grüneicher Weg. Skala 1:100, 1:200. 1911.04.11. Schnabel. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27458 (III/17030) karta 3.
Hala Stulecia. Zasięg terenu budowy. Ausstellungshalle Lageplan. Skala 1:1500. 1911.09.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27456 (III/17028) karta 55.
Hala Stulecia, odbitka rzut z 1911 z naniesionym w 1912 czerwonym kolorem powiększeniem pomieszczeń po obu stronach wejścia wschodniego, wejścia południowego i wejścia północnego. Ausstellungshalle Breslau Grundriss Erdgeschoss. Skala 1:100. 1911.11. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27451 (III/17023) karta 154.

Hala Stulecia. Szkic zarysu ze stadionem od północy. 1911?. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 4.
Hala Stulecia. Zarys Hali Stulecia z oznaczeniem na północ lokalizacji placu sportowego. Spiel und Sportplatz. Skizze 1. Skala 1:1500. 1912?. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 246.
Hala Stulecia. Wejście południowe, rozwinięcie elewacji. Ausstellungshalle Breslau Nebenaingangshalle. Vorderansicht u. Gürtelbauten. Skala 1:50. 1912.02.08. Berg, Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27466 (III/17038) karta 13.
Hala Stulecia. Strop pomieszczenia transformatorowni przy wejściu północnym. Ausstellungshalle Scheitnig. Decke im Transformatorenraum am Nordeingang. Skala 1:20. 1912.12.13. Lolat-Eisenbeton-Breslau. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27457 (III/17029) karta 238.
Hala Stulecia. Strop pommieszczenia transformatorowni przy wejściu północnym. Schalt– und Transformatorenstation im Ostausgang der Festhalle. Skala 1:20. [Ostausgang przekreślony i poprawiony na Nordausgang]. 1912.09.12. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27457 (III/17029) karta 239.
Hala Stulecia. Rzut transformatorowni. Transformatoren Raum am Ostausgang der Festhalle. M. 1:10. [Ostausgang przekreślony] 1912.09.12. Kalka, tusz. APWr mWrocław sygn. 27457 (III/17029) karta 239a.
Hala Stulecia. Strop pommieszczenia transformatorowni przy wejściu północnym. Ausstellungshalle Scheitnig. Decke im Transformatorenraum am Nordeingang. Skala 1:20. 1912.12.23. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27457 (III/17029) karta 240.
Hala Stulecia. Rozmieszczenie dylatacji w pierścieniu zamykającym filary. Austellungshalle, Breslau. Ausbildung der Dilatationen auf den Abschlussbögen. Skala 1:100. 1912.02.03. Dyckerhoff & Widmann. Kalka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27454 (III/17026) karta 36.
Hala Stulecia. Szkic wzmocnienia dolnego pierścienia rozciąganego kopuły. Bez skali. 1912.03.12. Dyckerhoff & Widmann. Rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27455 (III/17027) karta 234.
Hala Stulecia. Przekroje pionowe gzymsów kopuły i absyd. Ausstellungshalle Breslau. Kuppel und Absidengesimse. Masstab 1:10. Kuppel: 1. Ring. 2. Ring. 3. Ring. 4. Ring. Apside: Unt. Ring. Ob. Ring. Skala 1:10. 1912.03.07. Berg, Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27461 (III/17033) karta 150.
Hala Stulecia. Widok i przekroje narożników kopuły i absyd. Ausstellungshalle Breslau. Eckenausbildungs der Absiden und Kuppelringe. M. 1:10. Kuppel: 1. Ring. 2. Ring. 3. Ring. 4. Ring. 5. Ring. Apside: 1. Ring. 2. Ring. Skala 1:10. 1912.03.07. Berg, Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27461 (III/17033) karta 151.
Hala Stulecia. Przekrój pionowym gzymsu nad wejściem bocznym. Skala 1:1. 1912.03. Konwiarz. Papier, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27461 (III/17033) karta 154.
Hala Stulecia. Przekrój pionowy gzymsu. Skizze für Gürtelbaugesims. Skala 1:1. 1912.02. Konwiarz. Papier, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27461 (III/17033) karta 156.
Hala Stulecia. Rysunek (reprodukcja fotograficzna rysunku). Fragment rysunku elewacji zachodniej z wejściem głównym. Na gzymsie wprowadzony czarnym tuszem zarys płaskorzeźby, po jej obu stronach inskrypcja. Fest– und Ausstellungsshalle Breslau Haupteingangshalle Ansicht von Vorn. Skala 1:25. 1912. Berg. Fotografia, tusz. APWr mWrocław sygn. 27455 (III/17027) karta 91.
Hala Stulecia. Szkic konstrukcji nośnej attyki z płaskorzeźbą nad wejściem głównym. Bez skali. 1912.07.18. Berg. Rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27455 (III/17027) karta 281.
Hala Stulecia. Rzut świetlika sali poligonalnej. Oberlicht d. Polygonsaal. Skizze II. No. 117a. Skala 1:25. 1912.05.13. Berg, Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27452 (III/17024) karta 216.
Hala Stulecia. Dwa przekroje świetlika sali poligonalnej. Ausstellungshalle Breslau Oberlicht Polygonsaal, Schematische Darstellung. Schnitt A-B, Schnitt C-D. No. 117b. Skala 1:25. 1912.05. Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27452 (III/17024) karta 217.
Hala Stulecia. Rzut na czterech poziomach. Festhalle Breslau Gesamt-Grundriß. Erdgeschoss. Fundamente. Decken und Oberlichter. Obergeschoss. Apsiden– Kuppelaufbauten und Laterne. Obergeschoss. Apsiden– Kuppelnrippen und Verteifungsbänder. Obergeschoss. Skala 1:200. 1912.09. Berg, Trauer, Trentin. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27464 (III/17036) karta 80.
Hala Stulecia. Rzut ubikacji męskiej przy wejściu główny, korekta. Männerkloset am Haupteingang. Skala 1:25. 1912.11.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 48.

Hala Stulecia. Rysunek – schemat rzutu konstrukcji świetlika Sali Cesarskiej. 2. Festhalle Breslau. Oberlicht des Empfangssaals. No. 235. Skala 1:25. 1913.01. Berg. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 167.
Hala Stulecia. Rysunek techniczny – szczegół osadzenia okna apsydy, przekrój. Austellungshalle Breslau. Fenster Detail des Logenabsatzes in den Absiden. Skala 1:10. 1913.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 83.
Hala Stulecia. Fragment rzutu, na który oznaczone ścianki działowe pomieszczenia dla solistów w apsydzie organowej oraz dwa warianty ich wyglądu. Solistenräume der Orgelapside. Skala 1:100. 1913.02.19. Berg, Konwiarz, Kuhnot. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27454 (III/17026) karta 58.
Hala Stulecia. Szkic wzmocnienia dolnego pierścienia rozciąganego kopuły. Bez skali. 1912.03.12, 1912.04.04. Dyckerhoff & Widmann, Trauer. Rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27455 (III/17027) karta 232.
Hala Stulecia. Schemat montażu szyb w świetlikach. Skala 1:1. 1913.03.08. Papier, tusz. APWr mWrocław sygn. 27456 (III/17028) karta 132.
Hala Stulecia Rzut Sali cesarskiej – szkic z oznaczeniem zarysu lizen na filarach. Jahrhunderthalle – Breslau. Vertikale Leistenteilung im Empfangssaal. Skala 1:25. 1913.05.06. Berg, Konwiarz. Papier, ołowek. APWr mWrocław sygn. 27456 (III/17028) karta 271.
Hala Stulecia. Rzut żeber kopuły z oznaczeniem punktów oświetleniowych. Festhalle Breslau. Kuppelplan für die Beleuchtungsanlage. Skala 1:200. 1913.01.11. Konwiarz. Ozalid, ołowek. APWr mWrocław sygn. 27457 (III/17029) karta 45.
Hala Stulecia. Układ dekoracji kwiatowej podium na otwarcie Wystawy – rzut. Jahrhundert Halle Dekorat. Bei Eröffnung. D. Ausstellung am 20. Mai. 13. Skala 1:100. 1913.05.03. Berg. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27460 (III/17032) karta 161.
Hala Stulecia. Układ dekoracji kwiatowej podium na otwarcie Wystawy – przekrój. Dekorat. zur Eröffnung am 20. Mai. 13. Jahrhundert. Halle Breslau. Ansicht. Skala 1:50. 1913.05.03. Berg. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27460 (III/17032) karta 162.
Hala Stulecia. Rzut z 09.1912 oznaczeniem rozmieszczenia reflektorów w sali widowiskowej. 1913.04.10. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27462 (III/17034) karta 155.
Hala Stulecia. Oznaczone miejsca w apsydzie organowej do obłożenia drewnem Jahrhunderthalle Breslau. Holzverkleidung der Orgelapside. Skala 1:50. 1913.08.16. Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27462 (III/17034) karta 204.
Hala Stulecia. Przekrój i rzut pulpitu dla dyrygenta – Jahrhunderthalle. Pult für den Dirigenten. Skala 1:10. 1913.06. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27459 (III/17031) karta 96.
Hala Stulecia. Układ posadzki wejścia głównego. Festhalle Breslau. Fussboden der Haupteingangshalle. Skala 1:25. 1913.01.13. Berg, Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27465 (III/17037) karta 135.
Hala Stulecia. Projekt budowy ścianek Rabitza w pomieszczaniach przylegających do Sali cesarskiej. Rabitzwände des Empfagszimmers. Skala 1:15. 1913.02.06. Konwiarz. Papier, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27466 (III/17038) karta 107.
Hala Stulecia. Przekrój amfiteatru w Hali Stulecia. Schnitt durch das Amphitheater. 1913. Berg. Kalka, ołowek. APWr mWrocław sygn. 27467 (III/17039) karta 170.
Hala Stulecia. Przekroje podparcia stropu obejścia belką z betonu i wypełnienia dylatacji. Lolat– Eisenbeton– Breslau. 1916.05.23. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27523 (III/17095) karta 48.
Hala Stulecia. Rzut Hali Stulecia z 1912, na którym czerwonymi liniami oznaczono istniejące w 1917 dylatacje stropów i ścian obejścia. HUTA Hoch– und Tiefbau– Aktiengesellschaft Breslau. 1917.09.26. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27523 (III/17095) karta 66.
Hala Stulecia. Szczegóły techniczne konstrukcji wzmacniającej miejsca pęknięć. Jahrhunderhalle Breslau. Einzelheit über die Ausbildung der Dehnungsfugen in den Ringbauten. Skala 1:10. 1917.09.26. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27523 (III/17095) karta 67.
Hala Stulecia. Rzut na poziomie gruntu z oznaczeniem przebiegu instalacji alarmu pożarowego. 1918?. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27481 (III/17053) karta 66f.
Hala Stulecia. Układ miejsc siedzących na widowni Hali Stulecia, łącznie dla 6342 osób. Jahrhunderthalle

Breslau Bestuhlung. Skala 1:200. 1919.08.02. Berg. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27521 (III/17093) karta 181.
Hala Stulecia. Projekt rozmieszczenia tablic na plakaty na elewacji Hali, sygnowany Berg, Bl. nr 29. Skala 1:50. 1919. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 35362 karta 99.
Hala Stulecia. Projekt tablicy na plakaty, sygnowany Berg, Bl. nr 159, rozrysowane detale konstrukcyjne. Skala 1:10. 1919. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 35362 karta 100.
Hala Stulecia. Projekt tablicy na plakaty, sygnowany Berg, Bl. nr 159, rozrysowane detale konstrukcyjne. Skala 1:10. 1919. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 35362 karta 101.
Hala Stulecia. Przebudowa z przeznaczeniem na pomieszczenie biurowe lokalności przy wejściu pd. do Hali, Zeichnung zur Einrichtung von Büroräumen im Südeingang rechts, der Jahrhunderthalle, Bauamt H.N. den 18. November 19, Schmiter Magistrats– Baurat, skala 1:50. 1919.11.18. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35364 karta 23.
Hala Stulecia. Przebudowa z przeznaczeniem na pomieszczenie biurowe lokalności przy wejściu pd. do Hali, Zeichnung zur Einrichtung von Büroräumen im Südeingang rechts, der Jahrhunderthalle, Bauamt H.N. den 18. November 19, Schmiter Magistrats– Baurat, skala 1:50. 1919.11.18. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35364 karta 24.
Hala Stulecia. Projekt urządzenia podwójnego okna kas i tablicy na plakaty przy wejściu głównym do Hali, sygn. M. Berg, skala 1:25. 1919.11. Berg. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35364 karta 62.
Hala Stulecia. Projekt urządzenia podwójnego okna kas i tablicy na plakaty przy wejściu głównym do Hali, projekt napisu KASSE, sygn. M. Berg, skala 1:10. 1919.11. Berg. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35364 karta 64.
Hala Stulecia. Budowa toru i widowni tygodniowego wyścigu kolarskiego. Skala 1:200. 1920.12. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27522 (III/17094) karta 283.
Hala Stulecia. Budowa toru i widowni tygodniowego wyścigu kolarskiego. Skala 1:200. 1920.12.14. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27522 (III/17094) karta 284.
Hala Stulecia. Projekt budowy stropu pośredniego po wschodniej stronie wejścia południowego. Firma C.H. Jerschke. Skala 1:50. 1920.10.02. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27522 (III/17094) karta 311.
Hala Stulecia. projekt budowy stropu pośredniego po wschodniej stronie wejścia południowego. Firma C.H. Jerschke. Skala 1:50. 1920.10.02. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27522 (III/17094) karta 316.
Hala Stulecia. Fragmentu rzutu obejścia przy wejściu wschodnim, przyłącza elektryczne dużej mocy. Skizze über die vorzunehmenden Bauarbeiter für Umänderung der Schaltanlage – Jahrhunderthalle. Skala 1:200. 1921.04.15. Kalka, ołówek, kredka. APWr mWrocław sygn. 35365 karta 105.
Hala Stulecia. Rzut z oznaczeniem miejsc pod stanowiska wystawowe. Skala 1:600. 1917. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35475 karta 345.
Hala Stulecia. Rzut, zatwierdzenie układu widowni z liczbą miejsc na parterze i na balkonach. 1912.12.24. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35344 karta 100.

Hala Stulecia – organy
Hala Stulecia. Przekrój przez trybunę organów. Festhalle Breslau Orgelbtribüne Schnitt durch die Mitte der Orgel. Skala 1:50. 1912.11. Berg, Konwiarz. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27456 (III/17028) karta 228.
Hala Stulecia. Rzut poziomy apsydy organowej, czerwonym kolorem naniesiona zarys ścian pomieszczenia motorów napędzających miechy. Festhalle Breslau Orgeltribüne Erdgeschoss. Skala 1:50. 1912.12. Berg, Konwiarz. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27456 (III/17028) karta 230.
Hala Stulecia. Organy główne, fragment widoku na prospektu i rzutu. W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber, podpis, Paul Walcker, Frankfurt d. 7. Jan. 1913. Skala 1:15. 1913.01.07. Walcker. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 164.
Hala Stulecia. Organy zdalne (Fernorgel), widok prospektu i przekrój. Fernwerk auf dem Kuppelring, der Hauptorgel gegenüber. W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber, podpis, Paul Walcker, Frankfurt a.O. d. 7. Jan. 1913. Skala 1:50. 1913.01.07. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 170.
Hala Stulecia. Organy zdalne (Fernorgel), widok prospektu i przekrój, usytuowanie silnika miechów. Fernwerk auf dem Kuppelring, der Hauptorgel gegenüber. Skala 1:50. 1913.01.07. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 171.
Hala Stulecia. Organy główne, rzut poziomy organów głównych. Orgelraum Festhalle Breslau. W prawym górnym Blatt No. 203. W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber, podpis, Paul Walcker, Frankfurt a.O. d. 7. Jan. 1913. Skala 1:50. 1913.01.07. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 172.
Hala Stulecia. Organy główne, przekrój pionowy przez apsydę organową ze stołem gry. Breslau Festhalle Orgelraum. Blatt No. 204. W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber, podpis, Paul Walcker, Frankfurt a.O. d. 7. Jan. 1913. Skala 1:50. 1913.01.07. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 173.
Hala Stulecia. Organy zdalne (Fernorgel), przekrój przez zdalne organy (Fernorgel). W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber. Skala 1:50. 1913.01.07. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 187.
Hala Stulecia. Organy zdalne (Fernorgel), rzut i przekroje. Fernwerk auf dem Kuppelring, der Hauptorgel gegenüber. M. 1:50. Blatt No. 206. W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber, podpis, Paul Walcker, Frankfurt a.O. d. 7. Jan. 1913. 1913.01.07. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 188.
Hala Stulecia. Organy zdalne (Fernorgel), szczegóły wiatrownicy i miecha. Blatt 119, M. 1:50. W prawy dolnym pieczęć W. Sauer Orgelbauanstalt Inhaber, Paul Walcker. 1913.01.29. Walcker. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27563 (III/17135) karta 189.
Hala Stulecia. Balkon dla Fernorgel, przekrój i rzut. Jahhundert– Halle, Breslau. Orgelfernwerk auf dem Kuppelring der Hauptorgel gegenüber. Skala 1:25. 1913.04.16. APWr mWrocław sygn. 27461 (III/17033) karta 261.

Hala Stulecia – szpalery lipowe
Hala Stulecia. Szpalery lipowe. Projekt nasadzeń. Skala 1:1000. 1914.11.07. Richter. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35389 karta 80.
Hala Stulecia. Szpalery lipowe. Projekt nasadzeń. Skala 1:1000. 1914.11.07. Richter. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35389 karta 81.
Hala Stulecia. Szpalery lipowe. Plan obsadzenia lipami (wersja niezrealizowana), opracował Richter, skala 1:5000. 1918.11.03. Richter. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35384 karta 285.
Hala Stulecia. Szpalery lipowe. Plan obsadzenia lipami (wersja niezrealizowana), opracował Berg. Skala 1:5000. 1919. Berg. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35385 karta 4.
Hala Stulecia. Szpalery lipowe. Gartenanlage an der Jahrhunderthalle, projekt nasadzeń opracowany na planie sygnowanym Breslau, im Februar 1919, a podpisanym 14.August 1922 przez miejskiego dyrektora ogrodów Richtera. Skala 1:500. 1922.08.14. Richter. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35358 karta 14.

Pawilon czterech kopuł – pawilon wystawy historycznej
Pawilon czterech kopuł. Schemat budowy ścian osłonowych, przekrój. Ausmauerung der Umfassungswände. Skala 1:10. 1912.09. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 61.
Pawilon czterech kopuł. Przebieg sieci kanalizacyjnych i odwadniających. Regenwasserableitung vom Ausstellungsgebäude usw., wie sie nach den Forderungen von K.W. ausfallen würde. Skala 1:1000. 1912.12.14. Odbitka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 164.
Pawilon czterech kopuł. Plan toalety damskiej. Abortanlage für Dame nam Eingangssaal. Skala 1:50. 1912.10.08. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 270.
Pawilon czterech kopuł. Północno-zachodnia część pawilonu, rzut. Grundriss zur statischen Berechnung für die Eisenbetonkonstruktionen zum Neubau des historischen Ausstellungs– Gebäudes zu Breslau. Skala 1:100. 1912.09.12. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 274.
Pawilon czterech kopuł. Południowo-zachodnia część pawilonu, rzut. Grundriss zur statischen Berechnung für

die Eisenbetonkonstruktionen zum Neubau des historischen Ausstellungs– Gebäudes zu Breslau. Skala 1:100. 1912.09.12. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 274b.
Pawilon czterech kopuł. Północna część pawilonu, rzut. Grundriss des Gebäudes für die historische Ausstellung zu Breslau. Skala 1:100. 1912.07. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 275.
Pawilon czterech kopuł. Południowa część pawilonu, rzut. Grundriss des Gebäudes für die historische Ausstellung zu Breslau. Skala 1:100. 1912.07. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 276.
Pawilon czterech kopuł. Rzut. Grundriss des Gebäudes für die historische Ausstellung zu Breslau. Skala 1:194. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 277.
Pawilon czterech kopuł. Obrys pawilonu z oznaczonymi niwelatami. Höhenplan der Strasse an der Nord– u. Westseite des Ausstellungsgebäudes. Skala 1:200. 1912.12.14. Poelzig. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27479 (III/17051) karta 11.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z opisem przeznaczenie pomieszczeń, oznaczona lokalizacja hydrantów. Grundriß des ständigen Ausstellungsgebäudes der Stadt Breslau. Mit Einteilung der historischen Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Skala 1:200. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27479 (III/17051) karta 20.
Pawilon czterech kopuł. Rzutu z oznaczeniem instalacji grzewczej. Ausstellungs – Gebäude Breslau. Skala 1:200. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27479 (III/17051) karta 70f.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z oznaczeniem instalacji. Grundriß des ständigen Ausstellungsgebäudes der Stadt Breslau. Mit Einteilung der historischen Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Skala 1:200. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27479 (III/17051) karta 112.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez dach i attykę – fragment ilustrujący sposób kładzenia papy. Details der Dacheindeckung. Skala 1:10. 1912.10.16. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27479 (III/17051) karta 243.
Pawilon czterech kopuł. Toalety. Abortanlagen. Skala 1:50. 1912.12.03. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 297.
Pawilon czterech kopuł. Fragment rzutu na wysokości fundamentów z przekrojami poszczególnych stóp fundamentowych. Ausstellungshalle Breslau. Abrechnungszeichnung. Fundamente. Skale różne. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27479 (III/17051) karta 271.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez fontannę. oznaczone elementy do wykonania z żelbetu, na rysunku ołówkiem szkice Poelziga. Skala 1:10. 1913. Poelzig. Ozalid, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 4.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z oznaczeniem na odbitce przebiegu sieci elektrycznej. Grundriß des ständigen Ausstellungsgebäudes der Stadt Breslau. Mit Einteilung der historischen Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Skala 1:200. 1913. Ozalid, tusz. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 285.
Pawilon czterech kopuł. Rozmieszczenie drabin pożarowych. Neubau Ausstellungshalle Ausschreibung Feuerleitern. Skala 1:20. 1913.01. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27478 (III/17050) karta 114.
Pawilon czterech kopuł. Detal urządzenia toalet. Detailzeichnung für die Abortanlagen. Skala 1:50. 1913.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 295.
Pawilon czterech kopuł. Detal urządzenia toalet. Detailzeichnung für die Abortanlagen. Skala 1:50. 1913.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 296.
Pawilon czterech kopuł. Detal urządzenia toalet. Detailzeichnung für die Abortanlagen. Skala 1:50. 1913.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 316.
Pawilon czterech kopuł. Toalety. Vorgesehen Abortanlagen, 2 Stück. Skala 1:50. 1913.12. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 317.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z oznaczonymi, które kolumny i narożnik (północno-zachodni) należy wzmocnić. Skala 1:200. 1913.12.15. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 323.
Pawilon czterech kopuł. Rzut. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 341.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez skrzydło północne. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 347.

Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez kopułę skrzydła wschodniego. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 348.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez kopułę skrzydła bocznego. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 349.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez skrzydła boczne. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 350.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój przez kopułę północną. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 351.
Pawilon czterech kopuł. Elewacja skrzydła północnego od dziedzińca. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27480 (III/17052) karta 352.
Pawilon czterech kopuł. Rzut pawilonu wystawy historyczno-artystycznej z oznaczeniem punktów oświetleniowych wnętrza. Skala 1:200. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 250.
Pawilon czterech kopuł. Rzut pawilonu wystawy historyczno-artystycznej z oznaczeniem punktów oświetleniowych wnętrza. Skala 1:100. 1912, 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 251.
Pawilon czterech kopuł. Plan z oznaczonymi przebiegiem sieci elektrycznej. Skala 1:200. 1914.07.08. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35386 karty 111-112.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z oznaczeniem miejsc wymagających napraw. Skala 1:200. 1913, 1917. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27481 (III/17053) karta 51f.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z oznaczeniem stanowisk wystawowych. Skala 1:500. 1917. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35475 karta 346.
Pawilon czterech kopuł. Rzut z oznaczonymi gniazdkami elektrycznymi, skala 1:500. 1922 (?). Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35365 karta 64.

Restauracja tarasowa

Restauracja tarasowa. Rzuty i przekroje. Skala 1:100. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karty 63-65.
Restauracja tarasowa. widok elewacji restauracji tarasowej na tle sylwety Hali Stulecia, rzut restauracji tarasowej i obrys hali, przekrój przez Halę, restaurację tarasowo do brzegu basenu wodnego. Festhallerestaurant. Skala 1:500. 1912.06.05. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 130.
Restauracja tarasowa. Rzut z rozmieszczeniem stolików restauracji i obu ogródków piwnych. Festhallenrestaurant Erdgeschoss. Blatt 2. Skala 1:200. 1912.08.01. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 101.
Restauracja Tarasowa. Rzuty i przekroje. Terrassen-Restaurant. M. 1:200. 1912.11.06. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 236.
Restauracja tarasowa. Projekt wyposażenie kuchni w urządzenia firmy Gebrüder Roeder z Darmstadt. Skala 1:50. 1913.04.04. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 14.
Restauracja tarasowa. Rzut piwnicy z oznaczeniem lokalizacji kotłów centralnego ogrzewania Hali Stulecia. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 66.
Restauracja tarasowa. Projekt dwuramiennych kandelabrów. Skala 1:10. 1913.04.13. Berg. Ozalid, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 85.
Restauracja tarasowa. Projekt kandelabra. Kandelaber am Restaurant Verstärkung des Ausladenfusses. Mat. G. Skala 1:10. 1913.07.17. Berg. Kalka, ołówek, tempera. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 86.
Restauracja tarasowa. Zadaszenie otworu w tarasie. Terassenueberdachung auf dem Ausstellungsgelände der Stadtbauamtsaustellung in Breslau. Gebr. Casse Frankfurt a. M. 1913.05.08. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 172.
Restauracja tarasowa. Namiot ogródka piwnego. Bierzelt auf dem Ausstellungsgelände der Stadtbauamtsaustellung in Breslau. Gebr. Casse Frankfurt a. M. 1913.05.13. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 173.
Restauracja tarasowa. Schodkowa podstawa tambura latarni ze schematem rozmieszczenia skrzyń na kwiaty. Festhallerestaurant. Blumenkästen auf der Kuppel. Skala 1:50. 1913.03. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27516

(III/17088) karta 220.
Restauracja tarasowa. Instalacja kuchni w zachodnim skrzydle restauracji. Westliche Ausgabe Festhallen Restaurant. 1913.01.04. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 221.
Restauracja tarasowa. Projekt drewnianego, owalnego pawilonu dla orkiestry. Zeichnung zur Herstellung von zwei runden Musikorchestern für die Stadt Breslau Ausstellung 1913. 1913.03.03. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27516 (III/17088) karta 281.
Restauracja tarasowa. Szkic budowy wiatrołapu wejścia na osi od strony południowej i północnej. 1915.09.28. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27517 (III/17089) karta 76.
Restauracja tarasowa. Szkic budowy drewnianego przepierzenia przy bocznej klatce schodowej. 1915. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27517 (III/17089) karta 76f.
Restauracja tarasowa. Projekt budowy wiatrołapu wejścia na osi od strony południowej i północnej. 1915. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27517 (III/17089) karta 79.

Pergola i staw
Pergola. Przekrój poprzeczny przez staw. Ausstellung. Dichtung des Wasserbecken. Dwa rysunki na planszy: Gesamtfläche des Wasserbeckens M. 1:500. Detail der Beckenkante M. 1:20. 1912.08.09. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 250a.
Pergola. Rzut poziomy stawu z rozmieszczeniem dysz fontann. Skizze für die Springbrunnen im Wasserbecken. M. 1:400. 1912.08.19. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 250.
Pergola. Szkic fontann na stawie. Skizze für die Springbrunnen im Wasserbecken. Skala 1:200. 1912.12.12. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27453 (III/17025) karta 249.
Pergola. Staw, mur skarpy przy restauracji. Wasserbecken auf dem Ausstellungsgelände. Böschungsmauer vor dem Restaurant. Skala 1:20. 1912.09.03. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 125.
Pergola. Staw, rzut poziomy. Skala 1:400. 1912.05.04. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 126.
Pergola. Staw, przekrój. Skala 1:200. 1912.05.21. Richter. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 127.
Pergola. Staw i schody. Skala 1:1000. 1912.06.15. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 128.
Pergola. Przekrój przez pergolę i staw z oznaczeniem krzewów. Gartenbauausstellnug Breslau 1913. Schnitt durch die Böschungen von der Pergola bis zum Wasserbecken. Skala 1:100. 1912.06.10. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 129.
Pergola. przekrój przez pergolę i basen wodny z oznaczeniem krzewów, czerwonym kolorem korekta z 8.6.1912, ozalid, skala 1:100. Gartenbauausstellnug Breslau 1913. Schnitt durch die Böschungen von der Pergola bis zum Wasserbecken. Skala 1:100. 1912.06.08. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 131.
Pergola. Przekrój przez Halę Stulecia, restaurację tarasową i staw. Skala 1:200. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 132.
Pergola. Staw, przekroje zaworów odprowadzających wodę. Skale 1:500, 1:20. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27476 (III/17048) karta 180.
Pergola. Rzut poziomy pergoli i stawu. Wasserbecken mit Pergola. Skala 1:1000. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27459 (III/17031) karta 45.
Pergola i staw. Przekrój. Wasserbecken mit Pergola. Profil. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27459 (III/17031) karta 47.
Pergola. Rzut i przekrój schodów betonowych pergoli. Austellungsgelände in Scheitnig. Anordnung der Fundamente für die Treppen 6-15. Breslau, im März 1913, pieczątka Beton– und Cementwarenfabrik Guido Simon, G.m.b.H. Zum Br. R. 26.3.13. 1913.03.26. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 189.
Pergola. Przekrój stopni schodów. Ausstellung in Scheitnig Treppenstufen. M. 1:5. Breslau, im Februar 1913, pieczątka Beton– und Cementwarenfabrik Guido Simon, G.m.b.H. 1913.02. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 190.

Pergola. Przekrój stopni schodów. Treppenstufen für das Ausstellungsgelände in Scheitnig. M. 1:4. Breslau, den 21.2.1913, pieczątka Lolat-Eisenbeton-Breslau. 1913.03.21. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 191.
Pergola. Przekrój stopni schodów, konstrukcja mieszana, z użyciem pustaków. Ausstellung in Scheitnig Treppenstufen. M. 1:5. Breslau im Februar 1913, pieczątka Beton– und Cementwarenfabrik Guido Simon, G.m.b.H. 1913.02. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 194.
Pergola. Rzut cokołów kolumn i schodów z oznaczeniem niwelet. Festhalle Pergola rechte Hälfte, M. 1:100. 1913. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 164.
Pergola. Schemat konstrukcji dachu dwuspadowego nad skrzyniami na kwiaty belkowania pergoli. Jahrhundert– Ausstellung Schutzdach für die Blumenkästen der Pergola. Breslau im August 1913. Pieczęć Gustaw Hossenfelder Zimmermeister Breslau. 1913.08. Kalka, ołówek, rys. jbw. APWr mWrocław sygn. 27576 (III/17148) karta 225.
Pergola. Przekrój przez bliźnie kolumny pergoli ze schematem systemu montażu w cokole skrzynki elektrycznej. Skizze über die Unterbringung der Schalttafel in dem Säulensockel der Pergola. M. 1:100. 1912. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 10.
Pergola. Rzut stawu pergoli z oznaczonymi niweletami i przekrojem skarp, skala 1:400. Breslau, Mai 1912, Poelzig. 1912.05.04. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 18.
Pergola. Rzut stawu pergoli z oznaczonymi niweletami i przekrojem skarp, skala 1:400. Breslau, Mai 1912, Poelzig. 1912.05.04. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 19.
Pergola. Belkowanie kolumn przy przecięciu paraboli przez kolumnadę prowadzącą do wejścia do pawilonu wystawy historyczno-artystycznej. Lösung B. Festhalle – Scheitnig. Pergola M. 1:100. Bauamt H.O.II der 25.Oktober 1912. 1912.12.25. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 53.
Pergola. Belkowanie kolumn przy przecięciu paraboli przez kolumnadę prowadzącą do wejścia do pawilonu wystawy historyczno-artystycznej. Lösung A. Festhalle – Scheitnig. Pergola M. 1:100. Bauamt H.O.II der 25.Oktober 1912. 1912.12.25. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 54.
Pergola. Przekrój belki poprzecznej z oznaczeniem zbrojenia. Pergola (Scheitnig). Detail des Betonbalken über dem Blumentrog. M. 1:10. Breslau, den 30 Sept. 1912. Pieczątka Beton– u. Eisenbetonbau Pfeffer Pringsheim & Co. 1912.09.30. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 55.
Pergola. Projekt betonowych belek poprzecznych na pergoli. Pergola (Scheitnig). Detail des Betonbalken über dem Blumentrog. M. 1:10. Breslau, den 30 Sept. 1912. 1912.09.30. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 162.
Pergola. Szczegół połączenia drewnianego belkowania pergoli. Pergola (Scheitnig) M. 1:5. 1912 (?). Papier, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 88.
Pergola. Łącznik pomiędzy Halą Stulecia a restauracją tarasową. Festhalle Breslau. Anschluss des Nordeinganges an Restaurant und Pergola. M. 1:50. W lewym dolny No. 176, Konwiarz 2.11.12. W prawy dolnym Breslau 2. Nov. 1912. Der Stadtbaurat, podpis Berg. Na ozalidzie korekta zarysu i zasięgu dachu, pierwotny miał przykrywać wszystkie trzy nawy, po korekcie tylko środkową. 1912.11.02. Berg, Konwiarz. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 103.
Pergola. Łącznik pomiędzy Halą Stulecia a restauracją tarasową. Bez podpisu i daty. 1913. Papier, ołówek, kredka. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 98.
Pergola. Łącznik pomiędzy Halą Stulecia a restauracją tarasową. Rysunek perspektywiczny, schemat konstrukcji zadaszenia. Pergola Scheitnig M. 1:20. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 104.
Pergola. Propozycje wzmocnienie skrzyń belkowania oraz wykonania dylatacji. 1914 (?). Papier, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27580 (III/17152) karta 142.
Pergola. Naprawa muru oporowego schodów pergoli na pn. od restauracji tarasowej. 1916?. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27485 (III/17057) karta 175.
Pergola. Projekt metalowych barierek pomiędzy przęsłami pergoli, Ausstellungsgelände Scheitnig – Drahtzaun in der Pergola, skala 1:25, sygnowany Berg, Konwiarz, nr rys. 122. 1921.11. Berg, Konwiarz. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35361 karta 90.

Pergola. Projekt metalowego ogrodzenia z betonowymi słupkami od strony pd. Hali, oraz z kasami biletowymi, Umwährung des Ausstelungsgeländes, skala 1:15. w sygnowany Berg, Konwiarz. 1922. Berg, Konwiarz. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35361 karta 91.

Pawilon Związku Artystów Śląska (Künstlerbund Schlesien)

Pawilon Związku Artystów Śląska. Przyłącza kanalizacyjne. Ausstellungsgelände Verwaltungsgebäude Lageplan 1:100. Bauamt H.O. II, 22 Oktober 1912. 1912.10.22. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27612 (III/17184) karta 32.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Rzut fragmentu budynku z oznaczeniem lokalizacji posterunku straży pożarnej, lekarza, pielęgniarzy i żandarmerii. Nachtragszeichnung zum Grundriss des Verwaltungsgebäudes M. 1.100. Breslau Nov. 1912, podpis Poelzig. 1912.11. Poelzig. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 88.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Rzut. (Kunstausstellungs– und) Verwaltungsgebäude auf dem Festplatz in Scheitnig. M. 1:1000. W lewym dolny Breslau, Deutsch-Lissa im Novemer 1912. Für die Ausführung. Pieczęć Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7 Dezember 1912. 1912.12.07. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 41.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Przekroje przez część mieszczącą budynek administracyjny terenów wystawowych z oznaczeniem instalacji kanalizacyjnej, M. 1:100. 1913.01.07. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 27.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Elewacja, Kunstausstellungs– und Verwaltungsgebäude. Ansicht von der Grüneicher Chaussee. W prawym dolnym Breslau, Okt. 1912, pieczątki Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7. Dezember 1912, pp Eduard Freytag, zatwierdzenie policji budowlanej 10-ten Januar 1913. 1913.01.10. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 42.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Elewacja, Kunstausstellungs– und Verwaltungsgebäude. Vorder Ansicht. M. 1:100. Nad rysunkiem elewacji szkic widoku perspektywicznego budynku. W prawym dolnym Breslau, Okt. 1912, pieczątki Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7. Dezember 1912, pp Eduard Freytag, zatwierdzenie policji budowlanej 10-ten Januar 1913. 1913.01.10. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 43.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Elewacja boczna, Kunstausstellungs– und Verwaltungsgebäude. Seitenansicht. M. 1:100. W prawym dolnym Breslau, Okt. 1912, pieczątki Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7. Dezember 1912, pp Eduard Freytag, zatwierdzenie policji budowlanej 10-ten Januar 1913. 1913.01.10. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 44.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Sytuacja, Austellung 1913. Lageplan des Westlischen Festhallen Vorplatzes. M. 1:1000. Po prawej pieczątki Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7. Dezember 1912, pp Eduard Freytag, zatwierdzenie policji budowlanej 10-ten Januar 1913. 1913.01.10. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 45.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Elewacja od strony dziedzińca wewnętrznego, Kunstausstellungs– und Verwaltungsgebäude. Ansicht vom Innenhof M. 1:100. W prawym dolny. Breslau Okt. 1912, podpis Poelzig. pieczątki Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7. Dezember 1912, zatwierdzenie policji budowlanej 10-ten Januar 1913. 1913.01.10. Poelzig. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 46.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Rzut agencji pocztowej w budynku administracyjnym, Postanlage im Verwaltungsgebäude M. 1:50. W prawym dolnym, Breslau 28. Jan. 13, Poelzig. Poniżej parafa i data 30.1.13. 1913.01.10. Poelzig. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 71.

Pawilon Związku Artystów Śląska. Budowa instalacji wodociągowej. Be– und Entwässerungsanlage zum (Kunstausstellungs– und) Verwaltungsgebäude auf dem Festplatz in Scheitnig. M. 1:1000. Breslau – Deutsch Lissa im Dezember 1912. Inwestor Städt. Bauamt HO 2. Wykonawca Eduard Freytag. Zatwierdzenie 13.1.1913 i 15.1.1913. 1913.01.15. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 26.

Budynek wystawy ogrodniczej i restauracja Rheingold

Budynek wystawy ogrodniczej. Restauracja Rheingold, rzut, przekrój, lokalizacja chłodni mięsa. Restaurant Rheingold. Skala 1:50. 1913. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 170.

Budynek wystawy ogrodniczej. Restauracja Rheingold, rzut, przekrój, lokalizacja chłodni mięsa. Restaurant Rheingold. Skala 1:50. 1913. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 171.

Budynek wystawy ogrodniczej. Restauracja Rheingold, rzut, przekrój, lokalizacja chłodni mięsa. Restaurant Rheingold. Skala 1:50. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 178.

Budynek wystawy ogrodniczej. Restauracja Rheingold, rzut, przekrój, lokalizacja chłodni mięsa. Restaurant Rheingold. Skala 1:50. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 179.

Budynek wystawy ogrodniczej. Restauracja Rheingold, rzut, przekrój, lokalizacja chłodni mięsa. Restaurant Rheingold. Skala 1:50. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 180.

Budynek wystawy ogrodniczej. Rzut. Skala 1:100. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 204.

Budynek wystawy ogrodniczej. Elewacje. Zeichnung zur Errichtung eines Weinrestaurant, Gartenbauausstellungshalle u. Schuppen auf dem Festplatz der Jahrhundertfeier in Breslau. Skala 1:100. 1913.01.28. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 205.

Budynek wystawy ogrodniczej. Elewacje. Zeichnung zur Errichtung eines Weinrestaurant, Gartenbauausstellungshalle u. Schuppen auf dem Festplatz der Jahrhundertfeier in Breslau. Skala 1:100. 1913.01.28. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 206.

Budynek wystawy ogrodniczej. Schemat konstrukcji dachu. Skala 1:100. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 207.

Budynek wystawy ogrodniczej. Schemat konstrukcji szkieletu budynku. Skala 1:100. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 208.

Budynek wystawy ogrodniczej. Schemat konstrukcji szkieletu budynku. Skala 1:100. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 209.

Budynek wystawy ogrodniczej. Szczegóły konstrukcji szkieletu budynku. Skale różne. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 210.

Budynek wystawy ogrodniczej. Szczegóły konstrukcji szkieletu budynku. Skale różne. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 211.

Budynek wystawy ogrodniczej. Szczegóły konstrukcji szkieletu budynku. Skale różne. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 213.

Budynek wystawy ogrodniczej. Rzut, oznaczony podział na moduły. Skala 1:100. 1913.01.28. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 214.

Budynek wystawy ogrodniczej. Układ miejsc siedzących w sali kongresowej. Skala 1:100. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 215.

Budynek wystawy ogrodniczej. Rzut, oznaczone czerwono przesunięcie ścian, korekta dokonana 10.2.1913. Gartenbau-Ausstelung. Skala 1:200. 1913.02.10. Poelzig. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta b. nr.

Budynek wystawy ogrodniczej. Rzut, oznaczenie umywalek w toaletach. Verkehrshalle, Ausstellung, Waschbeckenanlagen. Skala 1:200. 1913.05.25. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 154.

Teatr na wolnym powietrzu

Teatr na wolnym powietrzu. Rzut i przekrój. Freilichttheater für Jahrhundertfeier in J. 1913. Skala ok. 1:100. 1912.07.13. Schreiber. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27147 (III/16719) karta 191.

Teatr na wolnym powietrzu. Projekt budowy drewnianego budynku garderoby przy teatrze. Freilichttheater Jahrhundertfeier 1913 Garderobenhaus. Breslau, den 31 März 1913, Stadtbauinspektor. 1913.03.31. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 103.

Teatr na wolnym powietrzu. Projekt budowy drewnianego budynku ubikacji, na zach. od teatru na wolnym powietrzu. Jahrhundertfeier 1913. Herstellung eines Abortgebäude auf dem Ausstellungsgelande in Scheitnig (mit Grubensystem). Breslau, d. 14 April 1913. 1913.04.14. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27570 (III/17142) karta 254.

Teatr na wolnym powietrzu. Projekt poszerzenie mostu przy teatrze na wolnym powietrzu. Ausstelungsgeläh-

de. Brücke am Naturtheater– Verbreitung. Blat I. M. 1:50. Breslau, den 14 Juni 1913. Centralbaustelle für die Jahrhundertfeier. Podpis Schneider Stadtbauinspektor. 1913.06.14. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27570 (III/17142) karta 37.
Teatr na wolnym powietrzu. Projekt baraku dla nadzorcy teatru. Ausstelungsgelände. Nathurtheater– Bretterhäuschen für den Oberleiter. Blat I. M:150. Breslau, den 14 Juni 1913. Centralbaustelle für die Jahrhundertfeier. Podpis Schneider Stadtbauinspektor. 1913.06.14. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27570 (III/17142) karta 38.
Teatr na wolnym powietrzu. Projekt drewnianej dodatkowej trybuny widowni oraz fosy orkiestry. Jahrhudertfeier 1913 – Freilichttheater. Schnitt und Einzelzeichnungen. M. 1:100, M:20. Zentralbaustelle der Jahrhundertfeier V. Stadtbauinspektor. Blat II. 1913.12.31. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 66.
Teatr na wolnym powietrzu. Projekt drewnianej dodatkowej trybuny widowni oraz fosy orkiestry. Jahrhudertfeier 1913 – Freilichttheater. Grundriss. M. 1:100. Zentralbaustelle der Jahrhundertfeier V. Stadtbauinspektor. Blat I. 1913.12.31. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 67.
Teatr na wolnym powietrzu. Przebudowa drewnianej rampy sceny w teatrze na wolnym powietrzu. Naturtheater. Änderungen an der Bühne. M. 1:10. Beslau, Mai 1914. 1914.5. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27578 (III/17150) karta 81.

Ogród Japoński
Ogród japoński. Projekt wejścia. Eingang am Japanischen Garten. M. 1:50, Breslau, d. 4. April 1913, Städt. Bauamt H02, Breslau, den 10. April 1913. 1913.04.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27572 (III/17144) karta 119.
Ogród Japoński. Projekt budowy drewnianego, zadaszonego mostu nad stawem Eichborna, teren ogrodu japońskiego. Zeichnung zum Erweiterungsbau der Eichbornbrücke im Ausstellungsgelände der Jahrhundertfeier in Breslau-Scheitnig. Breslau – Dt. Lissa, den 5. Juni 1913. Pieczęć Gartenbauausstellung Breslau 1913. 1913.06.05. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 172.
Ogród Japoński. Szkic montażu motoru pompy w istniejącym, szachulcowym budynku maszynowni. Skizze für das Motorhäuschen des Pumpenmotores im japanischen Garten im Scheitniger Park. Skala 1:20. 1916.10. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27485 (III/17057) karta 3.

Tymczasowe wiadukty dla pieszych nad obecną ul. Z. Wróblewskiego
Tereny Wystawowe. Wiadukty nad obecną ul. Z. Wróblewskiego. Niezrealizowany projekt żelbetowych wiaduktów na Grüneicher Weg, rzuty, przekroje. Überbrückung des Grüneicherwegs. Brücke in Eisenbeton. Aufgänge Säulen in Schleuderbeton oder Stampfbeton. Füllmaern: Priess'sche Wände, verjucht. M. 1:200. Breslau 11. Juni 1912. Der Stadtbaurat podpis Berg. Na odwrociu adnotacja: zu HO.II.i.142/12 i dopisek Ungültig 17.10.12. 1912.10.02. Berg. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 138.
Tereny Wystawowe. Wiadukty nad obecną ul. Z. Wróblewskiego. Projekt dwóch prowizorycznych wiaduktów dla pieszych. Zeichnung zum Bau zweier provisorischer Brücken über dem Grüneicher Weg, auf dem Ausstellungsplatz der J.F. 1913 in Scheitnig. Enthält: Grundriss, Ansichten u. Schnitte. M. 1:100. Breslau den Februar 1913. Der Bauherr: Städt. Bauamt HO 2. Der Bauleiter: Hugo Baum. 1913.02. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 85.
Tereny Wystawowe. Wiadukty nad obecną ul. Z. Wróblewskiego. Sytuacja parku rozrywki z oznaczoną lokalizacją wiaduktów. Plan des Vergnügungsparkes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. M 1:1000. Lageplan zum Bau zweier provs. Brücken über dem Grüneicher Weg auf dem Ausstellungsplatz der J.F. 1913 in Scheitnig. Breslau, den Februar 1913. 1913.02. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 99.
Tereny Wystawowe. Wiadukty nad obecną ul. Z. Wróblewskiego. Schemat konstrukcji drewnianego wiaduktu. 1913.04.12. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 84.

Tereny wystawowe przy Hali Stulecia – wejście główne, pawilony tymczasowe, oświetlenie, drogi
Tereny Wystawowe. Lageplan des Ausstellungsgeländes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913.

1913. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27512 (III/17084) karta 17.
Tereny Wystawowe. Wejście główne. Przekrój przez schody wejścia głównego na tereny wystawowe. Załącznik do oferty z 21.2.1913. Teilzeichnung der Treppe am Haupteingang zur Jahrhundertaustellung. M. 1:100 W prawym dolnym pieczątka: C.H. Jerschke, G.m.b.H. Eisenbeton u. Betonbau. 1913.02.21. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 174.
Tereny Wystawowe. Wejście główne. Projekt wejścia głównego. Haupteingang zur Ausstellung in Scheitnig. M. 1:50. W prawym dolnym Breslau 27.3.13. 1913.03.27. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27572 (III/17144) karta 274.
Tereny Wystawowe. Wejście główne. Projekt konstrukcji zadaszenia wejścia głównego. Detailzeichnung zur Binderkonstruktion des Haupteinganges. M. 1:20 Eduard Freytag. 1913.04.13. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27572 (III/17144) karta 276.
Tereny Wystawowe. Projekt drewnianego, oktogonalnego pawilonu na pd.-zach. od Hali Stulecia. Ausstellung zur Jahrhundertfeier in Breslau 1913. Herstellung eines Ausstellungs– Pavillons auf dem Ausstellungsgelände in Scheitnig. Breslau, den 29. März 1913. Der Bauherr Städt. Bauamt HO 2 Breslau den 3 April 1913. Der Bauausführende Zimmermeister Breslau, Monhauptstrasse Nr. 20, podpis Gustav Hossenfelder. 1913.03.29. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 222.
Tereny Wystawowe. Projekt doprowadzenia wody do belwederu z tarasami w ogrodzie renesansowym. Gartenbau– Ausstellung 1913. Terrasse in dem Renaissance-Garten (mit Weinrestaurant) M. 1:100. W prawym dolnym Zentralbaustelle der Jahrhundertfeier A., niżej pieczęć Architekt Th. Effenberger. 1912. Effenberger. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 58.
Tereny Wystawowe. Projekt wejścia do rozarium. Gartenbau Ausstellung Eingang zum Rosarium M. 1:50. W prawym dolny Breslau, am März 1913, Stadtbauinspektor Jaide. 1913.05. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27572 (III/17144) karta 101.
Tereny Wystawowe. Widok perspektywiczny wejścia do rozarium. Podpis Jaide. 1913.05. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27572 (III/17144) karta 102.
Tereny Wystawowe. Przesunięcie ogrodzenia wystawy ogrodniczej. Ausstellungsgelände Scheitnig Zaumversetzung Antrag vom III.12. Skala 1:1500. 1912.03.12. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27467 (III/17039) karta 230.
Tereny Wystawowe. Rozmieszczenie dodatkowych lamp wokół Hali Stulecia. 1913?. Kalka, ołówek, kredka. APWr mWrocław sygn. 27485 (III/17057) karta 254.
Tereny Wystawowe. Projekt lampy o kanelowanym trzonie. Skala 1:10, 1:1. 1913.02.13. Poelzig. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27485 (III/17057) karta 268.
Tereny Wystawowe. Plan sytuacyjny z rozmieszczeniem masztów oświetlenia oraz masztów flagowych. Plan für die Aufstellung der Beleuchtungsmaste M. 1:500. Abgeändert Kandelaberstellung vom 15.IV.1913. W lewym dolnym No. 277, podpis nieczytelny 25.3.13, obok podpis Konwiarz 35.3.13. W prawym dolnym Breslau, im März 1913 Der Stadtbaurat. Skala 1:500. 1913. Berg, Konwiarz. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27569 (III/17141) karta 51.
Tereny Wystawowe. Projekt masztu latarni, skala 1:10, przekroje kanelur trzonu 1:1. W prawym dolnym Kandelaber des Ausstellungsgeländes, Breslau, dem 18.3.13. Projekt: Hans Poelzig. 1913.08.03. Poelzig. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27569 (III/17141) karta 52.
Tereny Wystawowe. Sytuacja, pomiar dróg, trwaników i terenów wysypanych żwirem. Skizze für die Vermessung der Kiesschüttung, der Straße und der Bodensteine. M. 1:1000. Pieczęć O. Kleinert. Tiefbaugeschäft Breslau. Dopisek Ungültig v. 28.10.13 Fleischer. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27569 (III/17141) karta 135.
Tereny Wystawowe. Plac budowy, szatnia dla robotników. Unterkunftsrüme für Bauhofarbeiter. M. 1:50. Breslau 24.4.13 Stadtbauinspektor. 1913.04.13. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27569 (III/17141) karta 210.
Tereny Wystawowe. Projekt budowy drewnianego budynku ubikacji, na zach. od teatru na wolnym powietrzu. Jahrhundertfeier 1913. Herstellung eines Abortgebäudes auf dem Ausstellungsgelande in Scheitnig (mit Grubensystem). Breslau, d. 14 April 1913. 1913.04.14. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 196.
Tereny Wystawowe. Lokalizacja ubikacji na wschód od budynku wystawy ogrodniczej. Lageplan der Abortanla-

gen auf dem Ausstellungsgelande in Scheitnig. M. 1:1000. Paul Rögge & Co. Breslau. 1913.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 200.
Tereny Wystawowe. Lokalizacja ubikacji przy obecnej ul. A. Mickiewicza. Lageplan der Abortanlagen auf dem Ausstellungsgelande in Scheitnig. M. 1:1000. Paul Rögge & Co. Breslau. 1913.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 201.
Tereny Wystawowe. Projekt dla 4 ubikacji. 4 Abortanlagen auf dem Ausstellungsgelände in Scheitnig. Paul Rögge & Co. Breslau. 1913.04. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 202.
Tereny Wystawowe. , projekt ubikacji. Jahrhundertfeier 1913. Herstellung von 5 Abortanlagen auf dem Ausstellungsgelände in Scheitnig. Breslau den 21. März 1913. M. 1:50. Podpis Gustav Hossenfelder. 1913.03.21. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 203.
Tereny Wystawowe. Projekt drewnianej toalety. 1913.04.11. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 27572 (III/17144) karta 25.
Tereny Wystawowe. Planu z oznaczonym przebiegiem ogrodzenia. Plan des Ausstellungsgeländes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. Umzäunung. M. 1:100. Breslau am 25 Mai 1912 (wykonanie planu), Breslau 20.9.1912 (oznaczenie przebiegu ogrodzenia), 24.4.1913 (zatwierdzenie przez policję budowlaną). 1913.04.24. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 8.
Tereny Wystawowe. Projekt ogrodzenia. Jahrhundertfeier 1913. Zaun Grüneicher Weg: Eisenbeton Dielenfüllung. Zaun Tiergatenstrasse. 1913.09.11. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 10.
Tereny Wystawowe. Plan terenów wystawowych z korektami przebiegu ogrodzenia, zatwierdzona 25.3.1913 przez policję budowlaną. Plan des Ausstellungsgeländes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. Umzäunung. M. 1:100. Breslau am 25 Mai 1912 (data wykonania planu), Breslau 25.2.1913 (data oznaczenia przebiegu ogrodzenia), 25.3.1913 (data zatwierdzenia przez policję budowlaną). 1913.03.25. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 13.
Tereny Wystawowe. Parterowy budynek kuchni przy restauracji na obrzeżu rozarium, na Lindenberg. Zeichnung zur Herstellung einer Aufwaschküche für das Wirtschaftsgebäude der Restauration auf dem Lindenberg. Zur Jahrhundertfeier 1913. Bresalu, den 15. Juni 1913. 1913.06.15. Kalka, tusz. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 154.
Tereny Wystawowe. Budynek gospodarczy z namiotem dla restauracji na Lindenberg. Zeichnung zur Herstellung eines Wirtschaftsgebäudes nebst Zelter für die „Restauration auf dem Lindenberg". Zur Jahrhundertfeier 1913 in Breslau. Breslau, d. 6. Mai 1913. 1913.05.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27573 (III/17145) karta 155.
Tereny Wystawowe. Plan z oznaczeniem fragmentami dróg do umocnienia nawierzchni, wykorzystano Plan des Ausstellungsgeländes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. 1913.04. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 56.
Tereny Wystawowe. Przekroje i schemat konstrukcji szkieletowej szopy wystawy ogrodniczej. Gartenbauaustellung-Schuppen. M. 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 68.
Tereny Wystawowe. Rzut szkieletowej szopy wystawy ogrodniczej. Gartenbauaustellung-Schuppen. M. 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 69.
Tereny Wystawowe. Przedłużenie kanalizacji deszczowej i ogólnej wzdłuż obecnej ul. Z. Wróblewskiego. Skala 1:1000. 1912.02. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 135.
Tereny Wystawowe. Szkic, przekroju nasadzeń po obu stronach Grüneicher Weg. 1912. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 233.
Tereny Wystawowe. Szkic z oznaczeniem rodzajów nawierzchni przy Grüneicher Weg. Abrechnung Skizze Grüneicher Weg vom Zoologischen Garten bis Finkenweg. M. 1:250. 1913.06. Ozalid, rys. wbw., tempera. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 237.
Tereny Wystawowe. Oznaczenie wymagającego utwardzonej nawierzchni placu postojowego dla dorożek i wjazdu na tereny wystawowe. Befestigung des Droschkenhalteplatzes u. d. Zufuhrstrs. am Ausstellungsgelände. M. 1:250. 1913.06. Ozalid, rys. wbw., tempera. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 238.
Tereny Wystawowe. Rozmieszczenie przejść dla pieszych nad Grüneicher Weg z terenów wystawowych pn. na pd. M. 1:250. 1913.06. Ozalid, rys. wbw., tempera. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 239.

Tereny Wystawowe. Szkic układu komunikacji przed wejściem głównym na tereny wystawowe. Ausstellung Breslau 1913. M. 1:1000. W prawym dolnym Breslau im Sept. 12. Der Stadtbaurat. Gez. Podpis nieczytelny. Pośrodku górnego marginesu nota ołówkiem: Für Herrn Prof. Poelzig. 1912.09. Kalka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 240.
Tereny Wystawowe. Postój dla dorożek przed wejściem głównym. Ausstellung 1913. Haupteingang. Wagenhalteplatz, Zufahrtstraße. M. 1:500. 1913.01.03. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 241.
Tereny Wystawowe. Nasadzenia przy Grüneichen Weg, przekrój, korekta i uwagi Max Berg. b. daty. Papier, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27578 (III/17150) karta 116.
Tereny Wystawowe. Sytuacja z oznaczeniem rozmieszczenia lamp łukowych prowizorycznego oświetlenia terenu obecnego skweru Diany i ul. Z. Wróblewskiego w czasie wystawy. Provizorische Beleuchtung des Grüneicher Weges, sowie der Tiergartenstraße zwischen Paßbrücke u. Parkstraße mit 49 Bogenlampen während der Ausstellungszeit. 1913.03.31. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 240.
Tereny Wystawowe. Plan sytuacyjny terenu obecnego skweru Diany z układem dróg i miejsc postojowych przed wejściem głównym na tereny wystawowe. Ausstellung 1913. Haupteingang, Wagenhalleplatz, Zufahrtstraße. M. 1:500. 1912. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 251a.
Tereny Wystawowe. Plan powiększenia Zoo pasem wzdłuż Odry, w kierunku wschodnim, ale bez wchodzenia na tereny wystawowe, podpisał i plan wykonał ogrodnik miejski Richter. 1913.01.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35358 karta 15.
Tereny Wystawowe. Sytuacja, zarys Hali Stulecia i obliczenie powierzchni dróg wokół. Ausstelungsgelaende. Abrechnungszeichnung der Wegebefestigung. Vertrag vom 28 Dez. 1912, Vertrag vom 29 März 1913. Skala 1:500. 1912, 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35388 karta 31.
Tereny Wystawowe. Sytuacja z oznaczeniem trwaników. Skala 1:10 000. 1914. Richter. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35389 karta 23.
Tereny Wystawowe. Sytuacja, zasięg terenu wystawy Maschinenmarkt w 1914. Skala 1:500. 1914.05. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35390 karta 93.
Tereny Wystawowe. Sytuacja z oznaczeniem wejścia głównego i trawników. Skala 1:10 000. 1914.06.22. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35388 karta 24.
Tereny Wystawowe. Sytuacja, zasięg terenu wystawy Maschinenmarkt w 1914. Skala 1:1000. 1914.07.03. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35390 karta 113.
Tereny Wystawowe. Sytuacja, zasięg planowanej wystawy Das Kind. Wykorzystano plan wystawy 1913 roku. Skala 1:1000. 1915. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35391 karta 57.
Tereny Wystawowe. Sytuacja z granicami obszaru targów wiosennych w 1920. Skala 1:1000. 1920. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35375 karta 124.
Tereny Wystawowe. Oznaczenie przebiegu ogrodzenia wokół Hali Stulecia. Skala 1:1000. 1922.03. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35361 karta 93.
Tereny Wystawowe. Sytuacja z oznaczeniem przebiegu dróg i ścieżek, przebiegu kanałów deszczowych wraz z ich długością. Skala 1:1 000. 1922.02.24. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35367 karta 10.
Tereny Wystawowe. Projekt przyłączenia do Zoo części pd.-zach. Skala 1:2000. 1922.03.04. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35373 karta 386.
Tereny Wystawowe. Rzut i rozmieszczenie stoisk handlowych w hali na rzucie litery C. 1922.07. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35373 karta 279.
Tereny Wystawowe. Projekt zabudowy przestrzeni pod schodami wschodniego wiaduktu dla pieszych z przeznaczeniem na kasy i stację transformatorową, skala 1:50, podpis Breslau, Dez. 25. Bauamt Stadterweiterung Konwiarz. 1925.12. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35360 karta 80.
Tereny Wystawowe. Plan terenów wystawowych, przygotowania do wystawy sprzętu rolniczego. Skala 1:5000. 1925. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35374 karta 125.
Tereny Wystawowe. Projekty wzorcowego ogrodu działkowego z różnego typu drewnianymi altanami, propozycje obsadzenia. 1926.03.31. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 35374 karty 128-133.
Tereny Wystawowe. Projekt założenia Arboretum. Arboretum der Firma Reinhold Behnsch Brockau. Skala 1:200.

1926.09.06. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 35362 karta 201.
Tereny Wystawowe. Zasięg południowej części terenów wystawowych. Skala 1:200. 1932.08.03. Druk, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35358 karta 34.
Tereny Wystawowe. Projekt budowy bocznicy tramwajowej od strony ul. Wróblewskiego do Hali od strony pd.-wsch., warianty A i B. Skala 1:50. 1932.08.02. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 35360 karta 70.

Lunapark – rozplanowanie i budynki wystawowe
Lunapark. Projekt namiotu winiarni Cafe Grundmann. Weinzelt – Festwiese 1911. (sic!). 1912.05.20. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 167.
Lunapark. Układ dróg i nawierzchnia drogi głównej. Plan des Vergnügungsparkes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. M. 1:1000. Breslau, den 31.Juli 1912. 1912.07.31. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 74.
Lunapark. Projekt budynku administracyjnego dla parku rozrywki – Centralbaustelle für die Jahrhundertfeier 1913. Verwaltungsgebäude für den Vergnügungspark. M. 1:100. Breslau, den 20 August 1912. 1912.08.20. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 292.
Lunapark. Projekt budynku administracyjnego dla parku rozrywki – Centralbaustelle für die Jahrhundertfeier 1913. Verwaltungsgebäude für den Vergnügungspark. M. 1:100. Breslau, den 20 August 1912. 1912.08.20. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27575 (III/17147) karta 304.
Lunapark. Projekty niewielkich pawilonów sprzedaży opracowany przez Alfred Köhler, Bau– und Zimmereigeschäft. Inhaber: Gebr. Stark. Jahrhundertfeier 1913 – Verkaufshäuschen – Vergnügungspark. M. 1:50. 1912.08.20. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 40.
Lunapark. Dwa rysunki, projekt restauracji Bier-Ritze dla Georga Lange. Restaurant Bier-Fitze Breslau. Pieczątka Bureau für Architektur und Bauausführungen Walther Grossmanna Baumeister Dersden. 1912. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 103-104.
Lunapark. Plan z naniesionym przebiegiem okablowania średniego napięcia. Plan des Vergnügunsparkes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. Skala 1:1000. 1912.10.15. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27457 (III/17029) karta 242.
Lunapark. Projekt pawilonu firmy Hartwig Kantorowicz z Poznania. Pavillon Kantorowicz Posen. Jahrhundertfeier in Breslau 1913. M. 1:100. 1912.11. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 21.
Lunapark. Opracowana w 1912 lokalizacja tymczasowego stadionu sportowego z drewnianymi trybunami, wykorzystano podkład z 1908. Skala 1:1000. 1912. Kalka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27576 (III/17148) karta 272.
Lunapark. Stadion sportowy z bieżnią i widownią w parku rozrywki. Spiel– und Sportplatz. Skala 1:1000. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27459 (III/17031) karta 44.
Lunapark. Stadion sportowy, przekrój przez bieżnię. Spiel– und Sportplatz. Profil. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27459 (III/17031) karta 46.
Lunapark. Lokalizacja trybun przy stadionie. Skala 1:1000. 1913.4.17. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27570 (III/17142) karta 11.
Lunapark. Rozmieszczenie ubikacji na terenie parku rozrywki. Lageplan der Abortanlagen auf dem Ausstellungsgelande in Scheitnig. Paul Rögge & Co. Breslau. Skala 1:1000. 1913.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 199.
Lunapark. Projekt budowy dwóch drewnianych trybun przy placu sportowym na terenie parku rozrywki. Grüneiche Städt. Terrain hinter der Radennbahn. Herstellung zweier überdeckter Tribünen für sportliche Veranstaltungen. Breslau, d. 4. April 1913. Der Bauherr Städt. Bauamt HO 2, Breslau, den 7. April 1913, Der Bauausführende Zimmermeister Monhauptstrasse 20 podpis Gustav Hossenfleder. 1913.04.04. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 284.
Lunapark. Projekt budowy dwóch toalet oraz pisuaru na terenie parku rozrywki. Grüneiche Städt. Terrain hinter der Radennbahn. Herstellung zweier Abortanlagen nebst eines einzeln zu errichtenden Pissoirstandes auf dem Sprotplatze Grüneiche während der Dauer der Jahrhundertsfeier 1913. Breslau 5. Mai 1913. Der Bauherr. Podpis. Der Bauausführende podpis Gustav Hossenfelder. 1913.05.05. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27571 (III/17143) karta 285.
Lunapark. Lokalizacja namiotu tanecznego. Jahrhundertfeier 1913 – Vergnügungspark Lageplan des Tanzzeltes. 1913. Kalka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27576 (III/17148) karta 189.
Lunapark. Lokalizacja hali tanecznej. „Tanzhalle" Jahrhundertfeier 1913. Lageplan mit Eintragung der Bäume und der Pergola. Blatt 34. W prawym dolnym Breslau, den 27 Januar 1913. Der Architekt, pieczątka C. Helbig Architekt. 1913.01.27. Kalka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27576 (III/17148) karta 199.
Lunapark. Przekrój przez konstrukcję trybun tymczasowego stadionu sportowego. Skala 1:100. 1913.04.04. Kalka, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27576 (III/17148) karta 281.
Lunapark. Projekt zjeżdżalni wodnej na terenie parku rozrywki. Wasserrutschbahn im Vergnügungspark der Jahrhundertaustellung Breslau 1913. Projekt opracował Fritz Engert, Zimmerei und Baugeschäft dla Kredit– u. Spar-Bank. 1913.05.21. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27577 (III/17149) karta 24.
Lunapark. Pawilonu muzycznego dla parku rozrywki. Musikpavillion Vergnügunspark. 13 März 1913. M. 1:100. 1913.03.13. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 295.
Lunapark. Pawilonu muzycznego dla parku rozrywki. Musikpavillion mit Restaurant für Vergnügunspark 1913. M. 1:100. 1913.03.13. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27579 (III/17151) karta 296.
Lunapark. Projekt labiryntu ogrodowego. Gartenbau – Ausstellung Breslau 1913 Irrgarten. M. 1:200. 1913. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 231.
Lunapark. Projekt trójkondygnacyjnego belwederu labiryntu ogrodowego. Zeichnung zu einer Beobachtungswarte für den Irrgarten im Vergnügungspark der Jahrhundertfeier in Breslau. M. 1:50. Breslau– Dt. Lissa, den 30. April 1913, Der Ausführende: Eduard Freytag. 1913.04.30. Ozalid. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 48.
Lunapark. Projekt iluminacji belwederu przy labiryncie. 1913. Rysunek. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 88.
Lunapark. Projekt bufetu w labiryncie ogrodowym. Likör Pavillon in Irrgarten. M. 1:50 Breslau, den 6.VI.13. 1913.06.06. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 232.
Lunapark. Projekt hali sprzedaży nr 2 opracowany w miejskim urzędzie budowlanym. Verkaufshalle 2 – Vergnügungspark – Jahrhundertfeier 1913. M. 1:100. Breslau, den 1. April 1913. 1913.04.01. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 115.
Lunapark. Plany sytuacyjny z lokalizacja hali sprzedaży nr 2. Situationsplan zum Bau der Verkaufshalle 2 Vergnügungspark – Jahrhundertfeier 1913. Breslau, den 1. April 1913. 1913.04.01. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 116.
Lunapark. Projekt budynku cukierni i kawiarni. Jahrhundertfeier 1913. Zeichnung zur Aufstellung einer Conditorei und Kaffee in dem Vergnügungspark Scheitnig. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 142.
Lunapark. Lokalizacja budynku cukierni i kawiarni. Plan des Vergnügunsparkes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. Lageplan zur Aufstellung einer Conditorei und Kaffee. M. 1:1000. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 143.
Lunapark. Projekt budynku cukierni i kawiarni, rzut z odręcznymi poprawkami. Jahrhundertfeier 1913 – Vergnügungspark. Konditorei u. Caffee. Skala 1:100. 1913. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 149.
Lunapark. Projekt oświetlenia budynku cukierni i kawiarni. Beleuchtungs Anlage Cafe Grundmann. 1913.03.31. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 153.
Lunapark. Projekt rozmieszczenia lamp w budynku cukierni i kawiarni. Lampenverteilungsplan für das Grand Kaffe im Vergnügungspark der Jahrhundertfeier 1913. 1913.04.01. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 154.
Lunapark. Projekt budynku kasy przy labiryncie. Zeichnung zum Bau eines Kassenhäuschens im Vergnügungspark der Jahrhundertfeier 1913. M. 1:50, Breslau März 1913. 1913.03. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 186.
Lunapark. Projekt piwiarni. Bierlokal im Vergnügungspark der Jahrhundertfeier. Breslau, d. 9. Mai 1913. 1913.05.09. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 189.

Lunapark. Projekt restauracji „Gulaschhütte". Bierlokal zur „Gulaschhütte" im Vergnügungspark der Jahrhundertausstellung 1913. Breslau den Juli 1913. 1913.07. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27611 (III/17183) karta 193.
Lunapark. Przyłącza kanalizacyjne. Plan des Ausstellungsgeländes zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. M. 1:1000. 1912.09.09. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27612 (III/17184) karta 19.
Lunapark. Projekt budynku administracyjnego dla parku rozrywki, schemat instalacji kanalizacyjnej. Centralbaustelle für die Jahrhundertfeier 1913. Verwaltungsgebäude für den Vergnügungspark. M. 1:100. Breslau, den 20 August 1912. Der Stadtbauinspektor Schneider. 1912.08.20. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27612 (III/17184) karta 34.
Lunapark. Projekt narożnego budynku w parku rozrywki, schemat instalacji kanalizacyjnej. Jahrhundertfeier 1913. Eckbau im Vergnügungspark. Skala 1:100. 1913.03.11. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27612 (III/17184) karta 36.
Lunapark. Sytuacja zabudowań przy wejściu główny do parku rozrywki, dostarczenie wody i kanalizacja kawiarni i cukierni. Kaffee u. Konditorei, Be– u. Entwässerung. Lageplan 1:1000. 1913.02.15. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27612 (III/17184) karta 38.
Lunapark. Projekt cukierni i kawiarni, rzut z oznaczonym przyłączami wodociągowymi i kanalizacyjnymi. Ausstellung zur Jahrhundertfeier in Breslau 1913. Herstellung einer Conditorei und Kaffee auf dem Ausstellungsgelände in Scheitnig. Breslau, den Februar 1913. 1913.02. Ozalid, rys. wbw. APWr mWrocław sygn. 27612 (III/17184) karta 39.
Dawny teren parku rozrywki. Szkic lokalizujący plac sportowy oraz projekt nasadzeń na południowej części terenów wystawowych z wyliczeniem gatunków. Skala 1:1000. 1920. Kalka, ołówek. APWr mWrocław sygn. 35362 karta 187.

7.2. Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia, oddział Muzeum Architektury we Wrocławiu

Wystawa Stulecia – Hala Stulecia
Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21376; 1911.06.22; papier/ozalid; 65,5 x 64,5 cm
Plan sytuacyjny z sierpnia 1911 r., wykonany na rysunku pomiaru geodezyjnego z 24 kwietnia 1911 r. Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-21501; 1911.08; Berg; ozalid/papier, tusz, podklej. płótnem; 66x100 cm
Rzut parteru, z projektem widowni i podium. Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-9391; 1911.08; Berg; Trauer; druk, papier; 166x156 cm
Rzut na wysokości galerii, z projektem rozmieszczenia widowni na galeriach. Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-9392; 1911.08; Berg; Trauer; druk, papier z napisami ołówkiem; 81x167 cm
Rzut parteru (plan żeber kopuły). Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-9393; 1911.08; Berg; Trauer; druk, papier; 99x162 cm
Przekrój A-B na osi bocznych wejść (północ-południe). Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-9395; 1911.08; Berg; Trauer; druk, papier; 66x183 cm
Przekrój C-D na osi wejścia głównego (wschód-zachód). Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-9394; 1911.08; Berg; Trauer; druk, papier; 66x189 cm
Rysunek elewacji od strony zachodniej, wejścia głównego. Projekt zatwierdzony przez Magistrat Wrocławia do realizacji; Syg. MAt-VI-9396; 1911.08; Berg; Trauer; druk, papier; 65.5x186 cm
Projekt dźwigu do budowy hali. Kolejka linowa. Rys. konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21380; 1911.08.31; Schreiber; Trauer; papier/ozalid; 67 x 158 cm
Rysunek wykonany do obliczeń konstrukcyjnych. Obliczenia dla fundamentów głównych filarów; Syg. MAt-VI-21526; 1911.08; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 84x95 cm
Rysunek konstrukcyjny przypór podtrzymujących wielkie filary; Syg. MAt-VI-21386; 1911.09; Schreiber; Trauer; papier/ozalid; 66,5 x 49,5 cm
Rysunek konstrukcyjny do fundamentów pod wielkie filary i łuki przyporowe; Syg. MAt-VI-21374; 1911.09; papier/ozalid; 32,5 x 51 cm
Rysunek konstrukcyjny do łuków przyporowych; Syg. MAt-VI-21383; 1911.09; Schreiber; Trauer; papier/ozalid; 66,5 x 51 cm
Rysunek konstrukcyjny do fundamentów pod wielkie filary; Syg. MAt-VI-21381; 1911.09; papier/ozalid; 32,5 x 50,5 cm
Rysunek konstrukcyjny do wielkich filarów; Syg. MAt-VI-21481; 1911.09; papier/tusz; 37 x 58,5 cm
Rysunek konstrukcyjny do wielkich filarów i fundamentów; Syg. MAt-VI-21385; 1911.09.23; Schreiber; Trauer; papier/ozalid; 70 x 57 cm
Rysunek konstrukcyjny do wielkich filarów i fundamentów; Syg. MAt-VI-21384; 1911.09.23; Schreiber; Trauer; papier/ozalid; 71 x 57,5 cm
Projekt realizacyjny. Rzut połowy hali w 4 sekcjach: fundamentowanie,podpory i filary, strefa żeber kopuły, balkonów i latarni; Syg. MAt-VI-21521; 1911.09.30; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 75x117 cm
Fragment przekroju z widokiem wnętrza; Syg. MAt-VI-21522; 1911.09.30; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 64x86 cm
Projekt realizacyjny fragmentu wejścia bocznego, fundamenty, rzut; Syg. MAt-VI-21494; 1911.10; Berg; Schreiber; Trauer; ozalid/papier; 129x92 cm
Projekt realizacyjny. Fundamenty obejścia – przekroje, rzuty, detal; Syg. MAt-VI-21491; 1911.10.18; Berg; Schreiber; Trauer; ozalid/papier; 62x54 cm
Projekt dźwigu i rusztowań dla wznoszonej hali. Rzuty, przekroje; Syg. MAt-VI-21760; 1911.10.27; Schreiber; Gehler; papier, ozalid; 84 x 119 cm
Projekt realizacyjny. Strop piwnicy w północnej części hali, rzut; Syg. MAt-VI-21498; 1911.11; Berg; Meyer, Schreiber; Trauer; ozalid/papier; 80x105 cm
Rzut poz. parteru. ukł. amfiteatru oraz sceny, trybuny cesarskiej; podział obejścia hali na cele wystawowe oraz garderoby. Plan ewakuacji hali. Rozmieszczenie i ilość miejsc w poszczególnych częściach hali; Syg. MAt-VI-21511; 1911.11; Berg; Trauer; druk, papier-uzup. kolorowym tuszem; 159x161 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21490; 1911.11; Schreiber; Trauer; papier/ozalid/kredka; 33 x 42 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21489; 1911.11; Meyer; ; papier/ozalid/kredka; 33 x 42 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21488; 1911.11; Meyer; papier/ozalid; 33 x 20,5 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21487; 1911.11; Meyer; Trauer; papier/ozalid; 33 x 42 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny filarów; Syg. MAt-VI-21486; 1911.11; Meyer; Trauer; papier/ozalid/kredka; 33 x 20,5 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny stropu; Syg. MAt-VI-21485; 1911.11; Meyer; Trauer; papier/ozalid/kredka; 33 x 42 cm
Projekt stropu nad parterem. Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21484; 1911.11; Meyer; Trauer; papier/ozalid/kredka; 33 x 42 cm
Projekt stropu nad górną kondygnacją. Rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21483; 1911.11; Meyer; Trauer; papier/ozalid/kredka; 33 x 42 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod wielkie łuki. Rzuty, przekroje; Syg. MAt-VI-21761; 1911.11.01; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 91 x 120,5 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod wielkie łuki. Przekroje, widoki; Syg. MAt-VI-21762; 1911.11.04; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 64,5 x 103 cm

Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod wielkie łuki. Detal węzłów więzarów; Syg. MAt-VI-21763; 1911.11.08; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 65 x 99 cm
Prowizoryczna kantyna dla robotników budujących Halę Stulecia. Plan sytuacyjny, rzut poziomy, przekrój, rysunek elewacji bocznej, proj. rozmieszczenia toalet; Syg. MAt-VI-21427; 1911.11.08; Nitsch Arnold; ; papier/płótno/ozalid/akwarela; 43,5 x 68,5 cm
Projekt dźwigów i rusztowań dla znoszonej hali. Wieża pod kabel dźwigu. Rzut, przekrój, widok ogólny; Syg. MAt-VI-21764; 1911.11.11; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 138 x 94 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod wielkie łuki. Detal węzłów wiązarów; Syg. MAt-VI-21765; 1911.11.18; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 54,5 x 73,5 cm
Badania konstrukcyjne napięć łuku kopuły; Syg. MAt-VI-21531; 1911.11.21; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 101x54 cm
Rysunek konstrukcyjny. Badania napięć łuków kopuły, wygięć i przemieszczeń; Syg. MAt-VI-21540; 1911.11.21; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 91x111 cm
Projekt trybuny śpiewaczej (absydy “c”). Przekroje; Syg. MAt-VI-21389; 1911.12.20; Schreiber; Trauer; Gehler; papier/ozalid/tusz; 75 x 115,5 cm
Projekt balkonu. Rzut, przekrój, widok konsoli, rysunek konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21388; 1911.12; Schreiber; Trauer; Gehler; papier/płótno/ozalid; 68,5 x 105 cm
Projekt rusztowania i szalunków dla wznoszonej hali. Rzut; Syg. MAt-VI-21766; 1911.12.08; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 40 x 60 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali; dla kopuły. Przekrój i detal; Syg. MAt-VI-21771; 1911.12.19; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 65 x 61,5 cm
Rysunek konstrukcyjny dotyczący statystyki (relacje ciężaru łuku kopuły do ściany obwodowej); Syg. MAt-VI-21533; 1911.12.20; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 75x67 cm
Projekt trybuny cesarskiej (absyda “a”). Przekroje: a-b; c-d; Syg. MAt-VI-21407; 1911.12.20; Schreiber; Trauer; Gehler; papier/ozalid/tusz; 46 x 67,5 cm
Projekt trybuny śpiewaczej (absydy “c”). Przekroje: a-b; c-d; e-f; g-h; i-k; Syg. MAt-VI-21391; 1911.12.20; Schreiber; Trauer; Gehler; papier/ozalid/tusz; 66 x 97 cm
Projekt trybuny śpiewaczej (absydy “c”). Przekroje; Syg. MAt-VI-21390; 1911.12.20; Schreiber; Trauer; Gehler; papier/ozalid/tusz; 75 x 115 cm
Rzut całości, fundamenty, podpiwniczenie części północnej; Syg. MAt-VI-21495; 1912.01.05; Berg; Meyer; Trauer; ozalid/papier; 43x42 cm
Napięcia (naprężenia) głównego łuku kopuły. Rys. konstrukcyjny (przekrój O); Syg. MAt-VI-21532; 1912.01.09; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 68x74 cm
Rysunek konstrukcyjny. Napięcia (naprężenia) łuku głównego kopuły (obliczenia obciążeń). Przekrój nr 1; Syg. MAt-VI-21539; 1912.01.09; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 69x59 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod łuki odporowe. Przekrój i detal; Syg. MAt-VI-21767; 1912.01.09; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 65 x 54,5 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod łuki odporowe. Przekrój i detal; Syg. MAt-VI-21768; 1912.01.11; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 64,5 x 49,5 cm
Naprężenia głównego łuku kopuły. Rys. konstrukcyjny (obliczenia obciążeń). Przekroje nr 4-5; Syg. MAt-VI-21535; 1912.01.13; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 64x83 cm
Rysunek konstrukcyjny dotyczący głównego łuku kopuły (obliczenia konstrukc. momentu wygięcia i skręcania wskutek działania sił prostopadłych); Syg. MAt-VI-21536; 1912.01.13; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 68x86 cm
Rysunek konstrukcyjny. Napięcia głównego łuku kopuły (obliczenia obciążeń). Przekroje nr 6-7; Syg. MAt-VI-21537; 1912.01.13; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 60x87 cm
Rysunek konstrukcyjny. Napięcia (naprężenia) łuku głównego kopuły (obliczenia obciążeń). Przekroje nr 2-3; Syg. MAt-VI-21538; 1912.01.13; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 64x83 cm
Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod łuki odporowe. Detal, przekrój, widok; Syg. MAt-VI-21769; 1912.01.13; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 33 x 60 cm

Projekt rusztowania i szalunku dla wznoszonej hali pod żebra kopuły. Rzut; Syg. MAt-VI-21770; 1912.01.19; Schreiber; Trauer; Gehler; papier, ozalid; 55 x 63,5 cm
Rysunek konstrukcji zbrojenia 4 głównych filarów i zakończeń łuków (żeber) kopuły; Syg. MAt-VI-21534; 1912.01.22; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 75x100 cm
Rysunek konstrukcyjny balkonów; Syg. MAt-VI-21392; 1912.01.26; papier/ozalid; 64,5 x 43,5 cm
Rysunek obliczeń statycznych głównego łuku żebrowego; Syg. MAt-VI-21523; 1912.01.31; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 68x87 cm
Rysunek obliczeń statycznych głównego łuku żebrowego; Syg. MAt-VI-21524; 1912.01.31; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 68x87 cm
Sala poligonalna, rzut, schemat konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21499; 1912.02.01; Berg; Moshamer; Schreiber; Trauer; ozalid, podmalowany akwarelą/papier; 55x105 cm
Rysunek konstrukcyjny elementów galerii; Syg. MAt-VI-21394; 1912.02.01; papier/ozalid; 95,5 x 65 cm
Projekt realizacyjny. Przekroje żeber pod kopułą; Syg. MAt-VI-21525; 1912.02.08; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 70x120 cm
Projekt trybuny cesarskiej (absyda “a”). Przekroje; Syg. MAt-VI-21406; 1912.02.15; Schreiber; Trauer; Gehler; papier/ozalid/tusz; 91 x 128 cm
Wejście boczne – przekrój; Syg. MAt-VI-21504; 1912.02.16; Berg; Schreiber; Trauer; ozalid/papier; 32x119 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny łuku odporowego apsydy; Syg. MAt-VI-21408; 1912.02.17; Schreiber; Trauer; papier/ozalid/tusz; 109 x 97,5 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny połączenia łuków odporowych. Przekroje; Syg. MAt-VI-21409; 1912.03.04; Schreiber; Gehler; papier/ozalid/tusz; 67 x 51 cm
Projekt realizacyjny, fragment, wejście boczne – rzut; Syg. MAt-VI-21510; 1912.03.06; Berg; Schreiber; Trauer; ozalid/papier, zielony tusz; 123x90 cm
Projekt realizacyjny. Badania wiązania przypory pod kopułą; Syg. MAt-VI-21527; 1912.04.02; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 63x94 cm
Zamknięcie łuku kopuły w rzucie i przekroju. Oznaczenia (obliczenia) przekroju łuku i płaszczyzny wyrównawczej; Syg. MAt-VI-21530; 1912.04.19; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 141x85 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny. Główne wejście-górna kondygnacja. Rzut; Syg. Mat-VI-21410; 1912.04.24; Schreiber; Trauer; papier/ozalid/kredka; 74,5 x 74,5 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny ram przeciwwietrznych; Syg. MAt-VI-21411; 1912.04.30; Schreiber; Trauer; papier/ozalid/tusz; 86,5 x 63 cm
Projekt realizacyjny. Główne wejście do hali. Parter i półpiętro z pomieszczeniami bocznymi, przedsionkiem i wiatrołapem. Rzut; Syg. MAt-VI-21773; 1912.05.01; Berg; Schreiber; Trauer; papier , ozalid; 86.5x134 cm
Rzut poziomy kondygnacji piwnic; Syg. MAt-VI-21429; 1912.05.13; Berg; Konwiarz; Schreiber; papier/druk; 101 x 85 cm
Projekt realizacyjny. Rzut fundamentów wejścia głównego; Syg. MAt-VI-21503; 1912.05.14; Berg; Schreiber; Trauer; ozalid/papier, pdrys. czerwoną kredką; 90x139 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny łuków odporowych, przekroje; Syg. MAt-VI-21412; 1912.05.20; Gehler; Trauer; Schreiber; papier/ozalid; 84 x 83 cm
Rysunek konstrukcyjny pierścienia zwierającego żebra kopuły; Syg. MAt-VI-21413; 1912.05.24; Behrendt Fritz; Trauer; papier/ozalid; 65,5 x 113 cm
Projekt realizacyjny absydy. Przekroje a-b, c-d; detal konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21414; 1912.05.24; Trauer; Klein; Schulz; papier/ozalid; 94 x 75 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny żeber kopuły; Syg. MAt-VI-21424; 1912.06.03; Schreiber; Trauer; papier/ozalid; 97,5 x 74,5 cm
Projekt realizacyjny sali przyjęć, rzut piętra; Syg. MAt-VI-21774; 1912.06.13; Berg; Schreiber; Trauer; papier, ozalid; 80x134 cm
Projekt realizacyjny żebra kopuły. Rysunek konstrukcyjny, przekroje; Syg. MAt-VI-21415; 1912.06.28; Trauer; Jaide; papier/ozalid; 77,5 x 117 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny stropu żelbetonowego piwnicy w północnej części hali ; Syg. MAt-

VI-21541; 1912.06.29; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier, akwarela; 57x71 cm
Projekt realizacyjny. Wejście główne i sala przyjęć. Przekrój; Syg. MAt-VI-21775; 1912.07.02; Berg; Schreiber; Trauer; papier, ozalid; 69.5x125 cm
Projekt realizacyjny. Wejście główne i sala przyjęć. Przekrój podłużny; Syg. MAt-VI-21776; 1912.07.08; Berg; Schreiber; Trauer, Konwiarz; papier, ozalid; 62x153 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny elementów kopuły; Syg. MAt-VI-21378; 1912.07.30; papier/ozalid; 48,5 x 73,5 cm
Projekt realizacyjny betonowej konstrukcji galerii w absydach; Syg. MAt-VI-21416; 1912.08.13; Fechtel; Schreiber; Trauer; papier/ozalid/akwarela; 77,5 x 81 cm
Rzuty w różnych płaszczyznach przekroju (parter i kondygnacje wyższe). Rzut ogólny; Syg. MAt-VI-21512; 1912.09; Berg; Trauer; druk, papier; 92x83 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny, detal; Syg. MAt-VI-21420; 1912.09; Schreiber (Bauamt); Trauer (Städt. Brückenbauamt); papier/ozalid; 95,5 x 100 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny detalu kopuły; Syg. MAt-VI-21418; 1912.09; Schreiber; Trauer (Städt. Brückenbauamt); papier/ozalid; 33 x 42 cm
Projekt realizacyjny żebra latarni; Syg. MAt-VI-21421; 1912.09.14; Trauer; Jaide; papier/ozalid; 64 x 61 cm
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej. Rzut poziomy parteru z 6 maja 1912 r; Syg. MAt-VI-21805; 1912.10.04; Schreiber (Bauamt); Dünnebier Johannes; Berg; papier/płótno/druk/tusz; 92 x 80,5 cm
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej. Rzut poziomy piętra z 22 maja 1912 r; Syg. MAt-VI-21804; 1912.10.04; Schreiber; Dünnebier Johannes; papier/płótno/druk/tusz; 93 x 80,5 cm
Projekt realizacyjny. Rysunek konstrukcyjny muru wspierającego w piwnicy; Syg. MAt-VI-21422; 1912.11.15; Beer A.; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 46,5 x 35 cm
Projekt realizacyjny. Wejście główne i sala przyjęć. Konstrukcja stalowa dachu; Syg. MAt-VI-21777; 1912.11.18; Schreiber; Trauer; papier , ozalid; 59x94 cm
Projekt realizacyjny. Wejście główne i sala przyjęć. Konstrukcja stalowa dachu; Syg. MAt-VI-21778; 1912.11.24; Trauer; Schreiber; papier, ozalid; 49x112 cm
Projekt realizacyjny. Wejście głównej sala przyjęć. Konstrukcja stalowa dachu; Syg. MAt-VI-21779; 1912.11.24; Trauer; Schreiber; papier, ozalid; 90x130.5 cm
Projekt realizacyjny. Detal, zamknięcie kanału grzewczego; Syg. MAt-VI-21780; 1912.12; Schreiber; papier, ozalid; 55.5x41.5 cm
Projekt realizacyjny. Żelbetowe przykrycia kanalizacyjne w głównym wejściu; Syg. MAt-VI-21781; 1912.12.14; Schreiber; Trauer; papier, ozalid; 45x52 cm
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej wokół hali Stulecia. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21456; 1912 około; papier/ozalid; 40 x 39 cm
Trybuna organowa. Projekt dotyczący fundamentów i akustyki (rzut i przekrój); Syg. MAt-VI-21528; 1913.01; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier; 85x119 cm
Pomieszczenie na transformator w wejściu wschodnim w południowej części; Syg. MAt-VI-21782; 1913.02.25; Schreiber; Trauer; papier, ozalid; 57x85 cm
Świetlik kopuły. Przekrój i rzut; Syg. MAt-VI-21783; 1913.03.05; Konwiarz; papier, druk; 129.5x87 cm
Projekt realizacyjny amfiteatru na Festspiel Gerharta Hauptmana. Rzut poziomy i przekrój; Syg. MAt-VI-21516; 1913.03.14; Berg; Trauer; papier, rys. tusz. czarny i czerwony; 100x104 cm
Projekt realizacyjny amfiteatru na Festspiel Gerharta Hauptmana. Przekroje (A-B, C-D); Syg. MAt-VI-21520; 1913.03.14; Berg; Trauer; ozalid,tusz– brąz, czerwień, zieleń; 66x105 cm
Rzut i przekrój sceny na otwarcie wystawy stulecia w maju 1913 r; Syg. MAt-VI-21513; 1913.04; Berg; Trauer; ozalid/papier pomalowany kredką; 58x102 cm
Rzut i przekrój sceny na otwarcie wystawy stulecia w maju 1913; Syg. MAt-VI-21519; 1913.04; Berg; Trauer; ozalid/papier; 60x108 cm
Przekrój hali w osi głównej z zaznaczonymi wymiarami głównych elementów budowli; Syg. MAt-VI-2724; 1913.04; Berg; Trauer; druk, papier; 40x92 cm
Główne wejście. Rys. konstrukcyjny; Syg. MAt-VI-21784; 1913.04.17; papier/ozalid; 85 x 135 cm

Rzut poziomy z rozmieszczeniem miejsc dla publiczności w amfiteatrze przed otwarciem w maju 1913; Syg. MAt-VI-21514; 1913.05.17; Berg; Trauer; druk, papier; 83x164 cm
Rzut parteru z rozplanowaniem widowni i sceny (podkład); dobudowa drewnianych garderób dla artystów przy wejściu północnym, rzut i przekroje na Festpiels Gerharta Hauptmanna; Syg. MAt-VI-21515; 1913.06.25; Berg; Trauer; Schreiber; druk, papier, podrys. czerwoną kredką; 82x85 cm
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój w osi głównej z ok. poł. 1913 roku, kopia z roku 1921; Syg. MAt-VI-21787; 1913.06 ok.; Berg; papier/ozalid; 30 x 83 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21453; 1913 około; papier/druk; 36 x 32 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21452; 1913 około; papier/druk; 36 x 32 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21446; 1913 około; papier/druk; 29,5 x 22,5 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21445; 1913 około; papier/druk; 29,5 x 22,5 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21444; 1913 około; papier/druk; 29,5 x 22,5 cm
Schemat tablicy rozdzielczej; Syg. MAt-VI-21477; 1913 około; papier/ozalid/tusz; 34 x 27,5 cm
Schemat tablicy rozdzielczej; Syg. MAt-VI-21476; 1913 około; papier/ozalid/tusz; 32 x 23 cm
Schemat tablicy rozdzielczej; Syg. MAt-VI-21475; 1913 około; papier/ozalid/tusz; 18 x 23 cm
Plan rozmieszczenia miejsc na widowni. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21433; 1913 około; papier/druk; 82 x 76 cm
Rzut poziomy. (połowa); Syg. MAt-VI-21795; 1913 około; papier/płótno/druk; 84,5x163 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących; Syg. MAt-VI-21793; 1913 około; Schreiber; papier, ozalid, tusz; 84,7 x 84,4 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących; Syg. MAt-VI-21788; 1919.09; Berg; papier, ozalid, tusz; 84,9 x 84,8 cm
Apsyda zachodnia i Hall wejściowy. Projekt przejścia. Rzuty części przyziemia i I p; Syg. MAt-VI-21786; 1919.09; papier/ozalid; 32,5 x 41 cm
Apsyda zachodnia i sala przyjęć. Projekt przejścia. Rzuty części przyziemia i I p; Syg. MAt-VI-21791; 1919.09; papier/ozalid/tusz; 32 x 42 cm
Apsyda zachodnia. Projekt pomieszczenia prowadzącego na dach ponad salą cesarską. Rzut poziomy dachu; Syg. MAt-VI-21790; 1919.09.25; Schreiber; papier/ozalid; 33 x 42 cm
Apsyda zachodnia. Projekt pomieszczenia prowadzącego na dach ponad salą cesarską. Rzut poziomy dachu; Syg. MAt-VI-21789; 1919.09.25; Schreiber; papier/ozalid/tusz; 33 x 41,5 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących w październiku 1919. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21792; 1919.11; Schreiber; papier/druk/akwarela; 85 x 85 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących; Syg. MAt-VI-21794; 1919 około; Berg; papier/druk; 85 x 84,6 cm
Projekt pomieszczeń biurowych przy wejściu południowym. Rzut poziomy, przekrój; Syg. MAt-VI-21430; 1920.10.02; Schreiber (Magistratsbaurat); Jerschke P.; papier/ozalid/kredka; 44,5 x 46 cm
Projekt widowni dla toru wyścigowego sześciodniówki. Rzut poziomy, przekroje przez elementy wbudowane; Syg. MAt-VI-21431; 1920.11; Hossenfelder Gustav; papier/ozalid/akwarela/tusz; 86 x 99 cm
Projekt widowni dla toru wyścigowego sześciodniówki. Rzut poziomy, przekrój; Syg. MAt-VI-21432; 1920.12; Hossenfelder Gustav; papier/ozalid/tusz/kredka; 65,5 x 60 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21449/2; 1920 około; papier/ozalid; 29 x 23 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21449/1; 1920 około; papier/ozalid; 29 x 23 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21449/3; 1920 około; papier/ozalid; 29 x 23 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21449; 1920 około; papier/druk; 29 x 23 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21797; 1921.09; Konwiarz; Berg; papier/druk/akwarela; 84,8 x 86 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21796; 1921.09; Konwiarz; Berg; papier/druk/akwarela; 84,7 x 86 cm
Projekt widowni. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21801; 1921.09.12; Konwiarz; Berg; papier/druk/akwarela; 88 x 87 cm
Projekt balkonów w zachodniej apsydzie na festiwal sztuk Gerharta Hauptmanna. Rzut poziomy (fragment);

Syg. MAt-VI-21435; 1922.07; Berg; papier/ozalid; 60,5 x 69,5 cm
Projekt sceny i widowni na festiwal sztuk Gerharta Hauptmanna. Przekrój; Syg. MAt-VI-21434; 1922.07; papier/ozalid/tusz; 21 x 85 cm
Projekt rozmieszczenia stanowisk targowych. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21436; 1923.03.28; Schreiber; papier/druk/akwarela; 97 x 82 cm
Plan widowni przy arenie sportowej. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21437; 1923.12; papier/ozalid/tusz/akwarela; 86 x 99,5 cm
Trybuna główna. Rzut, przekrój poprzeczny a-b; Syg. MAt-VI-21799; 1924.06.16; Wolf; papier/ozalid/akwarela/kredka; 50 x 80,5 cm
Plan widowni dla areny sportowej. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21438; 1924.07.18; Bremer Georg, Architekt, Berlin; papier/ozalid/akwarela; 83 x 79,5 cm
Plan widowni przy arenie sportowej. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21439; 1924.07.18; Bremer Georg, Architekt, Berlin; papier/ozalid/akwarela; 83 x 83,5 cm
Plan widowni przy arenie sportowej. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21440; 1924.07.18; Bremer Georg, Architekt, Berlin; papier/ozalid/akwarela; 83,5 x 83 cm
Projekt ringu i widowni dla turnieju bokserskiego. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21798; 1924.09.06; papier/płótno/ozalid; 35 x 62 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21443; 1925; papier/druk; 28,5 x 22,5 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21442; 1925; papier/druk; 28,5 x 22,5 cm
Hala z dobudowanym przy wschodnim wejściu prowizorycznym pawilonem wystawowym. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21441; 1925; papier/druk; 28,5 x 22,5 cm
Schemat przeciwpożarowej instalacji alarmowej na terenach wystawowych z główną sterownią w hali. Plan sytuacyjny; Syg. MAt-VI-21447; 1926; Kaschner; kalka/tusz; 42 x 67,5 cm
Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21450; 1926.02.15; papier/ozalid/kredka; 29 x 23 cm
Schemat tablicy rozdzielczej instalacji przeciwpożarowej; Syg. MAt-VI-21448; 1926.03.05; papier/tusz/akwarela; 66 x 98,5 cm
Plan widowni dla cyrku Krone. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21451; 1926.03.30; papier/ozalid/akwarela; 82,5 x 79,5 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących dla przedstawienia Pasji w 1926 r. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21800; 1926.07.30; Hoppe R.; kalka/ołówek; 74 x 81 cm
Projekt założenia alei lipowej wokół hali Stulecia. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21454; 1928.11.12; Stephan; papier/ozalid/kredka; 40 x 37,5 cm
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej wokół hali Stulecia. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21455; 1929.01.30; papier/ozalid/tusz; 34 x 33 cm
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21457; 1929.02.05; papier/ozalid; 33 x 40 cm
Plan rozmieszczenia miejsc na widowni. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21459; 1930.05; Behrent Fritz; Konwiarz Richard; karton/ozalid; 91 x 85 cm
Plan rozmieszczenia miejsc na widowni. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21458; 1930.05; Behrent Fritz; Konwiarz Richard; karton/ozalid; 90 x 85 cm
Projekt stacji transformatorów. Plan sytuacyjny, rzut poziomy, przekroje a-b, c-d; Syg. MAt-VI-21460; 1930.09.20; papier/płótno/ozalid/akwarela; 46,5 x 54 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc na widowni podczas wyścigów rowerowych. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21461; 1932.03.03; papier/druk; 85,5 x 80 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących dla XII. Deutsches Sängerbundesfest 1937. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21467; 1937; papier/ozalid; 85 x 105 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21466; 1937.10; Konwiarz Richard; papier/płótno/druk/akwarela; 85 x 103 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc na widowni podczas turnieju bokserskiego. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21465; 1937; papier/ozalid; 30 x 58 cm

Projekt rozmieszczenia miejsc na widowni. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21464; 1937.02; papier/ozalid/akwarela; 28 x 34 cm
Plan rozmieszczenia miejsc na widowni na XII Deutsches Sängerbundesfest. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21473; 1937; papier/ozalid; 86 x 104,5 cm
Przekrój wzdłuż osi głównej, zachodnio-wschodniej; Syg. MAt-VI-21462; 1937.01; Konwiarz Richard; papier/ozalid; 34,5 x 101 cm
Projekt garderoby dla artystów za trybuną organową. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21471; 1937.05.27; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 50 x 84 cm
Projekt pomieszczeń pod trybuną główną. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21470; 1937.05.27; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 62 x 55 cm
Projekt pomieszczeń pod trybuną główną. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21469; 1937.05.27; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 62 x 55 cm
Plan sytuacyjny; Syg. MAt-VI-21468; 1937.05.27; papier/płótno/ozalid/akwarela; 30,5 x 25 cm
Projekt pomieszczenia pod główną trybuną. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21472; 1937.06; papier/ozalid; 61 x 97 cm
Projekt scenograficzny do XII Zjazdu Niemieckiego Stowarzyszenia Śpiewaczego w lipcu 1937; Syg. MAt-VI-21772; 1937.07.06; papier, ozalid; 41.5x106 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących dla przedstawienia Pasji. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21802; 1937.10; Konwiarz Richard; papier/druk/kredka; 82,5 x 100 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc siedzących dla przedstawienia Pasji. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21803; 1937.10; Konwiarz Richard; papier/druk/kredka; 82,5 x 100 cm
Projekt rozmieszczenia miejsc na widowni podczas turnieju bokserskiego. Rzut poziomy; Syg. MAt-VI-21474; 1938.10.28; papier/ozalid; 36,5 x 64 cm
Schemat tablicy rozdzielczej w hali Stulecia; Syg. MAt-VI-21478; 1938.11.06; papier/druk/kredka/tusz; 30 x 21 cm
Schemat tablicy rozdzielczej w hali Stulecia; Syg. MAt-VI-21853; 1938.11.06; kalka/tusz/kredka; 30 x 21 cm
Projekt toalety. Rzut, przekrój; Syg. MAt-VI-21479; 1938.12.23; Konwiarz Richard; Schwarz; papier/płótno/ozalid/akwarela/tusz; 25 x 44,5 cm
Hala Ludowa. Rzut poziomy parteru i I p; Syg. MAt-VI-21480; 1957.07.15; papier/ozalid; 131,5x64,5 cm

Wystawa Stulecia – Pawilon Wystawy Historycznej
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Rzut poziomy.; Syg. H415; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 125 x 96,5
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt elewacji frontowej i elewacji bocznej ryzalitu w skrzydle południowym.; Syg. H414; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 33 x 94
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt elewacji bocznej w skrzydłach wschodnim i zachodnim.; Syg. H413; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 27 x 95,5
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt elewacji dziedzińcowej w skrzydle północnym.; Syg. H412; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 30 x 90
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekrój skrzydła południowego.; Syg. H411; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 42 x 97
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt elewacji tylnej skrzydła północnego.; Syg. H410; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 29,5 x 117
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekrój przez salę kopułową, poświęconą Wrocławiowi oraz salę ogrodową w skrzydle północnym.; Syg. H409; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 33 x 64
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt elewacji dziedzińcowej w skrzydle południowym.; Syg. H408; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 32 x 93
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekrój podłużny przez salę kopułową w skrzydłach wschodnim i zachodnim, ukazujący skalę człowieka we wnętrzu.; Syg. H407; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber;

papier/płótno/ozalid/akwarela; 32 x 63
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekrój poprzeczny przez kopułową salę wejścia głównego w skrzydle południowym.; Syg. H406; 1912.07.00; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 36 x 62,5
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekroje m-n prze pomieszczenia przy sali kopułowej w skrzydle północnym; i-j prze sale przy narożnikach budowli; k-l przez sale w skrz. zah.i ws.; Syg. H403; 1912.08.00; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 57 x 75
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekroje; a-b przez pomiesz. w krzydl. połud.; c-d i e-f przez pomiesz. w skrzyd. półn.; g-h poprzeczny w skrz. półn., detale konstrukcyjne.; Syg. H401; 1912.08.00; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 78,5 x 93
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt konstrukcyjny i przekrój przez filary kopuły.; Syg. H402; 1912.09.00; Schreiber; Müller, Prof.; papier/płótno/ozalid; 65 x 100
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Projekt konstrukcyjny, rzut poziomy.; Syg. H405; 1912.09.20; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 126 x 81
Projekt zatwierdzony do realizacji 11. września 1912. Przekroje o-p pomieszczeń bocznych sali wejściowej w skrzydl. połudn.; r-s przedsionka w skrzydl. połudn.; t-u sali ogrodowej w skrzydle północnym; Syg. H404; 1912.09.21; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 64,5 x 77
Projekt podłączenia kanalizavji. Plan sytuacyjny; Syg. H733; 1912.11.30; Schreiber (Bauamt); papier/płótno/ozalid/tusz; 33 x 42
Rzut parteru z funkcjami sal wystawowych. Rozplanowanie kabli telefonicznych.; Syg. H210; 1912.12.00; papier , druk; 72x98
Projekt świetlika. Rysunek konstrukcyjny.; Syg. H584; 1913.07.00; Schreiber; A.Saal (wyk.); papier/płótno/ozalid/akwarela; 39 x 54,5
Projekt świetlika. Rysunek konstrukcyjny.; Syg. H583; 1913.07.00; Schreiber; A.Saal (wyk.); papier/płótno/ozalid/akwarela; 39 x 58,5
Projekt sieci studzienek burzowych. Plan sytuacyjny.; Syg. H734; 1913.10.15; Schreiber; Dünnenbier Johannes; papier/płótno/ozalid/tusz; 33 x 61,5
Inwentaryzacja powykonawcza. Rzut poziomy.; Syg. H582; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 105 x 140
Inwentaryzacja powykonawcza. Plan sytuacyjny.; Syg. H581; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; kalka/tusz; 74 x 71
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój a-b w skrzydle południowym przez salę kopułową wejścia głównego.; Syg. H580; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 56,5 x 75,5
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój podłużny c-d skrzydła południowego.; Syg. H579; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 48,5 x 79
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój e-f sali kopułowej poświęconej Wrocławiowi w skrzydle północnym.; Syg. H578; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 49 x 81,5
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój g-h, podłużny skrzydła północnego.; Syg. H577; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 56,5 x 76
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój j-k, podłużny skrzydeł, wschodniego i zachodniego.; Syg. H576; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 50,5 x 98
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój l-m, poprzeczny skrzydeł wschodniego i zachodniego oraz elewacja dziedzińcowa skrzydla południowego.; Syg. H575; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 48 x 101
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój n-o, poprzeczny przez sale przylegające do pomieszczeń przy narożnikach skrzydeł południowego i północnego oraz elewacja dziedzincowa skrzydła zachodniego.; Syg. H574; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 48 x 100
Inwentaryzacja powykonawcza. Przekrój p-q, poprzeczny przez skrzydła zachodnie i wschodnie oraz elewacja dziedzińcowa skrzydła północnego.; Syg. H573; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid/akwarela; 47,5 x 99,5
Inwentaryzacja powykonawcza. Rysunek elewacji frontowej w skrzydle południowym.; Syg. H572; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 48 x 99
Inwentaryzacja powykonawcza. Rysunek elewacji tylnej w skrzydle północnym.; Syg. H571; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 50 x 100,5
Inwentaryzacja powykonawcza. Rysunek elewacji bocznej w skrzydle wschodnim.; Syg. H570; 1913.11.01; Poelzig; Schreiber; papier/płótno/ozalid; 50 x 131,5
Rzut.; Syg. H810; 1913.około; Papier/druk; 76x62
Projekt usunięcia ściany działowej w pomieszczeniach wystawowych. Rzut poziomy i przekrój.; Syg. H586; 1914.07.00; papier/ozalid/tusz/akwarela; 39 x 42
Projekt instalacji kominów. Rzut poziomy.; Syg. H585; 1914.07.22; papier/płótno/ozalid/tusz; 83,5 x 57,5
Projekt usunięcia ściany działowej i dwóch filarów z żelazobetonu.; Syg. H589; 1914.09.00; papier/ozalid/tusz; 33 x 42
Plan usytuowania dróg dojazdowych do pawilonu.; Syg. H205; 1925.00.00; kalka , ołówek; 35.5x35.5
Wrocławskie Targi Jesienne 1923. Rzut poziomy.; Syg. H735; 1929.06.11; papier/druk; 29 x 20
Projekt atrapy tortu na Wystawę Cukierniczą 1930 r. przy pawilonie. Plan sytuacyjny, przekrój, rys. części przedniej.; Syg. H588; 1930.05.20; Kabierschke Albrecht, Architekt; papier/płótno/ozalid; 31 x 39,5

Pergola i sztuczny staw
Sztuczny staw przy pergoli. Plan sytuacyjny. Przekrój studzienki odpływowej.; Syg. H736; 1932.02.07; Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia; ; papier/płótno/ozalid/akwarela; 40 x 46 cm
Projekt realizacyjny. Plan sytuacyjny.; Syg. H388; 1912.08.15; Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia; Beton– u.Eisenbetonbau, Pfeffer, Pringsheim & Co; papier/płótno/ozalid/kredka; 50 x 38,5 cm
Projekt konstrukcyjny.; Syg. H387; 1912.09.30; Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia; ; papier/ozalid; 23 x 57 cm

Wystawa Stulecia, główna restauracja
Plan sytuacyjny dawnego toru wyścigów konnych z rzutem Hali Stuleciai niezrealizowanym projektem restauracji oraz naniesionym rozplanowaniem terenu przyległego do hali.; Syg. A07; 1912.03.30; Berg; Schreiber; ozalid/papier,czerwony tusz.; 49x65
Projekt realizacyjny. Rzut piwnic.; Syg. H001; 1912.10.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42.5x118.5
Projekt realizacyjny. Rzut piwnic.; Syg. H002; 1912.10.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 43.5x116
Projekt realizacyjny. Przekroje D-D; Syg. H003; 1912.10.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 33x37
Projekt realizacyjny. Przekroje D-D; Syg. H004; 1912.10.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 34x95
Rzut I piętra.; Syg. H005; 1912.11.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42.5x113
Rzut I piętra.; Syg. H006; 1912.11.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42.5x114.5
Rzut II piętra.; Syg. H007; 1912.11.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42.5x112.5
Rzut II piętra.; Syg. H008; 1912.11.12; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42.5x112.5
Projekt rozmieszczenia stołów na tarasach restauracji.; Syg. H009; 1912.11.06; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42.5x95.5
Budowa schodów północnych częśći restauracji. Plan sytuacyjny.; Syg. H010; 1914.03.25; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 32.5x65
Budowa schodów północnych częśći restauracji. Fragment przekroju i rzutu; Syg. H011; 1914.03.25; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 33x47
Rysunek do budowy 2 małych aneksów, w południowej części restauracji,na skład piwa. Plan sytuacyjny.; Syg. H012; 1914.04.14; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 32.5x63
Rysunek do budowy 2 małych aneksów, w południowej części restauracji, na skład piwa. Fragment rzutu parteru i przekroju.; Syg. H013; 1914.04.14; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 32.5x42
Przebudowa restauracji. Rzut piwnic.; Syg. H014; 1915.06.12; Schreiber; papier, ozalid; 60x92
Przebudowa restauracji. Rzut piwnic.; Syg. H015; 1915.06.12; Schreiber; papier, ozalid; 60x92
Zatwierdzenie projektu do realizacji. Widok elewacji od strony Hali Stulecia orz przekrój.; Syg. H016; 1912.07.01;

Berg; Schreiber; Oscar Haase; papier, druk; 33x87
Przebudowa restauracji. Rzut parteru z naniesionymi odręcznie ołówkiem zmianami schodów i wejścia od strony basenu.; Syg. H017; 1915.06.12; Schreiber; papier, ozalid; 59x92.5
Przebudowa restauracji. Rzut parteru z naniesionymi odręcznie ołówkiem zmianami schodów i wejścia od strony basenu.; Syg. H018; 1915.06.12; Schreiber; papier, ozalid; 58x92.5
Przebudowa restauracji. Przekrój a-b; Syg. H019; 1915.06.12; Schreiber; papier, ozalid; 52x41.5
Główna restauracja. Przebudowa restauracji. Przekrój a-b; Syg. H020; 1915.06.12; Schreiber; papier, ozalid; 57x42
Rysunek do wykonania schodów z piwnicy na parter. Rzut parteru.; Syg. H021; 1915.08.21; Schreiber; Oscar Haase; papier, ozalid; 42x72
Rysunek do wykonania schodów z piwnicy na parter. Plan sytuacyjny.; Syg. H022; 1915.08.21; Schreiber; Oscar Haase; papier , ozalid; 32.5x64
Rysunek do wykonania szklanych ścian przegradzających taras oraz płaskiego dachu z papy. Przekroje.; Syg. H023; 1915.09.25; Schreiber; Oscar Haase; papier , ozalid; 33x55
Rysunek do wykonania szklanych ścian przegradzających taras oraz płaskiego dachu z papy. Plan sytuacyjny.; Syg. H024; 1915.09.25; Schreiber; Oscar Haase; papier , ozalid; 33x63.5
Projekt wykonania szklanych ścian przegradzających taras oraz płaskiego dachu z papy. Rzut pierwszego piętra.; Syg. H025; 1915.09.25; Schreiber; Oscar Haase; papier , ozalid; 33.5x15
Rysunek do wykonania schodów z piwnicy do parteru restauracji tarasowej. Rzut, prekroje.; Syg. H026; 1915.08.21; Oscar Haase; Schreiber; papier , ozalid; 33x86.5
Zatwierdzenie projektu do realizacji. Elewacja od strony stawu. Elewacja boczna i przekrój.; Syg. H027; 1912.08.00; Berg; Schreiber; Richard Haase; papier , ozalid; 43.5x113.5
Projekt realizacyjny. Kopuła i hełm restauracji tarasowej . Rzut i przekrój.; Syg. H028; 1912.11.00; Schreiber; papier , ozalid; 66.5x62.5
Zatwierdzenie do realizacji. Plan sytuacyjny terenów wystawowych. Wersja dla obszaru 50 ha z 25.05.1912. Plan sytuacyjny do budowy restauracji tarasowej.; Syg. H029; 1912.05.25; Gustav Haase; Oscar Haase; papier , druk; 90.5x140
Projekt. Rzut parteru i tarasów oraz usytuowanie pawilonów muzycznych przed tarasami od strony północnej. Przekrój tarasów przed basenem.; Syg. H031; 1912.08.01; Berg; Schreiber; papier , druk; 69.5x112
Zatwierdzenie do realizacji. Projekt elewacji od strony Hali Stulecia i przekrój.; Syg. H052; 1912.08.01; Berg; Oscar Haase; Schreiber; papier , druk; 33x67.5
Zatwierdzenie do realizqacji. Widok elewacji od strony basenu, elewacji bocznej i przekrój poprzeczny.; Syg. H053; 1912.08.01; Berg; Oscar Haase; Schreiber; papier , druk; 43x114
Układ zieleni. Plan sytuacyjny.; Syg. H054; 1929.00.00; Stephan; kalka , tusz; 41.5x56
Plan sytuacyjny.; Syg. H055; 1933.00.00; kalka , tusz; 63x47.5
Plan sytuacyjny.; Syg. H056; 1933.00.00; kalka , tusz; 63x47.5
Projekt założenia ogrodowego przed główną restauracją.; Syg. H501; 1929.06.05; Stephan; papier/ozalid/kredka; 41,5 x 58,5
Projekt założenia ogrodowego przed główną restauracją.; Syg. H500; 1943.11.03; Stephan; papier/ozalid/kredka/tusz; 41,5 x 56,5
Projekt założenia ogrodowego przed główną restauracją.; Syg. H499; 1930.0?.00; papier/ozalid; 47 x 53,5
Projekt założenia ogrodowego przed główną restauracją.; Syg. H498; 1930.0?.00; papier/ozalid; 41,5 x 49
Projekt założenia ogrodowego przed główną restauracją.; Syg. H497; 1930.0?.00; papier/ozalid; 41 x 53,5
Projekt wydzielenia nowego pomieszczenia. Plan sytuacyjny, rzut poziomy II kondygnacji, przekrój poprzeczny, rysunek części elewacji.; Syg. H385; 1928.05.09; Mager Alexander; papier/płótno/ozalid/akwarela/tusz; 41 x 43
Projekt garażu. Rzut poziomy, przekrój, rysunek części frontowej i bocznej.; Syg. H383; 1928.05.09; Mager Alexander; papier/płótno/ozalid/akwarela; 34 x 42
Projekt instalacji silnika elektrycznego. Plan sytuacyjny, rzut poziomy.; Syg. H382; 1928.01.03; Wurmer; kalka/tusz; 34 x 51

Projekt więźby dachowej. Przekrój.; Syg. H381; 1912.11.01; Hossenfelder Gustav; kalka/tusz; 33,5 x 21
Plan rozmieszczenia miejsc siedzących i stołów. Rzut poziomy parteru.; Syg. H378; 1922.04.00; Sust Max (wł.); papier/druk/akwarela; 54 x 99,5
Projekt stropu nad kawiarnią. Rzut poziomy.; Syg. H377; 1917.11.00; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz; 26,5 x 33,5
Projekt przebudowy piwnicy na piwo i chłodni. Plan sytuacyjny, rzut poziomy piwnic, przekroje: a-b, c-d, e-f, g-h, i-k.; Syg. H376; 1916.03.14; Haase Oscar, Ratsmaurermeister; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 66 x 89,5
Projekt pralni i pomieszczeń mieszkalnych w skrzydle zachodnim. Rzuty poziome I i II kondygnacji, przekrój poprzeczny.; Syg. H375; 1915.09.24; Haase Oscar, Ratsmaurermeister; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 33 x 81,5
Projekt pralni i pomieszczeń mieszkalnych w skrzydle zachodnim. Plan sytuacyjny.; Syg. H374; 1915.09.24; Haase Oscar, Ratsmaurermeister; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 33 x 64
Projekt przebudowy i instalacji nowych toalet i łazienek. Plan sytuacyjny, rzuty poziome: piwnic, parteru i I p. w części środkowej i skrzydle wsch., przekrój tych części,; Syg. H373; 1915.09.24; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 52 x 81
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej. Rzut poziomy parteru.; Syg. H372; 1912.11.00; Rogge Paul; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 44 x 113
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej. Rzut poziomy piwnic.; Syg. H371; 1912.11.00; Rogge Paul; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 44 x 116
Projekt instalacji wodno-kanalizacyjnej. Przekroje a-b i c-d.; Syg. H370; 1912.11.00; Rogge Paul; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 33 x 105
Projekt bocznej klatki schodowej. Plan sytuacyjny.; Syg. H369; 1916.08.30; Haase Oscar, Ratsmaurermeister; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 32,5 x 64
Projekt bocznej klatki schodowej. Rzut poziomy, przekrój.; Syg. H368; 1916.08.30; Haase Oscar, Ratsmaurermeister; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 33 x 50
Projekt instalacji silnika elektrycznego. Rzut poziomy, przekrój a-b.; Syg. H367; 1917.02.21; kalka/tusz; 42,5 x 46

Wystawa Stulecia – lunapark
Plan sytuacyjny.; Syg. H335; 1912.07.31; Schreiber; papier/druk; 76,5 x 65,5 cm
Plan sytuacyjny, widok elewacji frontowej, przekrój, rzut.; Syg. H336; 1912.08.20; Schreiber; papier/płótno/druk/uzup. akwarelą; 51,5 x 47,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok elewacji.; 1912.08.20; Archiwum Państwowe we Wrocławiu. Akta miasta Wrocławia, syg. 17147; Schreiber (Paul); cm
Plan sytuacyjny; Syg. H224; 1912.10.05; Nitsch; Fritz Engert; papier/druk/tusz; 66 x 63 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H215; 1912.10.05; Robert Raschke, Zimmermeister; papier/druk/tusz; 75 x 65 cm
Wieża obserwacyjna. Plan sytuacyjny.; Syg. H346; 1912.10.15; papier/ozalid; 75,5 x 65 cm
Winiarnia. Plan sytuacyjny.; Syg. H328; 1912.10.15; Schreiber; papier/druk; 75 x 63 cm
Przekrój.; Syg. H343; 1912.11.00; Dudler; papier/ozalid; 44,5 x 74 cm
Rysunek konstrukcyjny, przekrój.; Syg. H306; 1912.11.01; Helbig; kalka/tusz; 63,5 x 154 cm
Rysunek konstrukcyjny, przekrój.; Syg. H307; 1912.11.01; Helbig C.; kalka/ołówek/kredka; 38 x 63 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H302; 1912.11.05; Helbig; papier/płótno/ozalid/tusz; 65,5 x 62,5 cm
Rzut, przekroje, widoki elewacji.; Syg. H303; 1912.11.05; Helbig; papier/płótno/ozalid/tusz/akwarela; 65,5 x 104 cm
Plan sytuacyjny, rzuty, przekrój, widoki elewacji frontowej i bocznej, widok ogrodzenia.; Syg. H225; 1912.11.06; Fritz Engert; papier/płótno/ozalid/tusz; 47,5 x 62 cm
Rzut poziomy.; Syg. H305; 1912.11.09; Helbig; papier/płótno/ozalid/akwarela; 50 x 62,5 cm
Projekt elewacji bocznej.; Syg. H280; 1912.11.27; Walther Grossmann, Arch., (Dresden); A.Nitsch; Papier/ozalid; 33,5 x 51,5 cm

Projekt elewacji bocznej.; Syg. H281; 1912.11.27; Walther Grossmann, Arch., (Dresden); A.Nitsch; Papier/ozalid; 33,5 x 51,5 cm
Projekt elewacji frontowej.; Syg. H282; 1912.11.27; Walther Grossmann, Arch., (Dresden); A.Nitsch; Papier/ozalid; 33 x 63 cm
Rysunek elewacji ogrodowej.; Syg. H284; 1912.11.27; Walther Grossmann, Arch., (Dresden); Fritz Engert; Papier/ozalid; 33 x 62,5 cm
Przekrój przez więźbę dachową.; Syg. H285; 1912.11.27; A.Nitsch; Fritz Engert; Papier/płótno/ozalid/tusz; 45 x 63 cm
Detale konstrukcyjne.; Syg. H288; 1912.11.27; A.Nitsch; Kalka/tusz; 41,5 x 66,5 cm
Rzut parteru.; Syg. H289; 1912.11.27; Fritz Engert (wyk.); Walther Grossmann – Dresden (proj.); Papier/ozalid/akwarela; 39,5 x 62 cm
Rzut poziomy parteru.; Syg. H291; 1912.11.27; Fritz Engert (wyk.); Walther Grossmann – Dresden (proj.); Kalka/ozalid; 66,5 x 63,5 cm
Przekrój.; Syg. H292; 1912.11.27; Fritz Engert (wyk.); Walther Grossmann – Dresden (proj.); Kalka/ozalid; 33,5 x 54,5 cm
Projekt szklarni. Rzut, przekroje, elewacje.; 1912.11.27; syg. brak; Cabanis (Charlot); cm
Rzut, przekroje, widok od frontu.; Syg. H245; 1912.11.28; Schreiber; Gustaw Hossenfelder; Papier/płótno/ozalid/tusz; 41,5 x 74 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H247; 1912.12.12; Schreiber; Papier/druk/tusz; 69,5 x 59 cm
Rzuty, przekroje, widoki poszczególnych budowli.; Syg. H248; 1912.12.12; Gebr.Krebs; Papier/ozalid; 65 x 96,5 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H228; 1912.12.12; Papier/druk/tusz; 66 x 60 cm
Rzut, przekroje.; Syg. H229; 1912.12.12; Papier/ozalid; 71 x 111 cm
Rysunek konstrukcji.; Syg. H231; 1912.12.12; Papier/ozalid; 45,5 x 130 cm
Rzut poziomy.; Syg. H304; 1912.12.13; Helbig; papier/płótno/ozalid/akwarela; 49,5 x 63 cm
Widoki elewacji frontowej i bocznej, przekroje, rzut, detal, plan sytuacyjny.; Syg. H337; 1912.12.23; papier/płótno/ozalid/tusz czerw.; 51 x 98 cm
Przekrój.; Syg. H320; 1912.12.24; Walther Grossmann; papier/ozalid; 25 x 30 cm
Widok elewacji od strony ulicy.; Syg. H321; 1912.12.24; Walther Grossmann; papier/ozalid/kredka; 24,5 x 35 cm
Rzut.; Syg. H322; 1912.12.24; Walther Grossmann; kalka/ozalid; 52 x 34 cm
Winiarnia. Przekrój, rzut.; Syg. H277; 1912.12.28; Helbig; Papier/płótno/druk/akwarela; 74 x 83,5 cm
Rzut poziomy.; Syg. H273; 1912.12.30; Helbig; 93 x 62,5 cm
Rysunek perspektywiczny.; Syg. H274; 1912.12.30; Helbig; Papier/druk; 33 x 77,5 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H275; 1912.12.30; Helbig; Papier/ozalid/tusz; 33 x 41,5 cm
Winiarnia. Widoki elewacji.; Syg. H276; 1912.12.30; Helbig; Papier/druk; 66 x 62,5 cm
Rysunek konstrukcyjny. Rzut więźby dachowej.; Syg. H286; 1912.12.31; A.Nitsch; Fritz Engert; Papier/płótno/ozalid; 37,5 x 63 cm
Rzut,prekroje, detal, plan sytuacyjny.; Syg. H338; 1913.01.00; Eduard Freytag; papier/ozalid; 49,5 x 79 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H279; 1913.01.02; A.Nitsch, Maurer– u. Zimmermstr.; Fritz Engert, Zimmerei– u. Baugesch; Papier/druk/tusz; 65,5 x 63 cm
Rysunek konstrukcyjny. Układ belek więźby dachowej.; Syg. H287; 1913.01.02; A.Nitsch; Fritz Engert; Papier/płótno/ozalid; 57 x 83 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H311; 1913.01.13; Alfred Kolbe, Zimmermeister; Schreiber; papier/płótno/druk/tusz; 65,5 x 42 cm
Rysunek konstrukcyjny.; Syg. H323; 1913.01.18; Walther Grossmann; kalka/tusz; 38,5 x 48 cm
Rysunek detalów konstrukcyjnych, przekrój.; Syg. H339; 1913.01.23; papier/ozalid/płótno/uzup. tuszem; 54,5 x 54 cm
Rysunek konstrukcyjny. Przekroje.; Syg. H232; 1913.01.23; Kalka/tusz; 64 x 97 cm
Plan sytuacyjny.; 1913.01.24; Archiwum Państwowe we Wrocławiu. Akta miasta Wrocławia, syg. 17148; Helbig; tusz/kalka; cm
Widok elewacji: frontowej, bocznej i tylnej.; Syg. H294; 1913.02.00; A.Lorenz; Papier/płótno/ozalid; 49 x 83 cm
Rzut, przekrój, widok.; Syg. H219; 1913.02.00; Hermann Boese; papier/płótno/ozalid/akwarela; 40,5 x 42 cm
Projekt 2 okrągłych podium. Rysunek elewacji, przekrój i rzut .; Syg. H156; 1913.02.10; Jaide; papier , ozalid; 33x22.5 cm
Projekt detali.; Syg. H283; 1913.02.14; Fritz Engert; A.Nitsch; Kalka/tusz; 33,5 x 41,5 cm
Rzut poziomy, widok elewacji, przekrój.; Syg. H272; 1913.02.15; Schreiber (proj.); Fritz Freudenreich; Papier/płótno/druk/tusz; 43 x 42 cm
Rzut poziomy, widok elewacji, przekrój.; 1913.02.15; Archiwum Państwowe we Wrocławiu. Akta miasta Wrocławia, syg. 17151; Schreiber (proj.); Fritz Freudenreich; Papier/płótno/druk/tusz; 43 x 42 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H244; 1913.02.15; Schreiber; Gustaw Hossenfelder; Papier/płótno/druk/tusz; 66 x 74 cm
Rzut, przekroje.; Syg. H230; 1913.02.15; Papier/ozalid; 74 x 62 cm
Zjeżdżalnia. Przekrój, rzut, widok elewacji.; Syg. H278; 1913.02.18; Helbig; Papier/płótno/ozalid; 55,5 x 62,5 cm
Projekt 2 okrągłych. Rysunek elewacji, przekrój i rzut .; Syg. H157; 1913.02.19; Jaide; papier, ozalid; 56.5x64.5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, widok elewacji frontowej i bocznej.; Syg. H246; 1913.02.22; Gustaw Hossenfelder; Papier/płótno/ozalid; 33 x 52 cm
Rzut, przekrój, rys. elewacji.; Syg. H327; 1913.03.00; Fritz Freudenreich; Schreiber; papier/ozalid/tusz; 32,5 x 41,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój przez więźbę dachową, widok elewacji: frontowej i bocznej.; Syg. H250; 1913.03.00; Albert Grau [?]; Papier/ozalid/akwarela; 34,5 x 66,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok.; Syg. H220; 1913.03.00; Hugo Baum; papier/płótno/ozalid/tusz; 32,5 x 42 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój przez więźbę dachową, widok elewacji: frontowej i bocznej.; Syg. H249; 1913.03.01; Albert Grau [?]; Papier/płótno/ozalid/akwarela; 33,5 x 65 cm
Rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H300; 1913.03.03; Hermann Stricker; Schreiber; kalka/tusz; 53,5 x 91,5 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H301; 1913.03.03; Hermann Stricker; Schreiber; kalka/tusz; 33,5 x 21 cm
Projekt płóciennych, malowanych ekranów wzdłuż torowiska. Przekroje.; Syg. H233; 1913.03.07; Papier/ozalid/tusz; 48,5 x 69,5 cm
Projekt płóciennych, malowanych ekranów wzdłuż torowiska. Rzut, przekroje.; Syg. H234; 1913.03.07; Papier/ozalid/tusz; 65 x 106 cm
Plan sytuacyjny, widoki elewacji, rzut, przekrój.; Syg. H332; 1913.03.08; Erich Grau; papier/płótno/ozalid/tusz; 33 x 62,5 cm
Rzut, przekrój poprzeczny a-b.; Syg. H297; 1913.03.10; A.Lorenz; Papier/płótno/ozalid; 59 x 41,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok.; Syg. H252; 1913.03.13; Alfred Kolbe; Papier/płótno/ozalid/tusz; 66 x 42 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H271; 1913.03.14; Schreiber (proj.); Fritz Freudenreich; Papier/druk/tusz; 66,5 x 65,5 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H312; 1913.03.15; Hermann Stricker; papier/druk/kredka/tusz; 33 x 21 cm
Rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H313; 1913.03.15; Hermann Stricker; kalka/tusz; 33 x 42,5 cm
Rysunki konstrukcyjne, obliczenia statyczne.; Syg. H213; 1913.03.15; Schreiber; Michael Kaliski; papier/tusz; 33,5 x 42,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekroje, widok.; Syg. H214; 1913.03.15; Schreiber; Michael Kaliski; papier/ozalid/tusz; 65 x 82 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H324; 1913.03.17; papier/druk; 66 x 63 cm
Rzuty, przekrój, widoki elewacji.; Syg. H325; 1913.03.17; Arthur Potzsch; papier/ozalid; 41 x 83 cm
Rysunek konstrukcyjny. Przekrój.; Syg. H296; 1913.03.17; A.Lorenz; Kalka/tusz; 33 x 42 cm

Plan Lunaparku. Plan sytuacyjny.; Syg. H265; 1913.03.18; Fritz Freudenreich; Schreiber; Papier/druk/tusz; 66 x 63 cm
Rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H266; 1913.03.18; Fritz Freudenreich; Papier/ozalid; 33 x 42 cm
Dworzec miniaturowej kolei. Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widoki elewacji.; Syg. H318; 1913.03.22; Michael Kaliski; papier/ozalid; 55 x 62 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H295; 1913.03.22; A.Lorenz; Kalka/tusz; 33 x 20,5 cm
Pawilon fotograficzny. Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok elewacji frontowej.; Syg. H314; 1913.03.27; Michael Kaliski; papier/druk; 53 x 42 cm
Plan sytuacyjny, przekrój, rzut.; Syg. H342; 1913.03.29; papier/ozalid; 65 x 83 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok.; Syg. H223; 1913.03.29; Alfred Kolbe; papier/płótno/ozalid/tusz; 65,5 x 42 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój.; Syg. H315; 1913.03.31; Fritz Valentin; papier/płótno/ozalid; 67 x 65 cm
Elewacje frontowa i boczna.; Syg. H316; 1913.03.31; Fritz Valentin; papier/płótno/ozalid; 34,5 x 63,5 cm
Rzut, przekrój, widoki elewacji.; Syg. H329; 1913.04.00; R.Hallmann; papier/płótno/ozalid/uzup. tuszem; 32,5 x 50 cm
Rzut, Przekrój, widok.; Syg. H241; 1913.04.00; Fritz Freudenreich; Papier/płótno/ozalid/akwarela; 35 x 43,5 cm
Rzut, przekrój, widok.; Syg. H221; 1913.04.01; Schreiber; Hermann Stricker; kalka/tusz; 33 x 42 cm
Rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H216; 1913.04.02; Robert Raschke, Zimmermeister; papier/płótno/ozalid; 61 x 96,5 cm
Projekt ekranu i kabiny projekcyjnej. Plan sytuacyjny.; Syg. H267; 1913.04.09; Fritz Engert; Papier/płótno/ozalid; 33 x 61 cm
Rysunek elewacji frontowej i elewacji bocznej.; Syg. H263; 1913.04.09; Michael Kaliski; Papier/druk; 33 x 109 cm
Plan sytuacyjny, rzut poziomy, przekroje.; Syg. H264; 1913.04.09; Michael Kaliski; Papier/druk; 58,5 x 88,5 cm
Plan sytuacyjny; Syg. H326; 1913.04.11; Fritz Freudenreich; papier/druk; 33 x 60 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekroje.; Syg. H333; 1913.04.16; papier/druk; 64,5 x 92 cm
Rzut, widok elewacji.; Syg. H217; 1913.04.16; Robert Raschke, Zimmermeister; papier/płótno/ozalid/tusz; 60,5 x 95 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H298; 1913.04.25; Fritz Valentin; papier/druk; 23 x 29,5 cm
Rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H299; 1913.04.25; Fritz Valentin; papier/płótno/ozalid; 34,5 x 46,5 cm
Rysunek detalu konstrukcyjnego.; Syg. H344; 1913.04.28; Dudler; papier/ozalid; 43 x 57 cm
Przekrój, widok elewacji, rzuty.; Syg. H347; 1913.04.30; Schreiber; papier/płótno/ozalid/tusz; 53 x 73 cm
Projekt rozplanowania torów.; Syg. H317; 1913.05.02; papier/ozalid/tusz czerw.; 65 x 62 cm
Rzut poziomy, przekrój, rys. elewacji.; Syg. H270; 1913.05.04; Arnold Nitsch; Papier/płótno/ozalid; 32,5 x 41,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekroje, rys. elewacji.; Syg. H268; 1913.05.05; Michael Kaliski; Papier/ozalid; 55,5 x 81,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, widok.; Syg. H340; 1913.05.07; papier/ozalid; 32,5 x 41,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, widok.; Syg. H341; 1913.05.07; papier/ozalid; 32,5 x 41 cm
Zajezdnia. Plan sytuacyjny, rzuty, przekroje.; Syg. H235; 1913.05.08; 33 x 48,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok.; Syg. H239; 1913.05.14; Gustaw Hossenfelder; Kalka/tusz; 33 x 43,5 cm
Projekt obrotowego podium dla orkiestry. Rzut, przekroje.; Syg. H238; 1913.05.16; Richard Hallmann; Papier/płótno/ozalid/tusz; 66,5 x 76 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H330; 1913.05.21; papier/ozalid; 67,5 x 61,5 cm
Rzut, przekrój, widok.; Syg. H331; 1913.05.21; papier/płótno/ozalid/tusz; 32,5 x 42 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H269; 1913.05.21; Arnold Nitsch; Papier/druk/tusz; 67,5 x 62 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H236; 1913.05.21; Nitsch.; Papier/druk; 66 x 63 cm
Rzut, przekrój, widok.; Syg. H237; 1913.05.21; Nitsch.; Papier/płótno/ozalid/tusz/kredka; 65,5 x 98 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H512; 1913.05.21; Nitsch Arnold; papier/ozalid; 66 x 62,5 cm

Przekrój przez kuchnie i tarasy. Rysunek konstrukcyjny.; Syg. H290; 1913.05.22; Fritz Engert (wyk.); Walther Grossmann – Dresden (proj.); Papier/płótno/ozalid; 44 x 42 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H240; 1913.05.23; Fritz Freudenreich; Papier/druk/tusz; 75,5 x 65 cm
Rysunek konstrukcyjny.; Syg. H218; 1913.05.23; Robert Raschke, Zimmermeister; kalka/tusz; 38 x 61 cm
Projekt instalacji maszyny do mielenia mięsa. Rzut poziomy, widok, przekrój.; Syg. H334; 1913.06.09; kalka/tusz; 33 x 44 cm
Rzut parteru z projektem kiosku sprzedażnego w ogrodzie.; Syg. H308; 1913.06.10; Helbig C.; papier/płótno/ozalid/kredka; 34,5 x 72,5 cm
Plan sytuacyjny, przekroje, rzut.; Syg. H345; 1913.06.14; Fritz Valentin; papier/ozalid; 33 x 42 cm
Rzut parteru, przekrój, detale. Podium taneczne.; Syg. H293; 1913.06.26; Fritz Engert (wyk.); Walther Grossmann – Dresden (proj.); Papier/płótno/ozalid; 55 x 83 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H309; 1913.07.00; Fritz Valentin; Jaide (Stadtbauinsp.); papier/ozalid/akwarela; 36,5 x 50 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok elewacji.; Syg. H310; 1913.07.00; Fritz Valentin; papier/ozalid/akwarela; 33,5 x 51,5 cm
Projekt namiotu pomiędzy dwoma pawilonami. Plan sytuacyjny, rzut, przekrój.; Syg. H251; 1913.07.00; Max Pitschmann; Papier/ozalid/akwarela; 32 x 42 cm
Projekt lodowni. Rzut poziomy parteru, przekrój a-b.; Syg. H562; 1913.07.08; papier/płótno/ozalid; 65,5 x 63 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok od frontu.; Syg. H242; 1913.07.09; Curt Ebneter; Papier/ozalid/akwarela; 30,5 x 43 cm
Plan sytuacyjny.; Syg. H226; 1913.07.28; Hermann Stricker; papier/druk/tusz; 33 x 21 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok; Syg. H243; 1913.07.29; Michael Kaliski; Papier/ozalid tusz; 50,5 x 41,5 cm
Plan sytuacyjny, rzut, przekrój, widok.; Syg. H227; 1913.07.29; Hermann Stricker; kalka/tusz; 33 x 42 cm
Inwetaryzacja powykonawcza. Rzut, przekroje, elewacje.; 1914.03.21; syg. brak; Cabanis (Charlot); cm

7.3. Muzeum Narodowe we Wrocławiu

Max Berg, projekt wnętrza Hali Stulecia, luty 1910 roku (?), reprodukcja z diapozytywu wykorzystywanego przez Berga do odczytów prowadzonych na początku 1911 roku, Dział Dokumentów, sygn. 2490
Max Berg, projekt wnętrza Hali Stulecia, około 1910 roku (?), reprodukcja z diapozytywu wykorzystywanego przez Berga do odczytów prowadzonych na początku 1911 roku, Dział Dokumentów, sygn. 2489
Max Berg, Hala Stulecia, projekt, przekroje, grudzień 1910 roku, reprodukcja z diapozytywu wykorzystywanego przez Berga do odczytów prowadzonych na początku 1911 roku, Dział Dokumentów, sygn. 2494
Max Berg, Hala Stulecia, projekt, rysunek perspektywiczny, grudzień 1910 roku, reprodukcja z diapozytywu wykorzystywanego przez Berga do odczytów prowadzonych na początku 1911 roku, Dział Dokumentów, sygn. 2492
Max Berg, Hala Stulecia, projekt, rzut, luty 1911 roku, reprodukcja z diapozytywu wykorzystywanego przez Berga do odczytów prowadzonych na początku 1911 roku, Dział Dokumentów, sygn. 2491
Max Berg, Hala Stulecia, projekt, rysunek perspektywiczny, 1910/1911 rok, reprodukcja z diapozytywu wykorzystywanego przez Berga do odczytów prowadzonych na początku 1911 roku, Dział Dokumentów, sygn. 2493
Porównanie rzutu hali z innymi obiektami, reprodukcja ze szklanego diapozytywu wykorzystanego przez Berga w czasie referatu wygłoszonego 24 lutego 1911 roku dla członków Kunstgewerbeverein, Dział Dokumentów,

sygn. 2488
Hala Stulecia w budowie, betonowanie wielkich łuków apsydy podtrzymujących kopułę, budowa rusztowania i szalunków pod żebra kopuły, Dział Dokumentów, sygn. 3464
Hala Stulecia w budowie, widok na obejście i szalunki łuków odporowych. Reprodukcja z diapozytywu, Dział Dokumentów, sygn. 3465
Hala Stulecia w budowie, widok ogólny od strony południowej. Reprodukcja z diapozytywu, Dział Dokumentów, sygn. 3463.
Hala Stulecia w budowie, widok na obejście, betonowanie żeber kopuły. Reprodukcja z diapozytywu, Dział Dokumentów, sygn. 3462
Hala Stulecia, wejście główne na Wystawę Stulecia, widokówka z okresu trwania wystawy, Dział Dokumentów, sygn. 518
Szkic wstępny pawilonu Wystawy Historycznej, 1911–1912 rok, rzut, reprodukcja diapozytywu wykorzystanego przez architekta podczas odczytu 27 lutego w sali Śląskiego Muzeum Rzemiosła Artystycznego i Starożytności we Wrocławiu, Dział Dokumentów,
Projekt pawilonu Wystawy Historycznej, elewacje od strony dziedzińca, wrzesień 1912 roku, reprodukcja fotografii, Dział Dokumentów,
Projekt wnętrza sali poświęconej armii pruskiej, wrzesień 1912 roku (?), reprodukcja fotografii, Dział Dokumentów,
Rzut z zaznaczonymi funkcjami sal w czasie Wystawy Historycznej. Reprodukcja z diapozytywu wykonanego w 1912 roku, Dział Dokumentów,
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), widok na elewację południową, fotografia z końcowego okresu budowy pawilonu, widokówka, Dział Dokumentów, sygn. 518(15)
. Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), widok na elewację południową i fragment elewacji zachodniej, widokówka z okresu otwarcia Wystawy Stulecia, Dział Dokumentów, sygn. 518
Pergola, sztuczny staw od strony ogrodów historycznych, widokówka z lat dwudziestych XX wieku, Dział Dokumentów, sygn. 518
Fritz Behrendt, projekt bramy wejściowej na Wystawę Sztuki Cmentarnej, fotografia z diapozytywu, Dział Dokumentów,
Karykatura zamieszczona w periodyku „Simplizismus" w związku ze zdjęciem spektaklu Gerharta Hauptmanna podczas Wystawy Stulecia oraz związanym z tym skandalem. Reprodukcja z diapozytywu, Dział Dokumentów, sygn. 4690
Projekty scenograficzne i kostiumów do przedstawienia Festspiel Gerharta Hauptmanna autorstwa Ernsta Sterna. Reprodukcja z diapozytywu, Dział Dokumentów, sygn. 4682
Kukiełki ze spektaklu Gerharta Hauptmanna Festspiel in deutschen Reimen prezentowane na wystawie poświęconej twórczości Hauptmanna w 1924 roku (?), fotografia, Dział Dokumentów,
Widok na Pawilon Czterech Kopuł i ścieżkę wzdłuż jego wschodniej elewacji, widokówka z około 1930 roku, Dział Dokumentów, sygn. 518/5

Malarstwo, grafiki, medale do 1945 roku.
Opisy podane za:
Ikonografia Wrocławia, katalog wystawy pod red. P. Łukaszewicza, Wrocław 2008, Tom I i II. W nawiasie kwadratowym wskazana pozycja katalogu.

Nowy Wrocław (widok Hali Stulecia i Domu dla Samotnych), olej na płótnie, G. Nerllich, 1931. [t. II poz. 395].
Pergola od południa. Litografia ołówkowa, S. Laboschin, 1926. [t. I poz. 599].
Medal z okazji wybudowania Hali Stulecia we Wrocławiu, 1913. [t. II poz. 447].
Medal nagrodowy Wystawy Ogrodniczej we Wrocławiu, 1913. [t. II poz. 448].
Żeton tramwajowy wrocławski, 1921. [t. II poz. 452].
Madal nagrodowy I. Śląskiego Okręgowego Święta Śpiewaków, 1927. [t. II poz. 456].

Karty pocztowe do 1945 roku.
Opisy podane za:
Ikonografia Wrocławia – Pocztówki, opracowanie Z. Bandurska, Wrocław 2008. W nawiasie kwadratowym wskazana pozycja katalogu, zrezygnowano z wyliczenia pocztówek ukazujących eksponaty wystawy historyczno-artystycznej z 1913.

Wystawa w 1913 roku
Hala Stulecia, widok od zachodu, na pierwszym planie brama wejścia głównego. Rysunek, światłodruk, 1913, sygn. P W/205. [poz. 508].
Hala Stulecia, widok od zachodu. Rysunek, światłodruk, 1913, sygn. P W/206. [poz. 509].
Hala Stulecia, widok od zachodu. Rysunek kolorowany, autotypia, 1913, sygn. P W/207. [poz. 510].
Hala Stulecia, widok od zachodu z wejściem zwieńczonym tympanonem (niezgodnie z projektem M. Berga), na otoku przedstawienia dobosza z 1813 i trębacza na koniu z 1913. Rysunek kolorowany, autotypia, 1913, sygn. P W/270 [poz. 511].
Hala Stulecia, portal wejścia głównego, światłodruk kolorowany, 1913, sygn. P W/208 [poz. 512].
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola, widok od pn.-zach., światłodruk, 1913, sygn. P W/222. [poz. 513].
Hala Stulecia, widok od pn.-wsch., reprodukcja akwareli, autotypia, 1913, sygn. P W /223 [poz. 514].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, widok od pd.-zach., fotografia, światłodruk, 1913, sygn. P W/237 [poz. 515].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, widok od pd., reprodukcja akwareli, autotypia wielobarwna, 1913, sygn. P W/241 [poz. 516].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, widok od pd., fotografia, światłodruk, 1913, sygn. P W/242 [poz. 517].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, widok do pd.-wsch., fotografia, światłodruk, 1913, sygn. P W/238 [poz. 518].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, widok od pn.-wsch., fotografia, światłodruk, 1913, sygn. P W/239 [poz. 519].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, dziedziniec otoczony kolumnadą (niezgodnie z projektem H. Poelziga), akwarela, autotypia wielobarwna, 1913, sygn. P W/240 [poz. 520].
Pawilon Wystawy Historycznej – Pawilon Czterech Kopuł, widok Sali Austrii, fotografia, światłodruk, 1913, sygn. P W/266 [poz. 521].
Tereny Wystawowe. Belweder ogrodu renesansowego, fotografia, autotypia wielobarwna, 1913, sygn. P W/245 [poz. 526].
Tereny Wystawowe. Ogród Japoński, widok na pawilon na wodzie, fotografia, autotypia wielobarwna, 1913, sygn. P W/267 [poz. 527].
Tereny Wystawowe. Ogród Japoński, widok na pawilon na wyspę, pawilon na wodzie, fotografia, autotypia wielobarwna, 1913, sygn. P W/303 [poz. 528].
Park Rozrywki, zjeżdżalnia wodna, fotografia, światłodruk, 1913, sygn. P W/268 [poz. 529].

Po 1913 roku
Hala Stulecia, widok od zachodu, reprodukcja rysunku, autotypia wielobarwna, przed 1923, sygn. P W/209 [poz. 531].
Hala Stulecia, widok od zachodu, reprodukcja rysunku jak wyżej, światłodruk, przed 1923, sygn. P W/210 [poz. 532].
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, światłodruk kolorowany, przed 1923, sygn. P W/211 [poz. 533].
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, rotograwiura, przed 1929, sygn. P W/212 [poz. 534].
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, światłodruk kolorowany, ok. 1929, sygn. P W/213 [poz. 535].
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, światłodruk, przed 1932, sygn. P W/214 [poz. 536].
Hala Stulecia, widok od zachodu od strony wejścia głównego, fotografia, przed 1939, sygn. P W/215 [poz.

537].
Hala Stulecia, widok od zachodu od strony wejścia głównego, fotografia, rotograwiura, przed 1941, sygn. P W/265 [poz. 538].
Hala Stulecia, widok od zachodu od strony wejścia głównego, fotografia, rotograwiura, przed 1942, sygn. P W/217 [poz. 539].
Hala Stulecia, widok od zachodu od strony wejścia głównego z fragmentem kolumnady, fotografia, przed 1942, sygn. P W/218 [poz. 540].
Hala Stulecia, reprodukcja rysunku z widokiem Hali od pn.-zach., na pierwszym planie ogród barokowy przy Pawilonie Wystawy Historycznej, autotypia wielobarwna, przed 1920, sygn. P W/225 [poz. 541].
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa, na pierwszym planie pergola, autotypia wielobarwna, 1922, sygn. P w/230 [poz. 542].
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa, widok od pd., fotografia, światłodruk, ok. 1940, sygn. P W/231 [poz. 543].
Hala Stulecia, widok od pn.-zach., po prawej Pawilon Wystawy Historycznej, fotografia, światłodruk, przed 1940, sygn. P W/234 [poz. 544].
Hala Stulecia, widok od pn.-zach., fotografia, rotograwiura, ok. 1940, sygn. P W/232 [poz. 545].
Hala Stulecia, widok przez pergolę, pomiędzy stawem a pergolą kwietniki zaprojektowane przez Hugo Richtera, fotografia, autotypia wielobarwna, przed 1919, sygn. P W/224 [poz. 546].
Hala Stulecia, widok przez pergolę, fotografia, światłodruk, ok. 1919, sygn. P W/226 [poz. 547].
Hala Stulecia, widok przez pergolę, fotografia, światłodruk, przed 1938, sygn. P W/227 [poz. 548].
Hala Stulecia, widok przez pergolę, fotografia, autotypia wielobarwna, ok. 1938, sygn. P W/229 [poz. 549].
Hala Stulecia, widok przez pergolę, reprodukcja akwareli Oskara van Houta, autotypia wielobarwna, ok. 1930, sygn. P W/228 [poz. 550].
Hala Stulecia, pergola porośnięta bluszczem, fotografia, druk czarno-biały, przed 1938, sygn. P W/220 [poz. 551].
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa, widok od pd., fotografia, światłodruk czarno-biały, przed 1936, sygn. P W/219 [poz. 552].
Hala Stulecia, widok od strony stawu, ujęcie nocne z oświetloną Restauracją Tarasową, fotografia, ok. 1930, sygn. P W/221 [poz. 553].
Pawilony Wystawy Historycznej, widok od pn.-wsch., fotografia, rotograwiura, przed 1938, sygn. P W/243 [poz. 554].
Pawilon Wystawy Historycznej, widok od pn.-zach., fotografia, ok. 1940, sygn. P W/233 [poz. 555].
Pawilon Wystawy Historycznej, dziedziniec z posągiem Pallas Ateny, fotografia, druk, 1938, sygn. P W/244 [poz. 556].
Pawilon Wystawy Historycznej, barokowe rzeźby na pn. od pawilonu, fotografia, światłodruk, przed 1939, P W/246 [poz. 557].
Hala Stulecia i Tereny Wystawowe, fotografia lotnicza, 1929, sygn. P W/235 [poz. 557].
Hala Stulecia i Tereny Wystawowe, fotografia lotnicza, 1929, sygn. P W/236 [poz. 558].

7.4. Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu

Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Druga nagroda w konkursie, projekt I. P. Großmanna z Berlina, motto „Centralpark". Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 753.
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Projekt zakupiony autorstwa Theo Effenbergera, motto „Oderterrase". Rysunek perspektywiczny, widok pawilonu, elewacja północna w części południowej terenów, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 4043
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Projekt zakupiony autorstwa Theo Effenbergera, motto „Oderterrase". Rysunek perspektywiczny, widok od strony Odry, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 4041.
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Trzecia nagroda w konkursie, projekt Franza Seecka z Berlina-Steglitz, A. Gellhorna z Wrocławia i Paula Freye z Berlina, motto „Vereint und doch getrent". Plan sytuacyjny ogrodu i części południowej. Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 752
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Projekt zakupiony autorstwa Theo Effenbergera, motto „Oderterrase". Rysunek perspektywiczny, widok pawilonu, elewacja, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 4044
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Projekt zakupiony autorstwa Theo Effenbergera, motto „Oderterrase". Rysunek perspektywiczny, widok alei z fragmentami pawilonów, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 4042.
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Pierwsza nagroda w konkursie, projekt Alfreda Boesego i F. Gluma z Cottbus, motto „ZOO". Plan sytuacyjny części południowej terenów. 1:00500, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 751
Tereny Wystawowe. Konkurs na rozplanowanie terenów i rozbudowę Ogrodu Zoologicznego. Projekt zakupiony autorstwa Theo Effenbergera, motto „Oderterrase". Rysunek, widok z lotu ptaka od strony Odry, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 4040
Tereny Wystawowe. Niezrealizowany projekt Maksa Berga ukształtowania Terenów Wystawowych i Ogrodu Zoologicznego. Fragment wejścia głównego na Tereny Wystawowe, inna wersja projektowa. Fotografia z rysunku autorstwa H. Götzego w: Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 4045
Model prezentowany na Ostdeutsche Ausstellung w Poznaniu w maju 1911 roku. Widok wnętrza. Model wykonano w okresie styczeń-maj 1911 roku. Fotografia H. Götza, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 764
Projekty hali oraz jej model prezentowane na Ostdeutsche Ausstellung w Poznaniu w maju 1911 roku, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 754.
Projekty hali oraz jej model prezentowane na Ostdeutsche Ausstellung w Poznaniu w maju 1911 roku, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 755
Hala Stulecia w budowie, betonowanie wielkich łuków apsyd oraz łuków odporowych, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 556
Hala Stulecia w budowie, widok od wnętrza na budowę drewnianych rusztowań, początek prac przy budowie, zakładanie szalunków i wylewanie betonu pod wielkie filary nośne, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 760
Hala Stulecia w budowie, widok od strony północno-zachodniej po częściowym zdjęciu szalunków z podbudowy kopuły i łuków odporowych. Budowa szalunków żeber kopuły, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 759
Hala Stulecia, gwasz przedstawiający halę wykonany przez Hansa Leistikowa, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Hala Stulecia w budowie, widok od strony zachodniej z widocznym fragmentem wybetonowanego obejścia z budową szalunków żeber kopuły i ustawionym prefabrykowanym elementem obramienia okna, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 761
Hala Stulecia widokówka z rycinią autora, podpisanego „EKF", z około połowy 1912 roku, ukazująca postępy budowy hali, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Hala Stulecia w budowie, widok ogólny od strony północno-zachodniej, betonowanie żeber kopuły, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 657
Hala Stulecia w budowie, widok ogólny od strony północno-zachodniej, betonowanie żeber kopuły, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 657.
Hala Stulecia w budowie, wnętrze po częściowej rozbiórce rusztowań, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 763
Hala Stulecia, widok od strony stawu na restaurację i halę, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Hala Stulecia, widok od strony północno-zachodniej w trakcie Wystawy Stulecia, widokówka, Kolekcja Śląsko-

Łużycka, sygn. Yb 2286a
Hala Stulecia, widok na wejście główne podczas Wystawy Stulecia, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Hala Stulecia, uroczystość 125. rocznicy „wojny wyzwoleńczej", widok wnętrza, fotografia, Oddział Zbiorów Graficznych
Hala Stulecia, wnętrze podczas uroczystości pod koniec lat trzydziestych XX wieku, widok na apsydę organową, fotografia, Oddział Zbiorów Graficznych
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), widok z dachu Hali Stulecia w kierunku północno-zachodnim, fotografia z okresu budowy, początek 1913 roku, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), wnętrze, skrzydło wschodnie, sale wystawowe, prezentacja rodów panujących Anglii, Hanoweru, Brunszwiku, Hesji i Badenii, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), wnętrze, skrzydło wschodnie, sale wystawowe, prezentacja rzemiosła artystycznego i ceramiki z około 1800 roku, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), widok na południową elewację dziedzińcową, ogród empirowy oraz fontannę zwieńczoną rzeźbą figury Pallas Ateny. Fotografia Antona Pichlera z okresu otwarcia Wystawy Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), wnętrze, skrzydło wschodnie, sale wystawowe, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilon Wystawy Historycznej (Pawilon Czterech Kopuł), wnętrze, skrzydło wschodnie, sale wystawowe, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Główna restauracja tarasowa, widok od strony pawilonu mieszczącego Wystawę Historyczną, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pergola, sztuczny staw, widok ścieżki między kolumnami w pobliżu ogrodów historycznych, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pergola, sztuczny staw, widok ogólny od strony pawilonu mieszczącego Wystawę Historyczną, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pergola, sztuczny staw, widok od strony północnej w kierunku pawilonu mieszczącego Wystawę Historyczną, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a.
Pergola, sztuczny staw, widok przez pergolę na restaurację i Halę Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pergola, sztuczny staw, widok przez pergolę na restaurację i Halę Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilon Sztuki Cmentarnej w czasie budowy, widok wnętrza, krużganek otaczający dziedziniec, fotografia z początku 1913 roku wykonana przez Antona Pichlera, Oddział Zbiorów Graficznych
Pawilon Sztuki Cmentarnej w czasie budowy, widok od strony frontu, fotografia z początku 1913 roku wykonana przez Antona Pichlera, Oddział Zbiorów Graficznych
Pawilon Sztuki Cmentarnej w czasie budowy, widok od strony dziedzińca, fotografia z początku 1913 roku wykonana przez Antona Pichlera, Oddział Zbiorów Graficznych
Pawilon Sztuki Cmentarnej w czasie budowy, widok wnętrza, fotografia z początku 1913 roku wykonana przez Antona Pichlera, Oddział Zbiorów Graficznych
Ogrody Historyczne, ogród renesansowy, widok na ogród i belweder, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Brama wejścia głównego, widok w kierunku Hali Stulecia, widokówka z 1913 roku, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Tereny Wystawowe, widok z lotu ptaka, gwasz – widokówka z maja 1912 roku, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Widok z lotu ptaka Terenów Wystawowych, projekt Hansa Poelziga namalowany przez studentów Akademii Sztuki we Wrocławiu w sierpniu 1912 roku. Reprodukcja na widokówce z września 1912 roku, Kolekcja Śląsko-

Łużycka, sygn. Yb 2286a
Pawilony muzyczne. Widok na zachodni pawilon i narożnik restauracji, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Karta wejściowa na uroczysty wieczór w ratuszu wrocławskim 20 maja 1913 roku o godzinie 20.00 w związku z otwarciem Wystawy Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Wzór karty wejściowej na Wystawę Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Wkładka do programu i plakat sztuki Festspiel Gerharta Hauptmanna w inscenizacji Maksa Reinhardta autorstwa Friedricha Winckler-Tannenberga, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Karta tytułowa programu do sztuki Festspiel Gerharta Hauptmanna, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Zaproszenie na otwarcie Wystawy Stulecia w Hali Stulecia oraz Wystawę Historyczną dla profesora Hippego – dyrektora Biblioteki Miejskiej, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Znaczki okolicznościowe prezentujące oficjalny plakat Wystawy Stulecia projektu Johanna Drobecka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a.
Wystawa Stulecia. Miscellanea. Zaproszenie na uroczysty wieczór w ratuszu wrocławskim 20 maja 1913 roku o godzinie 20.00 dla profesora Hippego – dyrektora Biblioteki Miejskiej w związku z otwarciem Wystawy Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Zaproszenie na uroczysty wieczór w ratuszu wrocławskim 20 maja 1913 roku o godzinie 20.00 dla profesora Hippego – dyrektora Biblioteki Miejskiej w związku z otwarciem Wystawy Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Zaproszenie dla profesora Hippego – dyrektora Biblioteki Miejskiej na uroczyste otwarcie Wystawy Stulecia w obecności następcy tronu cesarskiego, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Wzór honorowej karty wejściowej na Wystawę Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Otwarcie Wystawy Stulecia, wspólne zdjęcie przed wejściem do hali wrocławskich osobistości z następcą tronu cesarskiego, fotografia, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 750
Otwarcie Wystawy Stulecia, fotografia zbiorowa osobistości Wrocławia i prowincji śląskiej. W ostatnim rzędzie, przy kolumnie środkowej po lewej, stoją obok siebie Max Berg i Hans Poelzig, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 749
Program koncertu chóralnego 2800 uczniów wrocławskich szkół 31 sierpnia 1913 roku, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Program koncertu zamykającego Wystawę Stulecia we Wrocławiu 26 października 1913 roku, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Program wykładu z przezroczami o organach w Hali Stulecia, wygłoszonego przez Paula Walckera, oraz próba organów dokonana przez organistę Ottona Burkerta, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Okolicznościowy znaczek z okazji Wystawy Stulecia, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Ogród barokowy, widok w kierunku pergoli, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Ogrody historyczne. Widok ogólny w kierunku południowym wzdłuż ścieżki biegnącej przy ogrodach historycznych. Na pierwszym planie ogrodzenie ogrodu z czasów karolinskich, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Ogród angielski – romantyczny, widok ogólny, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Ogród Baugeselschaft Deutschland, widok ogólny, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Ogród C. Berndta z Zirlau, widok ogólny, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Ogród japoński, widok od strony obecnej ul. A. Mickiewicza w kierunku południowo-wschodnim na pawilon na wodzie i altanowy most na stawie Eichborna, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a.
Ogród japoński, widok od strony dawnej herbaciarni w kierunku południowo-zachodnim, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a.
Ogród japoński, widok od strony herbaciarni w kierunku zachodnim obecnej ul. A. Mickiewicza na pawilon i altanę ogrodową oraz wyspę, widokówka, Kolekcja Śląsko-Łużycka, sygn. Yb 2286a
Widok z lotu ptaka od strony północnej, fotografia z około 1927 roku, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 765
Widok od strony pergoli w kierunku na restaurację i Pawilon Czterech Kopuł, fotografia autorstwa Heinricha Klettego z około 1935 roku, Oddział Zbiorów Graficznych, sygn. 2656

Widok z lotu ptaka od strony południowej, fotografia z 1942 roku, Oddział Zbiorów Graficznych

7.5. Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung e.V. (IRS) w Erkner

Max Berg, współpraca Richard Konwiarz, projekt Hali Stulecia, wariant drugi, przekrój, 21 lutego 1910 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, współpraca Richard Konwiarz, projekt Hali Stulecia, wariant drugi, przekrój i rzut, 23 lutego 1910 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt Hali Stulecia, rysunek perspektywiczny, 28 lutego 1910 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt Hali Stulecia, elewacja od strony wejścia głównego, listopad 1910 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg – projekt Hali Stulecia, przekrój, grudzień 1910, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg – projekt Hali Stulecia, widok od frontu, ok. 1910/1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt Hali Stulecia, rysunek perspektywiczny, luty-marzec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt Hali Stulecia, rzut z naniesionymi zmianami wejścia głównego oraz szkic perspektywiczny, lipiec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg współpraca Richard Konwiarz, projekt Hali Stulecia, elewacja z naniesionymi zmianami wejścia głównego, lipiec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt wnętrza Hali Stulecia, lipiec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt wnętrza Hali Stulecia, lipiec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg wsp. Richard Konwiarz, projekt Hali Stulecia, przekrój, lipiec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt Hali Stulecia, widok na elewację od strony bocznego wejścia, lipiec 1911, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt Hali Stulecia, rzut i przekrój, 1911 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hans Leistikow, (Hans Hall), Hala Stulecia, barwna pocztówka, 1912, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, początki betonowania i zakładania szalunków pod żebra kopuły, fotografia ok. wiosna – lipiec 1912, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, wnętrze, w trakcie budowy, fotografia z końca 1912 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg współpraca Albert Kempter, projekt krematorium, przekrój, październik 1912, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg współpraca Albert Kempter, projekt krematorium, rzut parteru, październik 1912, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, w stanie surowym, fotografia z przełomu 1912/1913, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, pawilon wystawy historycznej oraz pawilon dla Künstlerbundu Schlesien, w trakcie budowy, fotografia z początku 1913, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Widownia podczas spektaklu w Hali Stulecia w 1913 r., fotografia, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga

Scena końcowa Festspiel in deutschen Reimen Gerharta Hauptmanna, Niemcy-Atena piewcą pokoju, połączenie się widzów z aktorami, fotografia z 1913 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, wnętrze, w trakcie budowy, fotografia, wiosna 1913 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Uroczystość Otwarcia Wystawy Stulecia w hali 20 maja 1913 r., fotografia, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Wystawa Stulecia, przed wejściem do hali, fotografia z 1913 roku, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, wnętrze, fotografia z 1913 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt wnętrza restauracji, 1919 – 1920, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Hala Stulecia, wnętrze, żebra kopuły i latarnia, fotografia z ok. 1920 r, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, plan sytuacyjny, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, plan sytuacyjny, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, widok, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, przekrój, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, rzut parteru, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, rzut piętra emporowego, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, rzut parteru, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, przekroje, elewacje, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt rozbudowy Terenów Wystawowych we Wrocławiu, projekt hali wystawowej, elewacja od ulicy Grüneiche, 1922, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg projekt nowej Hali Targów (Messehalle), plan sytuacyjny, 1924, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), rzut, wersja druga, 1924, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), widok, 1924, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), gipsowy model, 1924, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), gipsowy model, 1924, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, projekt nowej Hali Targów (Messehalle), gipsowy model, 1924, zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga
Max Berg, nowa Hala Targów (Messehalle) i dziedziniec (Messehof), fotografia z ok. 1925 r., zbiory naukowe, częściowa spuścizna Maksa Berga

7.6. Deutsches Museum w Monachium, Archiv, Nachlass Max Berg

Maks Berg, Gründe und Sinn der Errichtung der Jahrhunderthalle in Breslau, manuskrypt, 16 s., b. d., sygn. NL 050/165.
Maks Berg, Gedanken über Künstlerischen Ausbau der Jahrhunderthalle, maszynopis, b.d. sygn. NL 050/050.
List Maksa Berga do nadburmistrza Paula Mattinga z 26 września 1913 roku oraz Maksa Berga do nadburmistrza Paula Mattinga z 7 września 1913 roku, sygn. NL 050/165.
Model Hali Stulecia, fotografia, 1911, sygn. NL 050/233 – 259.
Rysunek ze szkicownika, projektu dekoracji we wnętrzu Hali Stulecia, 1911 – 1912, sygn. NL 050/230.
Maks Berg, opis Hali Stulecia, manuskrypt z kolorowanym rysunkiem wnętrza oraz rzutem, sygn. NL050/169.
Dwie pocztówki – Hala Stulecia akwarela zewnętrznej bryły, aut. Hans Hal (Leistikow), 1912, sygn. NL 050/167.
Hala Stulecia w trakcie budowy, fotografia, 1912, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia w trakcie budowy, fotografia, 1912, sygn. NL 050/234,4.
Hala Stulecia w trakcie budowy, fotografia, 1912, sygn. NL 050/005.
Hala Stulecia w trakcie budowy, wnętrze, fotografia, 1912, sygn. NL 050/234,5.
Hala Stulecia w trakcie, trwania Wystawy Stulecia, widok od strony wejścia głównego fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, zewnętrze, od strony wejścia głównego, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, zewnętrze, od strony wejścia głównego, fotografia, 1913, sygn. NL 050/238,5.
Hala Stulecia, zewnętrze, od strony pergoli, fotografia, 1913, sygn. NL 050/238,7.
Hala Stulecia, zewnętrze, wejście główne, fotografia, 1913, sygn. NL 050/236.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, fotografia, 1913, sygn. NL 050/241,11.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, panorama fotografia, 1913, sygn. NL 050/240,6.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, panorama fotografia, 1913, sygn. NL 050/241,9.
Hala Stulecia, wnętrze, podpory balkonów fotografia, 1913, sygn. NL 050/241,3.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, fotografia, 1913, sygn. NL 050/241,14.
Hala Stulecia, wnętrze, obejście – kuluary, fotografia, 1913, sygn. NL 050/241,2.
Hala Stulecia, wnętrze, żebra kopuły, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, wnętrze, żebra kopuły, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia, wnętrze, przestrzeń kopułowa, fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia i pawilon Wystawy Historycznej., fotografia, 1913, sygn. NL 050/233 – 259.
Alfred Vocke, rzeźba na frontonie wejścia głównego Hali Stulecia, fotografia, 1913, sygn. NL 050/238,4.
Szkice węglem Hali Stulecia, aut. Erich Mendelsohn (?), 1913, b. sygn. NL 050/106.
Hala Stulecia, wnętrze, widok na emporę organową (wschodnią), 1918, sygn. NL 050/240,5.
Tereny Wystawowe z lotu ptaka, fotografia, 1919, sygn. NL 050/238,33.
Maks Berg, Artykuł Gerhart Hauptmanns Festspiel ein Weg zum Volksschauspiel, ok. 1922, NL 050/017.
Korespondencja między Maksem Bergiem a Gerhartem Hauptmanem, sygn.. NL 050/199.
Hala Stulecia, wnętrze, widok na emporę organową (wschodnią), przygotowanie sceny do przedstawienia, fotografia, ok. 1922, sygn. NL 050/233 – 259.
4 Projekty Hansa Leistikowa do przedstawień Gerharta Hauptmana w Hali Stulecia, 1922, fotografie, sygn. NL 050/245.
Fotografie Messehoff i Messehalle, 1924 – 1925, w trakcie budowy, wnętrze, zewnętrze, sygn.. NL 050/233 – 259.
Tereny Wystawowe z lotu ptaka, fotografie, 1924, sygn. NL 050/233 – 259.
Dwie fotografie wejścia głównego (Messehoff) na Tereny Wystawowe, 1925, sygn. NL 050/237.
Trzy pocztówki – „WUWA" Breslau Werkbund Ausstellung und Werkraum, 1929, sygn. NL 050/167.

Hala Stulecia od strony południowej, fotografia, lata dwudzieste, sygn. NL 050/233 – 259.
Hala Stulecia wejście główne, fotografia, lata dwudzieste, sygn. NL 050/233 – 259.
Studium proporcji, rysunek, aut. Maks Berg, 1930 ok., sygn. NL 050/106.
Maks Berg, Proportionen und künstlerisches Schaffen, traktat o proporcji w architekturze, maszynopis, 1930 ok. sygn. NL 050/106.
List Maksa Berga do Friedricha Sesselberga z 18 lutego 1941 roku, sygn. NL 050/214.

7.7. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg

[odnotowano jedynie fotografie wykonane przed 1945, pominięto reprodukcje ilustracji]
Hala Stulecia. Widok od zachodu. Fot. 1913. Sygn. 1 158 579, mi09352g14.
Hala Stulecia. Widok od zachodu, południowego-zachodu. Fot. 1913. Sygn. Fm 94853.
Hala Stulecia. Widok od zachodu, wystawa stulecia. Fot. 1913. Sygn 1 135 377, mi04364f14.
Hala Stulecia. Widok od zachodu. Fot. po 1925. Sygn. Fm 821804.
Hala Stulecia. Widok od północnego-zachodu z tarasu belwederu. Fot. przed 1926. Sygn. 1 194 244, mi09352g03.
Hala Stulecia i budynki towarzyszące, fotografia lotnicza. Fot. po 1925 a przed 1927. Sygn. Fm 1157929.
Hala Stulecia. Widok od zachodu. Fot. Trinks, ok 1930. Sygn FD 160 276, mi09352g13.
Hala Stulecia. Widok od zachodu sprzed kolumnady wejścia głównego. Fot. 1930. Sygn. 205 885, mi00326c08.
Hala Stulecia. Widok od zachodu sprzed kolumnady wejścia głównego. Fot. Möbius 1938. Sygn. FD M 4 042, mi09352g12.
Hala Stulecia. Widok od północy z kolumnady pergoli. Fot. 1930. Sygn. 205 886, mi00326c10.
Hala Stulecia. Widok od północy z kolumnady pergoli. Fot. Möbius 1938. Sygn. FD 58 161.
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec, fontanna z postacią Ateny. Fot. 1913. Sygn. 343 674 mi04365a11.
Pawilon czterech kopuł. Dziedzniec. Fot. 1913. Sygn. FD 103 191, mi09353a01.
Pergola i staw. Widok od południa w kierunku północnym. Fot. 1913. Sygn. Fm 94851.
Pergola. Widok wnętrza kolumnady z oryginalnym, betonowym belkowaniem. Fot. 1913. Sygn. Fm 94852.
Pergola. Widok ramienia zachodniego. Fot. 1913. Sygn. Fmz 25104.

7.8. Herder-Institut für historische Ostmitteleuropaforschung

[odnotowano jedynie fotografie i karty pocztowe powstałe przed 1945]
Tereny Wystawowe. Zdjęcia lotnicze z lat 1919-1929.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1919. Nr. 78. Hansa-Luftbild 59875.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1924. Alte Nr. 49. Hansa-Luftbild 59874.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1924.09.07. AKI 446. Hansa-Luftbild 60021.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1924.09.07. AKI 447. Hansa-Luftbild 60022.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1924.09.07. AKI 448. Hansa-Luftbild 60023.

Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 740. Hansa-Luftbild 60069.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 743. Hansa-Luftbild 60072.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 748. Hansa-Luftbild 60073.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 750. Hansa-Luftbild 60074.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 781. Hansa-Luftbild 60075.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 782. Hansa-Luftbild 60076.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 783. Hansa-Luftbild 60077.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 785. Hansa-Luftbild 60079.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 1514. Hansa-Luftbild 59880.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 1515. Hansa-Luftbild 59881.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 1846. Hansa-Luftbild 59882.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 1847. Hansa-Luftbild 59883.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 1995. Hansa-Luftbild 59884.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925. AKI 1996. Hansa-Luftbild 59885.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 737. Hansa-Luftbild 60066.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 738. Hansa-Luftbild 60067.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 739. Hansa-Luftbild 60068.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 741. Hansa-Luftbild 60070.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.02.26. AKI 742. Hansa-Luftbild 60071.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1925.05.15. AKI 1408. Hansa-Luftbild 60101.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1927. AKI 4158. Hansa-Luftbild 60080.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1927. AKI 4159. Hansa-Luftbild 60081.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1927. AKI 4161. Hansa-Luftbild 60083.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1927. AKI 4162. Hansa-Luftbild 60084.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1928.09. AKI 6418. Hansa-Luftbild 59886.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1928.09. AKI 6419. Hansa-Luftbild 59887.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1931.05.31 (Stahlhelmtag). AKI 10172. Hansa-Luftbild 59876.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1931.05.31. AKI 10173. Hansa-Luftbild 59877.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1931.05.31. AKI 10174. Hansa-Luftbild 59878.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1932.08.13. AKI 11102. Hansa-Luftbild 59888.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1932.08.13. AKI 11103. Hansa-Luftbild 59889.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1933.10.08. AKI 11328. Hansa-Luftbild 59890.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1933.10.08. AKI 11328 [sic]. Hansa-Luftbild 61669.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.04.09. Nr. 11401. Hansa-Luftbild 59891.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.09.09. Nr. 11402. Hansa-Luftbild 59892.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.09.15. Nr. 11418. Hansa-Luftbild 60085.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.09.15. Nr. 11419. Hansa-Luftbild 60086.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.09.15. Nr. 11420. Hansa-Luftbild 60087.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.09.15. Nr. 11421. Hansa-Luftbild 60088.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1934.09.15. Nr. 11422. Hansa-Luftbild 60089.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze 1935.05.06. AKI 11205. Hansa-Luftbild 60348.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze przed 1920. Karta pocztowa. Ortsansicht Scheitnig mit Jahrhunderhalle. Breslau. Panorama v. Scheitnig m. Jahrhunderthalle u. Oderpartie / Original-Fliegeraufnahme No. 1. Hettwer 258286.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze przed 1920. Karta pocztowa. Postkarte 105942.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze przed 1929. Brodt 130117.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze [1929] Postkarte 105934.
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze [1929] Goettinger-Bildwerk 176124. [Muzeum Narodowe we Wrocławiu sygn. P W/235, poz. 558]
Tereny Wystawowe. Zdjęcie lotnicze [1929] Postkarte 176118. [Muzeum Narodowe we Wrocławiu sygn. P W/236, poz. 559]

Hala Stulecia
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek. Karta pocztowa. 1913. Goettinger-Bildwerk 176126.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek kolorowany. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 106231.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek kolorowany. Karta pocztowa. 1913. Postkarte. Goettinger-Bildwerk 190708.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek kolorowany. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 106235.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek kolorowany. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 176121.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 106234. Dublet: 176121.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek kolorowany. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 106228.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek kolorowany. Karta pocztowa. 1913. Goettinger-Bildwerk 190707. Dublet 106228.
Hala Stulecia, widok od zachodu, rysunek. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 176128.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk wielobarwny. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 190709.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. 1913. Postkarte. Goettinger-Bildwerk 146716.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. 1913. Hettwer 258288.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. 1913. Goettinger-Bildwerk 176122.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. 1913. Goettinger-Bildwerk 176131.
Hala Stulecia, widok od zachodu, wejście główne, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. 1913. Postkarte 176116.
Hala Stulecia, widok od zachodu, na pierwszym planie fragment kas wejścia głównego, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. 1913. Hettwer 258285.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. Po 1920. Goettinger-Bildwerk 176127.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. Po 1920. Postkarte 105939.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia, druk jednobarwny. Karta pocztowa. Po 1935. Goettinger-Bildwerk 176129.
Hala Stulecia i kolumnada wejścia głównego. Fotografia, karta pocztowa. Po 1925. Postkarte 105941.
Hala Stulecia i kolumnada wejścia głównego. Fotografia, karta pocztowa. Po 1925. Goettinger-Bildwerk 176148.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia P. Poklekowski, 1926. BAG_0354.
Hala Stulecia, widok od zachodu, fotografia Staatliche Bildstelle Berlin. Przed 1933. NBA 129848.
Hala Stulecia, wnętrze, fotografia Staatliche Bildstelle Berlin. Przed 1933. NBA 56633.
Hala Stulecia, wnętrze, fragment żeber kopuły, fotografia Staatliche Bildstelle Berlin. Przed 1933. Nr. 882. NBA 241223.
Hala Stulecia, widok od zachodu,fotografia, karta pocztowa. Po 1938. Goettinger-Bildwerk 176130.
Hala Stulecia, widok od zachodu,druk opracowany na podstawie fotografii 176130, karta pocztowa. Po 1938. Goettinger-Bildwerk 190706.
Hala Stulecia i kolumnada wejścia głównego, fotografia. Po 1925. NBA 241218.
Kolumnada wejścia głównego od wschodu z dachu Hali Stulecia, po prawej pawilon czterech kopuł, fotografia. Fot. 1934. NBA 120306.
Kolumnada wejścia głównego, w tle Hala Stulecia, widok od zachodu. Fotografia Staatliche Bildstelle Berlin. Po 1925. NBA 87395.
Kolumnada wejścia głównego, widok od zachodu. Fotografia Staatliche Bildstelle Berlin. 1936. Alte Nr. 10928. NBA 241222.
Kolumnada wejścia głównego, w tle Messehof, widok od północnego-zachodu. Fotografia Staatliche Bildstelle

Berlin. 1936. Alte Nr. 10928 [sic!]. NBA 115247.
Kolumnada wejścia głównego, widok od zachodu, fotografia, karta pocztowa, po 1925. Postkarte 105936.
Kolumnada wejścia głównego, widok od zachodu, fotografia, karta pocztowa, po 1925. Goettinger-Bildwerk 176147.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa, Pawilon Czterech Kopuł, pergola I staw, widok od północy. Fotografia, karta pocztowa, po 1913. Goettinger-Bildwerk 176125.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia kolorowana, karta pocztowa, po 1920. Postkarte. 176119.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia, karta pocztowa, po 1926. Postkarte 69576.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. 1913. Postkarte 106230.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia , karta pocztowa. 1913. Goettinger-Bildwerk 176134.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia , karta pocztowa. Po 1920. Goettinger-Bildwerk 176132.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. 1913. Hettwer 258278.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia , karta pocztowa. Po 1913. Goettinger-Bildwerk 176146.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia kolorowana (wariant 176146), karta pocztowa. 1913. Postkarte 106229.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia kolorowana (wariant 176146), karta pocztowa. 1913. Postkarte 176114. Dublet: 176114.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1926. Goettinger-Bildwerk 176138.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Po 1913. Postkarte 105940.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Ok. 1930. Postkarte 190710.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Ok. 1930. Goettinger-Bildwerk 176141.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1929. Goettinger-Bildwerk 176151.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1929. Goettinger-Bildwerk 176133. Dublet: 176151.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1926. Goettinger-Bildwerk 176123.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1926. NBA 241217.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Po 1926. Goettinger-Bildwerk 176145.
Hala Stulecia, Restauracja Tarasowa i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Po 1926. Goettinger-Bildwerk 176136.
Pergola, widok na Halę Stulecia. Rysunek wielobarwny, karta pocztowa. Przed 1926. 105938.
Pergola. Fotografia, karta pocztowa. 1913. Goettinger-Bildwerk 176253.
Pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1929. Goettinger-Bildwerk 176150.
Pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1929. Postkarte 105935.
Pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1929. Postkarte 176139.
Pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1929. Postkarte 106233.
Pergola. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. Przed 1929. Goettinger-Bildwerk 176137.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. 1913. Hettwer 258284.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. 1913. Postkarte 176112.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. Przed 1917. Postkarte 176113.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. 1913. Hettwer 258279.

Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1924. Goettinger-Bildwerk 176144.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia, karat pocztowa przed 1943. Goettinger-Bildwerk 176140.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia, karta pocztowa. 1913. Postkarte 176117.
Hala Stulecia i Pawilon Czterech Kopuł. Fotografia, karta pocztowa. 1913. Postkarte 176120.
Hala Stulecia i Pawilon Czterech Kopuł. Fotografia kolorowana, karta pocztowa. 1913. Hettwer 258282.
Hala Stulecia i pergola. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1938. Postkarte 105937.
Tereny Wystawowe i Park Szczytnicki. Fotografie. Pocztówka czteropolowa. Przed 1938. Goettinger-Bildwerk 176252.
Pawilon Czterech Kopuł, dziedziniec wewnętrzny. Fotografia, Staatliche Bildstelle (?). 1937. NBA 241224.
Hala Wystawowa, wnętrze. Fotografia. Po 1925. NBA 87394.

Kościół w Parku Szczytnickim
Stary i nowy kościół w Kędzierzynie. Fotografie, pocztówka dwupolowa. Po 1913. Postkarte 108408.
Rzut kościoła w Parku Szczytnickim. Karton, tusz, Skala 1:100, 1934.02, A. Zinkler, NBA 244667.
Kościół w Parku Szczytnickim, widok od zachodu. Fotografia. Przed 1934. NBA 129388.
Kościół w Parku Szczytnickim, widok od wschodu. Fotografia. Przed 1934. NBA 240599.
Kościół w Parku Szczytnickim, widok od południowego-zachodu. Fotografia. 1934. NBA 240601.
Kościół w Parku Szczytnickim, widok od południa. Fotografia. 1934. NBA 85187.
Kościół w Parku Szczytnickim, widok od zachodu. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1945. Postkarte 106372.
Kościół w Parku Szczytnickim, widok od wschodu. Fotografia, karta pocztowa. Przed 1945. Postkarte 87240.
Tereny Wystawowe. Wystawa Ogrodnicza. Ogród projektu Paula Hatta. 1913. Fotoggrafia, druk. Alte Nr. 5931. NBA 241220.
Tereny Wystawowe. Wystawa Ogrodnicza. Ogród projektu Paula Hatta. 1913. Fotoggrafia, druk. NBA 241221.
Ogród skalny na Wystawie Werkbundu WUWA (15.6.-15.9.1929), fotografia, karta pocztowa. Goettinger-Bildwerk 176149.

7.9. Technische Universität Berlin Architekturmuseum

Pawilon czterech kopuł – pawilon wystawy historyczno-artystycznej
Rysunki projektowe
Pawilon czterech kopuł. Przekrój podłużny przez skrzydło południowe. Schnitt A-B. 1913, Hans Poelzig. Ozalid i ołówek, 40,0x97,09 cm. TU Berlin sygn. 2687.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój podłużny przez skrzydło boczne. Schnitt C-D. 1913, Hans Poelzig. Ozalid i ołówek, 37,0x71,0 cm. TU Berlin sygn. 2688.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój podłużny przez skrzydło północne. Schnitt E-F. 1913, Hans Poelzig. Ozalid i ołówek, 41,0x70,0 cm. TU Berlin sygn. 2689.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój poprzeczny przez skrzydło północne. Schnitt G-H. 1913, Hans Poelzig. Ozalid i ołówek, 40,0x61,5 cm. TU Berlin sygn. 2690.
Pawilon czterech kopuł. Przekrój poprzeczny przez skrzydło południowe. Schnitt J-K. 1913, Hans Poelzig. Ozalid i ołówek, 48,0x61,0 cm. TU Berlin sygn. 2691.
Pawilon czterech kopuł. Widok perspektywiczny. Karton, tusz, 21x68 cm. TU Berlin sygn. 2692.
Fotografie
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-zachodu w trakcie budowy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. 2693.
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-wschodu po zakończeniu budowy. Fotografia 1913. TU Berlin

sygn. F 1520.
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-wschodu po zakończeniu budowy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1521. [drugi egz. sygn. F 1520]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południa. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1522.
Pawilon czterech kopuł. Widok od południa, część środkowa. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1523.
Pawilon czterech kopuł. Widok od południa, część środkowa. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1524. [drugi egz. sygn. F 1523]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południa, część środkowa. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1525. [trzeci egz. sygn. F 1523]
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1526.
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1527.
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1528. [drugi egz. sygn. F 1527]
Pawilon czterech kopuł. Widok od północnego-wschodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1529.
Pawilon czterech kopuł. Widok od północy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1530.
Pawilon czterech kopuł. Widok od północy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1531. [drugi egz. sygn. F 1530]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-wschodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1532.
Pawilon czterech kopuł. Widok od zachodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1533.
Pawilon czterech kopuł. Widok od zachodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1534. [drugi egz. sygn. F 1533]
Pawilon czterech kopuł. Widok od zachodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1535. [trzeci egz. sygn. F 1533]
Pawilon czterech kopuł. Widok od zachodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1535. [czwarty egz. sygn. F 1533]
Pawilon czterech kopuł. Widok od północnego-wschodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1537.
Pawilon czterech kopuł. Widok od północnego-wschodu. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1538. [drugi egz. sygn. F 1537]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-wschodu, kopuła wejścia głownego. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1539.
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny, widok w kierunku północnym. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1540.
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny, widok w kierunku północnym. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1541. [drugi egz. sygn. F 1540]
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny, widok w kierunku północnym. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1542. [trzeci egz. sygn. F 1540]
Pawilon czterech kopuł. Dziedziniec wewnętrzny, widok w kierunku północnym. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1543. [czwarty egz. sygn. F 1540]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południa, kolumnada wejścia głównego w trakcie budowy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1544.
Pawilon czterech kopuł. Widok od północnego-zachodu, wejście do Sali ogrodowej w trakcie budowy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1545.
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-zachodu, kopuła wejścia głównego. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 15456.
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-zachodu, kopuła wejścia głównego. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 15457. [drugi egz. sygn. F 1556]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-zachodu, kopuła wejścia głównego. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 15458. [trzeci egz. sygn. F 1556]
Pawilon czterech kopuł. Widok od południowego-zachodu, kopuła wejścia głównego, w trakcie budowy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 15459.
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze Sali miasta Wrocław. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1556.
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze Sali miasta Wrocław. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1557.
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze Sali miasta Wrocław. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1558. [drugi egz. sygn. F 1557]
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze Sali miasta Wrocław. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1559. [trzeci egz. sygn. F 1557]
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze Sali z pomnikiem poległych i tablicami poległych, skrzydło wschodnie. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1560.
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze Sali z pomnikiem poległych i tablicami poległych, skrzydło wschodnie. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1561.
Pawilon czterech kopuł. Wnętrze pomieszczenia wystawy. Fotografia 1913. TU Berlin sygn. F 1562.

Pergola i staw
Pergola. Widok od północny na ramię zachodnie. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 1550.
Pergola. Widok od północny na ramię zachodnie. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 1551. [drugi egzemplarz sygn. 1550]
Pergola. Widok od północny na ramię zachodnie. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 1552. [trzeci egzemplarz sygn. 1550]
Pergola. Widok od północny na ramię zachodnie. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 1552. [czwarty egzemplarz sygn. 1550]
Pergola. Widok od północny na ramię zachodnie. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 1552. [piąty egzemplarz sygn. 1550]
Pergola. Widok od północy na ramię wschodnie. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 1555.

Budynek wystawy ogrodniczej i restauracja Rheingold
Widok restauracji winiarni Rheingold od północnego-zachodu. 1913. Fot. 1913. TU Berlin sygn. 3313

Południowa część terenów wystawowych
Koncepcja lokalizacji na południowych terenach wystawowych budynku dużej i małej hali wystawową. *Lageplan.* Po 1913?, Hans Poelzig. Ozalid, 38x40 cm. TU Berlin sygn. 2684.
Projekt duże i małej hali wystawowej. *Erdgeschoss.* Rzut i przekrój. Na przekroju oznaczona możliwość budowy we wnętrzu toru wyścigów kolarskich. Skala 1:500. Po 1913?, Hans Poelzig. Ozalid, 41,5x43,5 cm. TU Berlin sygn. 2685.
Projekt duże i małej hali wystawowej. *Galeriengeschoss.* Rzut. Skala 1:500. Po 1913?, Hans Poelzig. Ozalid, 40,0x31,0 cm. TU Berlin sygn. 2686.

Powiększenie ogrodu zoologicznego
Projekt powiększenia ogrodu zoologicznego o południową część terenów wystawowych. *Erweiterung des Zoologischen Gartens von Breslau. Lageplan, Berlin im März 1929.* Skala 1:500. 1929.03, Hans Poelzig. Ozalid, tusz, 114,0x159,0 cm. TU Berlin sygn. 4941.
Projekt powiększenia ogrodu zoologicznego o południową część terenów wystawowych. *Erweiterung des Zoologischen Gartens von Breslau. Lageplan, Berlin im März 1929.* Skala 1:500. 1929.03, Hans Poelzig. Ozalid, 114,0x158,0 cm. TU Berlin sygn. 4942.

7.10. Deutsche Fotothek in Sächsische Landesbibliothek Staats– und Universitätsbibliothek Dresden

Hala Stulecia. Uroczystość zatknięcia wiechy. Fotografia 1912. Sygn. SLUB Dresden 254315.

Tereny Wystawowe. Fotografia lotnicza. 1925. Sygn. SLUB Dresden 4085652.
Hala Stulecia, widok od zachodu. Fotografia po 1925. Sygn. SLUB Dresden 160276.
Hala Stulecia, wnętrze. Fotografia Walter Möbius. Przed 1938. Sygn. SLUB 58162.
Hala Stulecia, wnętrze. Fotografia Walter Möbius. Przed 1938. Sygn. SLUB 58163.
Hala Stulecia, wnętrze. Fotografia Walter Möbius. Przed 1938. Sygn. SLUB 4636.
Hala Stulecia, wnętrze. Fotografia Walter Möbius. Przed 1938. Sygn. SLUB 4637.
Hala Stulecia i Restauracja Tarasowa. Fotografia Walter Möbius. Przed 1937. Sygn. SLUB Dresden 58161.
Hala Stulecia i kolumnada wejścia głównego. Fotografia Walter Möbius. Przed 1937. Sygn. SLUB Dresden 4042.
Pawilon Czterech Kopuł. Dziedziniec. Fotografia 1913. Sygn. SLUB Dresden 103191.

7.11. Archiwum Wrocławskiego Przedsiębiorstwa Hala Ludowa Sp. z o.o. i Miejskiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu

Studia historyczne
Bińkowska I., Grajewski G., Ilkosz J., *Studium historyczno-urbanistyczne Parku Szczytnickiego i Terenów Wystawowych we Wrocławiu*, mps Wrocław 1995.

Dokumentacja projektowa prac prowadzonych po 1945
Projekt techniczny przebudowy pomieszczeń biurowych – część budowlana. Spółdzielnia Pracy Inżynieryjno Projektowa. Wrocław 1960.
Projekt techniczno-roboczy instalacji c.o. w Hali Ludowej. Energoprojekt. Warszawa 1964.
Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1967.
Inwentaryzacja instalacji wodno-kanalizacyjnej, gazowej, przeciwpożarowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1967.
Projekt techniczny instalacji wodno-kanalizacyjnej, przeciwpożarowej w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1968.
Dane wyjściowe do projektu adaptacji Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1968.
Projekt koncepcyjny – szkicowy Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1968.
Projekt scenariusza wraz z szkicami funkcjonalnymi Hali Ludowej – 25 lecie Ziem Odzyskanych. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1969.
Projekt podstawowy arch., konstr., instalacja wod-kan. Tymczasowe zagospodarowanie Hali Ludowej do obchodu 25-lecia Ziem Odzyskanych. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1969.
Projekt techniczno-roboczy – trybuna składana – architektura. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1969.
Projekt techniczno-roboczy – trybuna składana – konstrukcja. Miejskie Biu ro Projektów. Wrocław 1969.
Projekt techniczno-roboczy – trybuna składana – montaż. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1969.
Projekt techniczno-roboczy – trybuna składana – architektura – kombinatoryka. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1969.
Projekt techniczny (zamienny) instalacji elektrycznej Hali Ludowej na 25-lecie Ziem Odzyskanych. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1970.
Projekt techniczno-roboczy instalacji telefonicznej Hali Ludowej. Biuro Studiów i Projektów Łączności Oddział Wrocław 1970.
Projekt techniczno-roboczy instalacji elektrycznej – zasilanie urządzeń radio-telewizyjnych. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1970.
Projekt techniczny-uzupełnienie istniejącej instalacji elektrycznej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1970.

Projekt techniczno-roboczy – instalacja telefoniczna Hali Ludowej. Biuro Studiów i Projektów Łączności. Wrocław 1970.
Dokumentacja techniczno dotycząca technologii obiektu Hali Ludowej – elektroakustyka i telewizja. Biuro Studiów i Projektów Radia i Telewizji. Warszawa. 1970-1971.
Projekt wstępny – akustyka wnętrz i ochrona przeciwdźwiękowa – część II. Biuro Studiów i Projektów Radia i Telewizji. Warszawa. 1971.
Projekt kolorystyki okien w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1972.
Projekt kompozycji świetlnej – branża plastyczna. Pracownie Sztuk Plastycznych. Wrocław 1972.
Projekt techniczno-roboczy reklamy neonowej „Hala Ludowa" – branża konstrukcyjna. Przedsiębiorstwo Remontowo– Montażowe Handlu Wewnętrznego. Wrocław 1973.
Projekt techniczno – roboczy reklamy neonowej „Hala Ludowa" – branża elektryczna. Przedsiębiorstwo Remontowo– Montażowe Handlu Wewnętrznego. Wrocław 1973.
Projekt techniczny i inwentaryzacja świetlików w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1974.
Projekt techniczny świetlików nad kuluarami Hali Ludowej. Przedsiębiorstwo Remontowo-Montażowe Handlu Wewnętrznego. Wrocław 1974.
Projekt techniczno-konstrukcyjny remontu attyki w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1974.
Projekt koncepcyjny, techniczny i inwentaryzacja zasilania elektroenergetycznego i teletechnicznego Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1975.
Inwentaryzacja kanałów wetylacyjnych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1975.
Inwentaryzacja instalacji wodno-kanalizacyjnej, gazowej i przeciwpożarowej Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1975.
Inwentaryzacja attyk parteru Hali Ludowej. Zespół Usług Projektowych przy Wydziale Gospodarki Komunalno Przestrzennej i Ochrony Środowiska. Wrocław 1976.
Projekt techniczno-roboczy attyk parteru Hali Ludowej. Zespół Usług Projektowych przy Wydziale Gospodarki Komunalno Przestrzennej i Ochrony Środowiska. Wrocław 1973-1976.
Projekt formy i podkładów do produkcjj attyk Hali Ludowej. Zespół Usług Projektowych przy Wydziale Gospodarki Komunalno Przestrzennej i Ochrony Środowiska. Wrocław 1976.
Założenia techniczno-ekonomiczne – wytyczne realizacji inwestycji przebudowy Hali Ludowej. Część II. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1976.
Koncepcja boisk i urządzeń boiskowych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1978.
Projekt techniczny posadzki i boisk sportowych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1978.
Projekt techniczny i inwentaryzacja – linia kablowa w.n. 20 KV. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1978.
Plan odkrywek kanałów ciepłowniczych pierścieniowych nie przełazowych dla wykonania inwentaryzacji sieci instalacji c.o. w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1978.
Obliczenie strat ciepła wg programu „Miastoprojekt" w Hali Ludowej z inwentaryzacją budowlaną. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979-1983.
Projekt techniczny topografii boisk oraz rozmieszczenia elementów konstrukcji urządzeń w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej – bramka dla piłki ręcznej. Miastoprojekt. Wrocław 1979.
Projekt techniczny urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej – konstrukcja wózków do siatki wychwytującej piłki. Miastoprojekt. Wrocław 1979.
Inwentaryzacja konstrukcyjna (częściowa) Hali Ludowej. Zespół Usług Projektowych przy Wydziale Gospodarki Komunalno Przestrzennej i Ochrony Środowiska. Wrocław 1979.
Inwentaryzacja konstrukcyjna i budowlana (częściowa) Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979-1984.
Projekt techniczny jednostadiowy – tablicy świetlnej wyników sportowych dla Hali Ludowej. Tom 1. Elektroprojekt – Biuro Studiów i Projektów Przemysłowych Urządzeń Elektrycznych. Katowice 1979.
Projekt techniczny jednostadiowy – tablicy świetlnej wyników sportowych dla Hali Ludowej. Tom 2. Elektroprojekt – Biuro Studiów i Projektów Przemysłowych Urządzeń Elektrycznych. Katowice 1979.

Projekt nagłośnienia oraz informacji dla imprez sportowych Hali Ludowej – koncepcja. Biuro Studiów i Projektów Łączności. Wrocław 1979.
Projekt techniczny nagłośnienia Hali Ludowej. Biuro Studiów i Projektów Łączności. Wrocław 1979.
Projekt techniczny urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej – wyposażenie boiska do tenisa ziemnego. Miastoprojekt. Wrocław 197.9
Projekt techniczny – urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej – konstrukcja stojaka do kosza. Miastoprojekt. Wrocław 1979.
Projekt techniczny – urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej – wyposażenie boiska do piłki siatkowej. Miastoprojekt. Wrocław 1979.
Projekt techniczny urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej. Miastoprojekt. Wrocław 1979.
Koncepcja oświetlenia boisk sportowych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Koncepcja zamocowania lamp. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny oświetlenia boisk sportowych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny konstrukcji wsporczej lamp oświetleniowych. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny instalacji elektrycznej w centrali cieplnej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny jednostadiowy wentylacji pomieszczeń w Hali Ludowej – instalacja elektryczna siłowa oraz automatyka i sterowanie dla urządzeń wentylacji. Tom I. Prowent. Wrocław 1979.
Projekt techniczny jednostadiowy wentylacji pomieszczeń w Hali Ludowej – instalacja elektryczna siłowa oraz automatyka i sterowanie dla urządzeń wentylacji. Tom II. Prowent. Wrocław 1979.
Projekt techniczny instalacji sanitarnych w Hali Ludowej. Prowent. Wrocław 1979.
Projekt techniczny wymiany instalacji c.o., wentylacji mechanicznej Hali Ludowej i kosztorys wentylacji. Prowent. Wrocław 1979.
Projekt techniczny przyłącza cieplnego i centrali cieplnej w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny odwodnienia komory cieplnej w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny wymiany instalacji c.o., wentylacji mechanicznej – technologia maszynowni wentylacji w Hali Ludowej. Prowent. Wrocław 1979.
Projekt techniczny – architektura i konstrukcja – do centrali ogrzewczych, wentylacji, elektrycznych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny instalacji elektrycznej centrali cieplnej w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny linii kablowych niskiego napięcia do zasilania agregatów wentylacyjnych i centrali cieplnej w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Dokumentacja konstrukcyjna – rysunki warsztatowe wodnych nagrzewnic powietrza przeznaczonych dla instalacji ogrzewania i wentylacji sali widowiskowej w Hali Ludowej. Prowent. Wrocław 1979.
Rozpoznanie techniczne komory wentylacyjnej w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1979.
Projekt techniczny usytuowania i osadzenia kratek wentylacyjnych w podłodze widowni w Hali. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny – adaptacja pomieszczeń na cele sportowe – architektura i wnętrza. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny adaptacji pomieszczeń Hali Ludowej przeznaczonych na zaplecze sportu – technologia maszynowni wentylacji. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny adaptacji pomieszczeń na cele sportowe – instalacje wod-kan., c.w.u. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny adaptacji pomieszczeń na cele sportowe – centralne ogrzewanie. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny adaptacji pomieszczeń na cele sportowe – doprowadzenie ciepła do nagrzewnic wentylacyjnych. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny adaptacji pomieszczeń na cele sportowe – instalacje elektryczne. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczno-konstrukcyjny wielofunkcyjnej trybuny w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny zamocowania tablicy świetlnej wyników sportowych w Hali Ludowej – konstrukcja. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny konstrukcyjny zamienny elementów nośnych dla zamocowania tablicy świetlnej wyników sportowych w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Projekt techniczny urządzeń boiskowych dla Hali Ludowej – wyposażenie boiska do piłki siatkowej z siedziskiem dla sędziego. Miastoprojekt. Wrocław 1980.
Dokumentacja powykonawcza tablicy świetlnej w Hali Ludowej. Tom 1. Elektroprojekt – Biuro Studiów i Projektów Przemysłowych Urządzeń Elektrycznych. Katowice 1981.
Dokumentacja powykonawcza tablicy świetlnej w Hali Ludowej. Tom 2. Elektroprojekt – Biuro Studiów i Projektów Przemysłowych Urządzeń Elektrycznych. Katowice 1981.
Projekt techniczny fundamentu pod maszt oświetleniowy w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1982.
Projekt techniczny masztu oświetleniowego – część maszynowa i kosztorys. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1982.
Projekt techniczny instalacji elektrycznej – maszt reflektorowy na scenie Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1982.
Projekt techniczny adaptacji części kuluarów Hali Ludowej – instalacje wod-kan., c.w. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1983.
Projekt techniczny adaptacji części kuluarów Hali Ludowej – instalacje elektryczne. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1983.
Projekt techniczny centrali cieplnej i komory pomiarowej. Zespół Techniczno-Projektowy. Wrocław 1983.
Obliczenie strat ciepła w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1983.
Projekt techniczny zamienny przyłącza cieplnego w Hali Ludowej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1983.
Analiza kosztów stolarki okiennej. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1983.
Projekt techniczny kosztorys nakładczy do projektu instalacji wentylacyjnej w Hali Ludowej. Zespół Techniczno-Projektowy. Wrocław 1984.
Projekt techniczny instalacji c.o. wysokich parametrów w Hali Ludowej. Zespół Techniczno-Projektowy. Wrocław 1984.
Projekt techniczny instalacji c.o. niskich parametrów w Hali Ludowej. Zespół Techniczno-Projektowy. Wrocław 1984.
Projekt techniczny konstrukcji kanałów c.o. w Hali Ludowej oraz kosztorys i aneks do kosztorysu. Zespół Techniczno-Projektowy. Wrocław 1984.
Projekt techniczny przebudowy części kuluarów Hali Ludowej przeznaczonej na zaplecze imprez. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1984.
Inwentaryzacja budowlana – częściowa fragmentów Hali Ludowej. Zespół Techniczno Projektowy. Wrocław 1984.
Projekt techniczno-roboczy schodów stalowych na zasceniu. E. Malinowski. 1985.
Projekt techniczno-roboczy stropu WPS i schodów żelbetowych w pomieszczeniu zaplecza Hali Ludowej. Kazimierz Wiewiórko. [1985].
Sala recepcyjna z zapleczem gastronomicznym, projekt techniczny jednostadiowy, architektura i konstrukcja. SARP PUA. Wrocław 1985.
Modernizacja sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – projekt techniczny wewnętrznej instalacji elektrycznej. SARP PUA. Wrocław 1985.
Modernizacja sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – projekt techniczny – przedmiar robót i zestawienie materiałów – część elektryczna. SARP PUA. Wrocław 1985.
Projekt techniczny zaplecza gastronomicznego Hali Ludowej – technologia. SARP PUA. Wrocław 1985.
Projekt techniczny sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – instalacja c.o. wysokich parametrów dla zaplecza sali. SARP PUA. Wrocław 1985.

Projekt techniczny sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – instalacja przeciwpożarowa. SARP PUA. Wrocław 1985.
Projekt techniczny sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – instalacje wodno-kanalizacyjne zaplecza Sali. SARP PUA. Wrocław 1985.
Projekt techniczny zaplecza gastronomicznego sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – wentylacja mechaniczna. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny zaplecza gastronomicznego sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – instalacja elektryczna wewnętrzna. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – branża elektryczna – zasilanie i sterowanie wentylacji. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – branża elektryczna – zasilanie i sterowanie wentylacji – przedmiar robót. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny zaplecza gastronomicznego sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – instalacje elektryczne wewnętrzne – przedmiar robót. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny zaplecza gastronomicznego sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – instalacje elektryczne – zasilanie i sterowanie wentylacją. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny zaplecza gastronomicznego sali recepcyjnej (byłej kawiarni „Pod Iglicą") – przedmiar robót. SARP PUA. Wrocław 1986.
Sala recepcyjna (była kawiarnia „Pod Iglicą") z zapleczem gastronomicznym – przedmiar robót i zestawienie materiałów. SARP PUA. Wrocław 1986.
Sala recepcyjna i zaplecze gastronomiczne – PT instalacji ciepła techn. i automatyki +przedmiar robót + zestawienie materiałów. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny rozbudowy rozdzielnicy głównej nn – branża elektryczna SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny rozbudowy rozdzielnicy głównej nn – branża elektryczna – przedmiar robót i zestawienie materiałów. SARP PUA. Wrocław 1986.
Projekt techniczny jednostadiowy zasilania rozdzielni zaplecza gastronomicznego w Hali Ludowej. Pracownia Usług Projektowych SSP Robot. Wrocław 1986.
Założenia projektowe do budowy sieci telefonicznej w Hali Ludowej – część teletechniczna. Biuro Studiów i Projektów Łączności Teleprojekt. Wrocław 1986.
Projekt techniczny jednostadiowy instalacji elektrycznej i zasilania pól wystawowych na terenie Hali Ludowej i kosztorys. Elektroprojekt. Wrocław 1986.
Projekt techniczny ogrzewania powietrznego rotund w Hali Ludowej – przeprojektowanie. Prowent. Wrocław 1986.
Aneks do projektu technicznego jednostadiowego wentylacji mechanicznej Hali Ludowej. Prowent. Wrocław 1986.
Projekt koncepcyjny architektury i konstrukcji oraz orientacyjne zestawienie kosztów – Hala Ludowa – widowiskowo-sportowa. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1986.
Projekt techniczny jednostadiowy instalacji elektrycznych zasilania dźwigu towarowego w zapleczu gastronomicznym Hali Ludowej. Pracownia Projektowania Instalacji Elektrycznych. Wrocław 1987.
Projekt techniczny budowy sieci telefonicznej w Hali Ludowej – część technologiczna. Biuro Studiów i Projektów Łączności. Wrocław 1987.
Projekt techniczny jednostadiowy centrali telefonicznej – branża elektryczna – instalacje wewnętrzne. Pracownia Projektowania Instalacji Elektrycznych. Wrocław 1987.
Projekt zasilania pól wystawowych na terenie Hali. Elektroprojekt. Wrocław 1987.
Dokumentacja techniczno-ruchowa dla stacji transformatorowej zunifikowanej. Elektroprojekt. Katowice 1987.
Projekt techniczny układów automatyki wentylacji i ogrzewania powietrznego część elektryczna – układ regulacji energii cieplnej doprowadzonej do instalacji grzewczo-wentylacyjnej. Posteor. Wrocław 1987.
Projekt techniczny układów automatyki wentylacji i ogrzewania powietrznego część sanitarna – układ regulacji energii cieplnej doprowadzonej do instalacji grzewczo-wentylacyjnej. Posteor. Wrocław 1987.

Projekt techniczny instalacji elektrycznej oświetlenia bezpieczeństwa Hali Ludowej. Elektroprojekt. Wrocław 1988.
Projekt techniczny modernizacji bufetu gastronomicznego – rotunda Hali ludowej (technologia i instalacje wodno-kanalizacyjne). Student Service ZSP Studenckie Biuro Usług. Wrocław 1989.
System udźwiękowienia Hali Ludowej – założenia techniczno-ekonomiczne – branża elektroakustyczna. eRKom s.c. Wrocław 1994.

Dokumentacja projektowa remontu w 1996

Projekt modernizacji Hali Ludowej – koncepcja konkursowa. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1995.
Modernizacja Hali Ludowej – widownia. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1995.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom I. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom II. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom III – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom IV – część elektryczna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – aneks do projektu budowlanego. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Sprawozdanie z robót mikrofalowych oraz iniekcyjnego wzmacniania posadowienia fundamentów widowni i estrady w Hali Ludowej – dokumentacja powykonawcza. Przedsiębiorstwo Geoservice Sp. z o.o. Wrocław 1996.
Projekt techniczny adaptacji i modernizacji Baru Rozrywkowego w Hali Ludowej na Restaurację Rozrywkową o ograniczonej działalności gastronomicznej – technologia. Pracownia Usług Projektowych. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – wytyczne realizacji inwestycji (założenia realizacji). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom IVa – arena, podziemie, absyda estradowa, absyda wejścia głównego. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom IVb – balustrady, poręcze – absyda estradowa i główna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom IVc – balkony, winda osobowa i towarowa, podnośnik śrubowy, podesty z krat stalowych, kanały instalacyjne i studzienki, ekrany i pochłaniacze akustyczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom V – instalacje teletechniczne i sygnalizacja przeciwpożarowa. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom Vb/w – pokrycie i izolacja termiczna dachu kuluarów. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom Vc/w – konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIII b/w – kuluary – strefa wejścia głównego. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom VI – projekt systemów audiowizualnych dla Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski, ProAudio. Wrocław 1996.
Projekt przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Systemy prezentacji obrazów i konferencyjne – założenia do projektu elektrycznego i budowlanego. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski, Pro Audio. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIIa – kieszeń pod estradą, kanał instalacyjny, kanał rampy ekranu, płyta trybuny za estradą, fundamenty, schody. Autorska Pracownia Projektowa Leszek

Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIIb – absyda estradowa, żebra, ramy, ściany. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIIc/w – wnętrze dużej sali z zapleczem (absyda lewa – podziemie, kanał, kieszeń). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIId/w – wnętrze dużej sali z zapleczem (absyda wejścia głównego – trybuna od poziomu 0,00 do poziomu +5,94 m, kieszeń, kanał – strona prawa). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIIe/w – wnętrze dużej sali z zapleczem (absydy boczne – balkon lewy i prawy). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIIf/w – wnętrza dużej sali z zapleczem (absyda wejścia głównego – trybuna od poziomu +6,29 i wyżej kabiny, wentylatornie główne). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom VIIg/w – wnętrza dużej sali z zapleczem (posadzka areny i pozostałe posadzki żelbetowe poziom –1,20 i 0,00 m). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom Xa/w – wentylacja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – wentylacja restauracji – zmiany wentylacji kabin i zaplecza gastronomii II-go piętra. Tom X/NA. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XIa/w – projekt instalacji wodno-kanalizacyjnych. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XIa/w – projekt instalacji wodno-kanalizacyjnych – dokumentacja powykonawcza. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XI – elektroakustyka i TV użytkowa. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XII, cz. II – elektroakustyka. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. T XIII – część elektryczna – instalacje elektryczne dla potrzeb estrady – dokumentacja powykonawcza. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XIIIa – część elektryczna – instalacje elektryczne dla potrzeb estrady. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XIVa – część elektryczna – instalacje elektryczne wewnętrzne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XVa/w – część – instalacje teleelektryczne – dokumentacja powykonawcza. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy modernizacji Hali Ludowej – instalacje przeciwpożarowe. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XVIIb/w, a/w – TV użytkowa. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – zbiorcze zestawienie kosztów – poziom cen 1996/III. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – koszt niezbędnego wyposażenia Hali Ludowej na Kongres Eucharystyczny w 1997 roku. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej – kolorystyka. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1996.
Pomiary wentylatorów sali głównej Hali Ludowej – protokół nr 223/96. Bemax s.c. Zakład Pomiarów Wentylacji i Klimatyzacji. Wrocław 1996.
Opracowanie wytycznych automatyki sterowniczej wentylacji Hali Ludowej i pomieszczeń przyległych. Jerzy Hedeszyński. Wrocław 1996.

Dokumentacja projektowa prac w latach 1997-2007
Projekt modernizacji c.o. niskich parametrów w kuluarach Hali Ludowej – koncepcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy instalacji ogrzewania podłogowego areny dużej sali widowiskowej. Organika Propex Sp. z o.o. Wrocław 1997.
Projekt budowlany węzła cieplnego pośredniego dla układów grzewczych I i II ogrzewania podłogowego. Wielobranżowe Usługi Projektowe. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom IV d/w – projekt podestu zdejmowanego dla niepełnosprawnych w loży. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt budowlany przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej – projekt balustrady pochylni zewnętrznej dla niepełnosprawnych . Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt realizacji przebudowy wnętrza Hali Ludowej we Wrocławiu 1995-1997. Politechnika Wrocławska Wydział Architektury Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom V e/w – projekt renowacji istniejących schodów z obejścia wokół widowni dużej sali – wariant 2. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom Vf/w – projekt przebudowy toalet w kuluarach Hali Ludowej (poza strefą wejścia głównego). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom Vg/w – kuluary – sale kwadratowe i poligonalne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom Vh/w – projekt przebudowy kuluarów (posadzka, stolarka, ślusarka). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej. Tom Vi/w – projekt przebudowy gastronomii głównej Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt techniczny przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – instalacje wodno-kanalizacyjne – gastronomia. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt modernizacji instalacji wody użytkowej zimnej i ciepłej, wody przeciwpożarowej w kuluarach Hali Ludowej – koncepcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – projekt modernizacji restauracji – część elektryczna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – przedmiar robót –modernizacja restauracji – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997
Projekt techniczny powykonawczy – instalacja sygnalizacji pożaru. Ośrodek Techniki Jądrowej Polon. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej – dodatkowe zabezpieczenie przeciwpożarowe wentylatorni głównych – dokumentacja powykonawcza. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XVa/w – instalacje teleelektryczne, instalacje sygnalizacji pożaru – aneks. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji Hali Ludowej. Tom XIVa – oświetlenie przeszkodowe – aneks. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Adresowalny system sygnalizacji pożaru z centralką ORP 1000 model A 1201. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Orw-Els grupa Orwin. 1997.
Dokumentacja techniczno-ruchowa i karta gwarancyjna dotycząca systemu oddymiania i przewietrzania Hali Ludowej. Unima plus Sp z o.o. Luboń 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej – wjazd dla samochodów ciężarowych na

arenę wnętrza Hali Ludowej (aneks). Tom XIX/w – architektura i konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Projekt wykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza Hali Ludowej – centralne nagłośnienie wnętrza hali (żyrandol akustyczny). Tom XX a/w – architektura i konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Klimatyzacja kabiny akustyka i amplifikatorni – PB nr P-2/97 – dokumentacja powykonawcza. Przedsiębiorstwo Instalacji Klimatyzacyjnych i Ciepłowniczych. Wrocław 1997.
Dokumentacja techniczna układu automatycznej regulacji instalacji wentylacyjnej. Centrum Wentylacji i Klimatyzacji s.c. Wrocław 1997.
Pomiary i regulacja wentylacji mechanicznej Hali Ludowej oraz pomieszczeń przyległych. Westbud Sp. z o.o. Wrocław 1997.
Projekt budowlany dostosowania sali widowiskowej Hali Ludowej do widowiska bokserskiego –część architektoniczna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1998.
Projekt wykonawczy remontu pokrycia dachu sali widowiskowej Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1998.
Remont pokrycia dachu sali widowiskowej Hali Ludowej – przedmiar robót. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1998.
Remont pokrycia dachu sali widowiskowej Hali Ludowej – zestawienie kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1998.
Dokumentacja techniczna systemu telewizji przemysłowej w Hali Ludowej. Ascopol Sp. z o.o. Wrocław 1999.
Dodatkowe kratki ściekowe w umywalniach dla zawodników i artystów w absydzie estradowej Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1999.
Wykonanie przesłon roletowych w oknach – szkice powykonawcze – specjalność elektryczna. Przedsiębiorstwo Remontowo-Budowlane Polkom Sp. z o.o. Wrocław 1999.
Projekt budowlany zamienny widowni ruchomej sali widowiskowej Hali Ludowej (warianty sportowe i estradowe). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Projekt wykonawczy zamienny widowni ruchomej sali widowiskowej Hali Ludowej (warianty sportowe i estradowe). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Warunki przestrzenne i wymagania techniczne dla przetargu na wykonanie widowni ruchomej sali widowiskowej Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Projekt systemu numeracji miejsc. Tom XXI a/w. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Opis techniczny do projektu wykonawczego wentylacji i klimatyzacji sali konferencyjnej na 100 osób. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Przedmiar robót instalacji wentylacji z klimatyzacją sali konferencyjnej na 100 osób. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Przebudowa zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części kuluarów Hali Ludowej – przedmiar robót budowlanych. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Przebudowa zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części kuluarów Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacja wodno-kanalizacyjna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Przebudowa zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części kuluarów Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacja wentylacji mechanicznej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2000.
Projekt budowlano-wykonawczy modernizacji węzła cieplnego dla budynku usługowego, branża sanitarna – technologia. Przedsiębiorstwo Budowlano– Instalacyje Korstal s.c. Wrocław 2001.
Projekt budowlano-wykonawczy modernizacji węzła cieplnego dla budynku usługowego, branża elektryczna. Przedsiębiorstwo Budowlano-Instalacyje Korstal s.c. Wrocław 2001.
Projekt przebudowy wnętrza sali widowiskowej Hali Ludowej. Etap II – widownia ruchoma – dokumentacja powykonawcza. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2001.
Projekt budowlany powykonawczy konstrukcji wsporczych pod krzesła widowni w Hali Ludowej. Polska Technika Budowlana. Wrocław 2001.
Projekt przebudowy wnętrza sali widowiskowej Hali Ludowej – część konstrukcyjna projektu budowlanego powykonawczego. Polska Technika Budowlana. Wrocław 2001.
Ocena nośności konstrukcji wsporczych pod krzesła widowni. Polska Technika Budowlana. Wrocław 2001.
Projekt instalacji elektrycznych widowni ruchomej – składanej – segment A. El-Pro. Wrocław 2001.
Projekt powykonawczy przebudowy i modernizacji wnętrza sali widowiskowej Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2001.
Projekt zamienny do projektu wykonawczego przebudowy zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części kuluarów Hali Ludowej (pom. 39, 40, 47) w oparciu o tom V f/w, tom V b/w, tom Vh/w przebudowy Hali Ludowej – architektura – roboty remontowo-budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2001.
Aneks do projektu wykonawczego przebudowy zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części kuluarów Hali Ludowej – część elektryczna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2001.
Aneks do projektu wykonawczego przebudowy zespołu toalet męskich i damskich oraz umywalni przy garderobach w tylnej części kuluarów Hali Ludowej – przedmiar robót – roboty elektryczne – instalacja światła i siły. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2001.
Projekt wykonawczy przebudowy 4 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – architektura i konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa zespołu toalet w kuluarach Hali Ludowej – przedmiar robót – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy przebudowy 4 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa zespołu toalet w kuluarach Hali Ludowej – przedmiar robót – roboty sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa 4 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Remont toalet 3/20, 4/27, 8/63, 7/57 i wentylacja części kuluarów w Hali Ludowej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy przebudowy 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – architektura i konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt powykonawczy przebudowy 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – architektura i konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy przebudowy 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy przebudowy 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – specyfikacja techniczna – architektura i konstrukcja – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – specyfikacja techniczna – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – specyfikacja techniczna – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.

Projekt wykonawczy klimatyzacji sali owalnej nr 56 w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt powykonawczy klimatyzacji sali owalnej nr 56 w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Klimatyzacja sali owalnej nr 56 w Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej – Klimatyzacja i ogrzewanie sali owalnej nr 56 – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – roboty sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu sali owalnej nr 56 w Hali Ludowej – instalacja elektryczna i teleelektryczna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Modernizacja i remont sali owalnej nr 56 w Hali Ludowej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacja elektryczna i teleelektryczna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu części Hali Ludowej – wymiana drzwi zewnętrznych wejścia głównego, renowacja drzwi wewnętrznych strefy holu głównego – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu części Hali Ludowej – renowacja kamieniarki: posadzka i słupy holu głównego, ściany foyer pod widownią główną, ściany holu od ulicy Wróblewskiego, wymiana posadzki wiatrołapu wejścia głównego, renowacja schodów z kuluarów na widownię, renowacja żelbetowych kolumn portyku, roboty malarskie ścian i sufitów holu głównego, holów od ul. Wróblewskiego i od parkingu, sali konferencyjnej nr 56 – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu części Hali Ludowej. Tom III – kolorystyka – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Modernizacja i remont części Hali Ludowej, część I – przedmiar robót. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Modernizacja i remont części Hali Ludowej, część I – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2004.
Stacja bazowa telefonii komórkowej – rozbudowa o system UMTS. Przedsiębiorstwo Projektowo-usługowe Systemów Telekomunikacyjnych i Konstrukcji Stalowych Konstel Sp. z o.o. Wrocław 2004.
Projekt budwolany stacji bazowej telefonii komórkowej GSM 900 MHz – mikrokomórki F-2952-PWR1 Hala Ludowa – INDOOR – technologia. Przedsiębiorstwo Projektowo-usługowe Systemów Telekomuni kacyjnych i Konstrukcji Stalowych Konstel Sp. z o.o. Wrocław 2004.
Projekt budowlany powykonawczy bezprzewodowego dostępu sieciowego LAN 300033 – Międzynarodowe Targi Wrocławskie – technologia. Przedsiębiorstwo Projektowo-usługowe Systemów Telekomuni kacyjnych i Konstrukcji Stalowych Konstel Sp. z o.o. Wrocław 2004.
Projekt wykonawczy stacji bazowej telefonii komórkowej – przebudowa mikrokomórki. Przedsiębiorstwo Projektowo-usługowe Systemów Telekomuni kacyjnych i Konstrukcji Stalowych Konstel Sp. z o.o. Wrocław 2004.
Dokumentacja techniczna wykonawcza – system dozoru telewizyjnego. Impel Security Polska Sp. z o.o. Wrocław 2004.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – przedmiar robót – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – przedmiar robót – architektura i konstrukcja. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Przebudowa 2 zespołów toalet w kuluarach Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej – część 2 tom I – wymiana drzwi zewnętrznych holi kwadratowych nr 7, 12 i 17, wymiana ewakuacyjnych drzwi zewnętrznych z kuluarów, wymiana okien w kuluarach hali, renowacja drzwi wewnętrznych holi kwadratowych nr 7, 12, 17, 4 sal owalnych, pozostałych drzwi do pomieszczeń pomocniczych, renowacja wrót – drzwi zewnętrznych nr 16, renowacja uproszczona

bocznych drzwi wyjściowych z sali widowiskowej do kuluarów – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt powykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej –część 2 tom I – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej – część 2 tom II – renowacja kamieniarki holu kwadratowego nr 7, remont schodów z kuluarów na widownię, malowanie ścian i sufitów lewej strony kuluarów, holu nr 7, sal owalnych nr 31 i 42, czyszczenie i malowanie dolnej powierzchni świetlików, roboty budowlane w pomieszczeniach 44, 45, 46 – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005
Projekt powykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej – część 2 tom II – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej – część 2 – wymiana drzwi zewnętrznych holi kwadratowych nr 7, 12 i 17, wymiana drzwi zewnętrznych wyjść ewakuacyjnych, wymiana okien kuluarów, renowacja drzwi wewnętrznych holi kwadratowych nr 7, 12, 17, czterech sal owalnych i pozostałych drzwi do pomieszczeń pomocniczych, renowacja wrót – drzwi zewnętrznych nr 16, renowacja kosmetyczna bocznych drzwi wyjściowych z sali widowiskowej do kuluarów, renowacja kamieniarki ścian holu kwadratowego nr 7, remont bocznych tylnych schodów z kuluarów na widownię, malowanie ścian i sufitów lewej strony kuluarów, holu nr 7, sal owalnych nr 31 i 42, oczyszczenie i malowanie dolnej powierzchni świetlików, roboty budowlane w pomieszczeniach 44, 45, 46 – kolorystyka. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt powykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej część 2 – kolorystyka. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej – część 2 – przedmiar robót – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej – część 2 – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy remontu instalacji wody zimnej w obrębie piwnic w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt powykonawczy remontu instalacji wody zimnej w obrębie piwnic w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy remontu instalacji wody zimnej w obrębie piwnic w Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy klimatyzacji i ogrzewania sali owalnej nr 31 w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt powykonawczy klimatyzacji i ogrzewania sali owalnej nr 31 w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy klimatyzacji i ogrzewania sali owalnej nr 31 w Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Klimatyzacja i ogrzewanie Sali owalnej nr 31 w Hali Ludowej – przedmiar robót powykonawczy – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy wentylacji strony prawej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt powykonawczy wentylacji strony prawej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Wentylacja strony prawej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt powykonawczy wentylacji strony prawej kuluarów w strefie holu główne go w Hali Ludowej – instalacje sanitarne – przedmiar robót powykonawczy. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy wentylacji strony lewej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.

Projekt powykonawczy wentylacji strony lewej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Wentylacja strony lewej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Wentylacja strony lewej kuluarów w strefie holu głównego w Hali Ludowej – powykonawczy przedmiar robót – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej: klimatyzacja i ogrzewanie sali owalnej nr 31, wentylacja strony prawej kuluarów w strefie holu głównego, wentylacja strony lewej kuluarów w strefie holu głównego, remont instalacji wody zimnej w obrębie piwnic. Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacje sanitarne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej – wymiana instalacji elektrycznej holu kwadratowego nr 17– PW – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej – wymiana instalacji elektrycznej holu kwadratowego nr 17 – przedmiar robót – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej. Tom XXIII – wymiana instalacji elektrycznej holu nr 7, sal owalnych nr 31 i 42, zasilanie systemów wentylacyjnych sali nr 31 i dwóch systemów wentylacyjnych kuluarów w strefie holu głównego – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej. Tom XXIV – przedmiar robót – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej. Tom XXVI – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacje elektryczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005
Projekt wykonawczy modernizacji i remontu kuluarów Hali Ludowej. Tom XXVII – instalacje teletechniczne holu nr 7, sal owalnych nr 31 i 42. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej. Tom XXVIII – przedmiar robót. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej. Tom XXIX – kosztorys inwestorski. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej. Tom XXX – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacje teletechniczne. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005
Projekt budowlany adaptacji i przebudowy lokalu gastronomicznego na galerię – bar w budynku Hali Ludowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2005.
Projekt wykonawczy budowy stacji bazowej telefonii komórkowej UMTS – część elektryczna. Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe Systemów Telekomunikacyjnych i Konstrukcji Stalowych Konstel Sp. z o.o. Wrocław 2005.
Projekt budowlany aranżacji wnętrz „Baru Max" w Hali Ludowej. Neodesign. Wrocław 2006.
Modernizacja „Baru Max" w Hali Ludowej – przedmiar – branża budowlana, elektryczna. Neodesign. Wrocław 2006.
Projekt budowlany śluzy cateringowej na terenie Hali Ludowej – koncepcja architektoniczna. Neodesign. Wrocław 2006.
Śluza cateringowa na terenie Hali Ludowej – przedmiar – branża budowlana, elektryczna. Neodesign. Wrocław 2006.
Dokumentacja powykonawcza automatyki i sterowania central wentylacyjnych. Control System Building Automation. Wrocław 2006.
Projekt wykonawczy zamienny remontu dachów (w tym świetlików) strefy kuluarów Hali Ludowej – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Projekt wykonawczy pokrycia i izolacji termicznej dachów wraz z wymianą świetlików strefy kuluarów Hali Ludowej – instalacja odgromowa. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Remont dachów (w tym świetlików) strefy kuluarów Hali Ludowej – przedmiar robót budowlanych. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Projekt pokrycia i izolacji termicznej dachów wraz z wymianą świetlików strefy kuluarów Hali Ludowej – przedmiar robót instalacji odgromowej. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Remont dachów (w tym świetlików) strefy kuluarów Hali Ludowej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – roboty budowlane. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Projekt pokrycia i izolacji termicznej dachów wraz z wymianą świetlików strefy kuluarów Hali Ludowej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych – instalacja odgromowa. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Geodezyjny operat pomiarowy dotyczący inwentaryzacji powtarzalnych świetlików dachowych dla celów sporządzenia dokumentacji przetargowej. Emco. Wrocław 2006.
Projekt wymiany okien-naświetli sali widowiskowej Hali Ludowej – zakres uszkodzeń żelbetowych filarków międzyokiennych, nadproży, parapetów i ościeży. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2006.
Projekt wykonawczy zamienny wymiany okien – naświetli sali widowiskowej Hali Ludowej – architektura. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2006.
Pomiary okien w Hali Ludowej. Emco. Wrocław 2006.
Projekt wykonawczy przebudowy i remontu Hali Ludowej – Hali Stulecia – inwentaryzacja powykonawcza – część architektoniczno-konstrukcyjna. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2007.
Projekt wykonawczy zamienny remontu świetlików dachowych w strefie kuluarów w budynku Hali Stulecia. Rest Usługi Remontowo– Budowlane. Budziwój 2007.
Przegląd i inwentaryzacja rolet w Hali Ludowej. Hen-Mat System. Wrocław 2007.
Tymczasowe zaopatrzenie wodne toalet w kuluarach Hali Ludowej – instalacje sanitarne – koncepcja. Projektowanie Instalacji Cieplno-Sanitarnych. Wrocław 2007.
Projekt wykonawczy tymczasowego zaopatrzenia wodnego toalet w kuluarach Hali Ludowej – instalacje sanitarne. Projektowanie Instalacji Cieplno-Sanitarnych. Wrocław 2007.
Projekt wykonawczy tymczasowego zaopatrzenia wodnego toalet w kuluarach Hali Ludowej – instalacje elektryczne. Projektowanie Instalacji Cieplno-Sanitarnych. Wrocław 2007.

Dokumentacja projektowa prac w latach 2008-2013

Koncepcja dostosowania sali widowiskowej Hali Stulecia we Wrocławiu i widowisk z udziałem 10 tysięcy widzów. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2008.
Remont elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku Hali Stulecia. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2008.
Projekt budowlano-wykonawczy remontu elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku Hali Stulecia. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2008.
Remont elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów budynku Hali Stulecia – informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia. Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2008.
Pomiary akustyczne głównej widowni Hali Stulecia oraz kompleksowa koncepcja do realizacji systemów niskoprądowych. PA pracownia akustyczna. 2009.
Projekt wykonawczy remontu elewacji, część III – architektura – wymogi dla powierzchni elewacji betonowej. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.
Projekt wykonawczy remontu elewacji, część IV – architektura – remon t dachu. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.
Projekt wykonawczy remontu elewacji, część V – architektura – stolarka okienna. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.
Projekt wykonawczy remontu elewacji, część VI – architektura – instalacja odgromowa. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.
Projekt wykonawczy remontu elewacji, część I – konstrukcja – technologia naprawy uszkodzeń i niepoprawności ścian elewacji hali. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.
Projekt budowlany zamienny remontu elewacji – zmiana sposobu wzmocnienia pierścienia rozciąganego. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.

Projekt wykonawczy zamienny remontu elewacji – zmiana sposobu wzmocnienia pierścienia rozciąganego. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2009.
Oświetlenie sportowe – dokumentacja powykonawcza. PPW Elsanbud. 2009.
Oświetlenie sportowe sali głównej Hali Stulecia – dokumentacja powykonawcza. PPW Elasbud. 2009.
Remont elewacji – obliczenia statyczno – wytrzymałościowe w zakresie wzmocnienia pierścienia dolnego kopuły żebrowej Hali Stulecia we Wrocławiu – obliczenia do dokumentacji zamiennej wzmocnienia pierścienia dolnego. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski, Zespół Badawczo-Projektowy Mosty. Wrocław 2009.
Program funkcjonalno– użytkowy. Dokumentacja przetargowa na opracowanie dokumentacji dla zadania pn. „Hala Stulecia we Wrocławiu – Centrum Innowacyjności w Architekturze i w Budownictwie. ZRZ Pracownia Danuta Jasińska . Wrocław 2009.

Dokumentacja powykonawcza.
ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2010.
Projekt koncepcyjny remontu wnętrza Hali Stulecia – przed akceptacją – koncepcja wstępna. Chapman Taylor, Wrotech. 2010.
Inwentaryzacja architektoniczna. Chapman Taylor, Wrotech. 2010.
Inwentaryzacja instalacji wodno-kanalizacyjnych. Chapman Taylor, Wrotech. 2010.
Inwentaryzacja wentylacji. Chapman Taylor, Wrotech. 2010.
Dokumentacja powykonawcza remontu i renowacji konstrukcji żelbetowej ścian elewacyjnych Hali Stulecia. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski, MBM Firma Konsultingowa i Projektowo – Badawcza – Marian Persona. Wrocław 2010.
Dokumentacja powykonawcza zmiany sposobu wzmocnienia głównego pierścienia rozciąganego kopuły żelbetowej Hali Stulecia. ALPINE, Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 2010.
Dokumenty odbioru – remon t elewacji. ALPINE Bau. 2010.
Dokumentacja powykonawcza – tom I – remont elewacji: A – Stolarka okienna B – Stolarka okienna C – Stolarka okienna D – Dachy, instalacja odgromowa. ALPINE Bau. 2010.
Dokumentacja powykonawcza – tom II – naprawa elewacji. ALPINE Bau. 2010.
Dokumentacja powykonawcza – tom III – wzmocnienie pierścienia. ALPINE Bau. 2010.
Wytyczne akustyczne do projektu renowacji Hali Stulecia we Wrocławiu. Firma Producencka Gorycki – Szyterman. 2010.
Projekt budowlany „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie". Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie". Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie", część I – architektura. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie", część II – architektura. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie", część III – architektura. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie", część I – konstrukcja. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie", część II – konstrukcja. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie", część III – konstrukcja. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja wentylacji i klimatyzacji. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja c.o.i c.t. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja kanalizacji sanitarnej. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja wody zimnej, hydrantowej, ciepłej oraz cyrkulacyjnej. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja elektryczna. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacje ssp, sod, cctv, sswin, lan, kd. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – dso. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – automatyka, część I. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – automatyka, część II. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy i powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – automatyka, część III. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – architektura – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – architektura – przedmiar. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – konstrukcja – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – konstrukcja – przedmiar. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja wentylacji i klimatyzacji – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja wentylacji i klimatyzacji – przedmiar. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja c.o.i c.t – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja c.o.i c.t – przedmiar. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja kanalizacji sanitarnej – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja kanalizacji sanitarnej – przedmiar. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja elektryczna – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja elektryczna – przedmiar. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacje niskoprądowe ssp, sod, cctv, sswin, lan, kd, dso automatyka – przedmiar – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2010.
Przebudowa sieci kablowej SN– 10kV wraz z budową złącza kablowego SN-20 kV i demontażem urządzeń w stacji transformatorowej R-126 „Hala Stulecia" zlokalizowanej w budynku Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Projekt wykonawczy dla celów przetargowych. Segesta, Zbyszko Roszko. 2011.
Przebudowa sieci kablowej SN– 10kV wraz z budową złącza kablowego SN-20 kV i demontażem urządzeń w stacji transformatorowej R-126 „HALA Stulecia" zlokalizowanej w budynku Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Specyfikacja techniczna. Segesta, Zbyszko Roszko. 2011.

Przebudowa sieci kablowej SN– 10kV wraz z budową złącza kablowego SN– 0 kV i demontażem urządzeń w stacji transformatorowej R-126 „HALA Stulecia" zlokalizowanej w budynku HaliStulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Przedmiar robót. Segesta, Zbyszko Roszko. 2011.
Budowa stacji kontenerowej 20kV wraz z budową linii kablowej SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia – projekt zagospodarowania terenu. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Budowa stacji kontenerowej 20kV wraz z budową linii kablowej SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia – przedmiar. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Budowa stacji kontenerowej 20kV wraz z budową linii kablowej SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Budowa stacji kontenerowej 20kV wraz z budową linii kablowej SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia – projekt wykonawczy. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Projekt budowlany, projekt zagospodarowania terenu – tacja transformatorowa kontenerowa wraz z siecią kablową SN i nn. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga, Marta Mnich, Andrzej Chrzanowski. 2011.
Budowa stacji transformatorowej kontenerowej 20kV wraz z budową sieci kablowych SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wroclawiu. Projekt budowlany – adaptacja. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga, Marta Mnich, Andrzej Chrzanowski. 2011.
Przebudowa sieci kablowej SN-10 kV wraz z budową złącza kablowego SN-20kV i demontażem urządzeń w stacji transformatorowej R-126 Hala Stulecia zlokalizowanej w budynku Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Projekt budowlany. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Przebudowa sieci kablowej SN-10 kV wraz z budową złącza kablowego SN-20kV i demontażem urządzeń w stacji transformatorowej R-126 Hala Stulecia zlokalizowanej w budynku Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Projekt Wykonawczy. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Budowa stacji transformatorowej kontenerowej 20kV wraz z budową sieci kablowych SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu Projekt wykonawczy, zagospodarowanie terenu – aneks. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga, Marta Mnich, Andrzej Chrzanowski. 2011.
Projekt wykonawczy zamienny „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – część elektryczna. Chapman Taylor, Wrotech, Janusz Hutyra. 2011.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – część elektryczna – obliczenia natężenia oświetlenia. Chapman Taylor, Wrotech, Janusz Hutyra. 2011.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – część sanitarna – przebudowa węzła cieplnego. Chapman Taylor, Wrotech, Jan Podwórny, Henryka Biś. 2011.
Projekt wykonawczy konstrukcji posadzki w Hali Stulecia we Wrocławiu. Chapman Taylor, Wrotech, Józefa Dąbrowska. 2011.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – część telekomunikacja i niskoprądowa. Zmiany w projekcie wykonawczym automatyki – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, tom I. Chapman Taylor, Wrotech, Jan Podwórny, Henryka Biś. 2011.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – część telekomunikacja i niskoprądowa. Zmiany w projekcie wykonawczym automatyki – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, tom II. Chapman Taylor, Wrotech, Jan Podwórny, Henryka Biś. 2011.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – krzesła dla widowni stałej i trybun teleskopowych. Dokumentacja warsztatowa, trybuny, siedziska składane, bariery oraz miejsca stałe, składane. Budus SA, Best Sport Pro. 2011.
Projekt budowlany zamienny stacji transformatorowej kontenerowej 20kV wraz z budową sieci kablowych SN i nn dla zasilania w energię elektryczną Hali Stulecia przy ul. Wystawowej 1 we Wroclawiu. Projekt zagospodarowania terenu. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga, Marta Mnich, Andrzej Chrzanowski. 2011.
Projekt budowlany budowy linii kablowej nn dla zasilania rezerwowego Hali Stulecia zlokalizowanej przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Projekt wykonawczy budowy linii kablowej nn dla zasilania rezerwowego Hali Stulecia zlokalizowanej przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.

Budowa linii kablowej nn dla zasilania rezerwowego Hali Stulecia zlokalizowanej przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu – specyfikacja wykonania i odbioru robót. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Budowa linii kablowej nn dla zasilania rezerwowego Hali Stulecia zlokalizowanej przy ul. Wystawowej 1 we Wrocławiu – przedmiar robót. Segesta, Zbyszko Roszko, Krzysztof Maga. 2011.
Hala Stulecia – rewizja do DSO i IT. Chapman Taylor, Wrotech, Jan Podwórny, Henryka Biś. 2011.
Dokumentacja wykonawcza przyłącza kablowego dla kamer i urządzeń telewizyjnych umieszczonych w wozach transmisyjnych – Hala Stulecia. SLX Sp. z o.o., Tomasz Kołaczyk. Wrocław 2011.
Przyłącza kablowe dla kamer i urządzeń telewizyjnych umieszczonych w wozach transmisyjnych – Hala Stulecia – wycena elementów i materiałów. SLX Sp. z o.o., Tomasz Kołaczyk. Wrocław 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacje wentylacji i klimatyzacji. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja skroplin. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja ciepła technologicznego. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – wytyczne konstrukcyjne do rozwiązań projektowych. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – konstrukcja stalowa stożka. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacje niskoprądowe. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – architektura. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacje elektryczne. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – ekspertyza dźwiękowego systemu ostrzegawczego. Andrzej Siła– Nowicki. 2011
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – scenariusz dla multimedialnego programu edukacyjno-poznawczo-rekreacyjnego. NoLabel Sp. z o.o. Kraków. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – architektura, rysunki uzupełniające. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Projekt wykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – część elektryczna. Chapman Taylor, Wrotech, Janusz Hutyra. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – architektura, konstrukcja. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja. powykonawcza – instalacje wodno-kanalizacyjne, instalacje c.o., wentylacja i klimatyzacja, część 1. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje elektryczne, instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 2. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacja wentylacji i klimatyzacji, część 3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacja c.o. c.t., przejścia przeciwpożarowe. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacja wodno-kanalizacyjna, część 2. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacja wodno-kanalizacyjna i przeciwpożarowa, część 2. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje elektryczne, część 1. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje elektryczne, część 2. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.

Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje elektryczne, część 3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje elektryczne, część 4. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 1 – BMS. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe , część 2 – BMS. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 3 – SAP+oddymianie. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 4 – DSO. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 5 – LAN, CCTV. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 6 – LAN, CCTV. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 7 – SSWiN, KD. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – instalacje telekomunikacyjne i niskoprądowe, część 8 – system przyzywowy i domofon. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – geodezja i geologia, część 1 z 3. Chapman Taylor Wrotech, Budus. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – geodezja i geologia, część 2 z 3. Chapman Taylor Wrotech, Budus. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – geodezja i geologia, część 3 z 3. Chapman Taylor Wrotech, Budus. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – tymczasowe rezerwowe zasilanie Hali Stulecia. Chapman Taylor, Wrotech, Janusz Hutyra. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – budowa złącza SN R – 3840. Chapman Taylor, Wrotech, Janusz Hutyra. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – konstrukcja nośna podłogi. Chapman Taylor Wrotech, Budus. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – krzesła na widowni stałej oraz trybuny teleskopowe wraz z krzesłami. Chapman Taylor Wrotech, Budus. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – klapy oddymiające MCR PROLIGHT PLUS, pasma świetlne z klapami MCR PROLIGHT, automatyczne kurtyny dymowe MCR PROSMOKE. Chapman Taylor, Wrotech. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – bramy stalowe, rolety wewnętrzne, wibroakustyka, wzmocnienia konstrukcji słupów latarni, kabiny sanitarne, system napowietrzania. Chapman Taylor, Wrotech. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumenty materiałowe (atesty, aprobaty techniczne) części 1/1, 1/2, 1/3. Chapman Taylor, Wrotech. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – protokoły odbioru robót, instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej. Chapman Taylor, Wrotech. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – ogólna instrukcja użytkowania obiektu. Chapman Taylor, Wrotech. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – przejścia pożarowe. Chapman Taylor, Wrotech. 2011.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – konstrukcja, tom XVIII, część 1/4. Chapman Taylor, Wrotech. 2012.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – konstrukcja, tom XVIII, część 2/4. Chapman Taylor, Wrotech. 2012.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – konstrukcja, tom XVIII, część 3/4. Chapman Taylor, Wrotech. 2012.
Hala Stulecia we Wrocławiu – dokumentacja powykonawcza – konstrukcja, tom XVIII, część 4/4. Chapman Taylor, Wrotech. 2012.
Projekt powykonawczy „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacja wentylacji i klimatyzacji. Chapman Taylor, Wrotech. 2012.
Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie. Przebudowa. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Dokumentacja powykonawcza – „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, architektura część 1/3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Dokumentacja „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie – przebudowa – dodatkowe kurtyny dymowe. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Dokumentacja powykonawcza „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, architektura, część 3/3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Dokumentacja powykonawcza „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – instalacje elektryczne wewnętrzne, zasilanie blokowe. Chapman Taylor, Wrotech, Budus – Asseco. 2012.
Projekt powykonawczy – „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, instalacje niskoprądowe DSO i SKS. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Projekt powykonawczy – „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, instalacje LAN, SKD,SSWiN, SAP niskoprądowe. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Projekt wykonawczy – „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, instalacje elektryczne. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa instalacje wewnętrzne, instrukcja obsługi (kopia agregatu). Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, architektura, tom XIX, część 1/3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, architektura, tom XIX, część 2/3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
„Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przebudowa, architektura, tom XIX, część 3/3. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2012.
Hala Stulecia – monitoring wizyjny. Ekotrade DCI Adam Marecki. 201.2
Hala Stulecia – dokumentacja powykonawcza – dodatkowe kurtyny dymowe. Budus SA Katowice. 2012.
Hala Stulecia – pomiary instalacji urządzeń zamontowanych w Centrum Poznawczym. Biuro Obsługi Inwestycji Paweł Bielecki. 2013.
Projekt wykonawczy Segesta, Przemyslaw Stachowski, Zbyszko Roszko. 2013.
Hala Stulecia, „Centrum Innowacyjności w Architekturze i Budownictwie" – przedmiar robót. Segesta, Przemyslaw Stachowski, Zbyszko Roszko. 2013.
Projekt wykonawczy zamienny – automatyka BMS CD. Chapman Taylor, Wrotech, Leszek Tomaszewski. 2013.

Badania, opinie, ekspertyzy, orzeczenia, studia historyczne.
Orzeczenie w sprawie stanu technicznego konstrukcji Hali Ludowej. Zakład Badawczy Konstrukcji Żelbetowych i Sprężonych Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1967.
Badanie stanu technicznego konstrukcji Hali Ludowej. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. 1967-1968.
Ekspertyza techniczna zakresu i sposobu przeprowadzenia remontu attyki Hali Ludowej. Zakład Badań i Doświadczeń Wrocławskiego Zjednoczenia Budownictwa Komunalnego. Wrocław 1973.
Ekspertyza mykologiczno-budowlana stolarki okiennej Hali. Miejskie Biuro Projektów. Wrocław 1980.
Ocena właściwości akustycznych Hali Ludowej Instytut Telekomunikacji i Akustyki Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1995.

Studium historyczno-architektoniczne Hali Stulecia i terenów wystawowych. Jerzy Ilkosz. Wrocław 1995.
Opinia o dokumentacji pt. Projekt systemów audiowizualnych dla Hali Ludowej. ProAudio Profesjonalne Systemy Audiowizualne. Wrocław 1996.
Opinia dotycząca projektu wykonawczego instalacji elektroakustycznej (system centryczny). Autorska Pracownia Projektowa Leszek Konarzewski. Wrocław 1997.
Opinia dotycząca stanu mocowania okładziny sufitowej z płyt wiórowo-cementowych w Hali Ludowej. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
Opinia techniczna dotycząca możliwości podwieszenia rusztów oświetleniowych do żeber kopuły Hali Ludowej podczas inscenizacji opery „Aida". Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
Ekspertyza techniczna wybranych elementów konstrukcji Hali Ludowej z uwzględnieniem zakresu aktualnie realizowanego projektu modernizacji – Etap III. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
Ekspertyza techniczna wybranych elementów konstrukcji Hali Ludowej z uwzględnieniem zakresu aktualnie realizowanego projektu modernizacji. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
Opinia naukowa w sprawie możliwości podwieszenia urządzeń technicznych do elementów kopuły Hali Ludowej we Wrocławiu pod czas rewii „Holiday on ice – extravaganza". Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1999.
Ekspertyza mykologiczno-budowlana. Biuro Inwestorskie Myko-Inwest. Warszawa 1999.
Badania i ocena stanu technicznego okładziny sufitowej w Hali Ludowej. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2002.
Badania i ocena stanu technicznego elementów konstrukcji latarni Hali Ludowej. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2003.
Opinia techniczna dotycząca problematyki ogrzewania i dostaw ciepłej wody użytkowej dla obiektu Hali Ludowej. Andrzej Sadowski. Wrocław 2003.
Opinia techniczna w sprawie możliwości podwieszenia elementów dekoracji oraz rusztów oświetleniowych i akustycznych do żeber kopuły Hali na potrzeby wystawienia przez zamawiającego superprodukcji operowej „Złoto Renu" R. Wagnera w dniach 18, 24, 25, 26.10.2003. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2003.
Opinia techniczna dotycząca możliwości ustawienia trzech szaf z urządzeniami telekomunikacyjnymi na pierścieniu rozciąganym kopuły Hali Ludowej. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2004.
Opinia techniczna dotycząca możliwości ustawienia pięciu szaf z urządzeniami telekomunikacyjnymi Polskiej Telefonii Cyfrowej ERA na pierścieniu rozciągającym kopuły Hali Ludowej. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2004.
Rozpoznanie konserwatorskie pierwotnej kolorystyki elementów architektury Hali Ludowej. Ryszard Wójtowicz. Wrocław 2005.
Orzeczenie techniczne dotyczące oceny stanu pokrycia dachowego na poziomie dachu nad kuluarami Hali Ludowej wykonanego przez Firmę Budowlaną Handlowo-Usługową Mabud, Wrocław, ul. Karmelkowa 29/41. Ludwik Bąkiewicz. Wrocław 2005.
Aneks do orzeczenia technicznego dotycząca wykonawstwa i oceny stanu pokrycia dachowego w poziomie dachu nad kuluarami. Ludwik Bąkiewicz. Wrocław 2005.
Orzeczenie techniczne dotyczące stanu zawilgocenia i zagrzybienia kuluarów Hali Ludowej. Ludwik Bąkiewicz. Wrocław 2005.
Opinia techniczna dotycząca aktualnego stanu betonowych osłon (attyk) na dachu kuluarów oraz konstrukcji świetlików nad holami wejściowymi do Hali Ludowej. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2005.
Opinia techniczna dotycząca możliwości bezpiecznego podwieszania rusztów oświetleniowych do żeber kopuły Hali Ludowej w związku z aranżacją obiektu na Międzynarodowe Forum Przedsiębiorców Futuralia – Wrocław 2006. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2006.
Ocena techniczna dotycząca realizacji drewnianej stolarki okiennej i drzwiowej kuluarów Hali Ludowej wykonywanej na podstawie dokumentacji „Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej. Część 2 – przewidziana do realizacji w 2005 r.", autorstwa APP Konarzewscy s.c. Tadeusz Mackiewicz. Wrocław 2006.
Ocena stanu technicznego istniejącej stolarki okiennej – naświetli Sali widowiskowej Hali Ludowej – część I. Tadeusz Mackiewicz. Wrocław 2006.
Ocena techniczna jakości wykonania drewnianych drzwi zewnętrznych zamontowanych w Hali Ludowej. Pracownia Projektowa Polstol. 2006.
Ocena stanu technicznego istniejącej stolarki okiennej – naświetli Sali widowiskowej Hali Ludowej. Zenon Jasiński. Wrocław 2006.
Ekspertyza techniczna dla Hali widowiskowo– sportowej z uwzględnieniem nagłośnienia alarmowego DSO – modelowanie zrozumiałości mowy. Bel Aqustic. Gdańsk 2006.
Opinia konserwatorska stolarki okiennej i drzwiowej na parterze Hali Ludowej. Jan Tajchman. Toruń 2006.
Ocena techniczna realizacji drewnianej stolarki okiennej i drzwiowej kuluarów Hali Ludowej wykonywanej na podstawie dokumentacji „Modernizacja i remont kuluarów Hali Ludowej Część 2 – przewidziana do realizacji w 2005 r.", autorstwa APP Konarzewscy s.c stan z 3.08.2006. Tadeusz Mackiewicz. Wrocław 2006.
Opinia techniczna dotycząca przyczyn wystąpienia zarysowania belek – ścian pod balkonami od strony kuluarów i sposobu ich wzmocnienia. Włodzimierz Wydra. Wrocław 2007.
Badania zawartości azbestu w próbie materiałowej. Instalacja wentylacyjna w Hali Ludowej. Ośrodek Badań Podstawowych Projektów i Wdrożeń Ochrony Środowiska i Biotechnologii Laboratorium Badań Środowiskowych Oikos. 2007.
Badania zawartości azbestu w powietrzu. Budynek Hali Ludowej. Ośrodek Badań Podstawowych Projektów i Wdrożeń Ochrony Środowiska i Biotechnologii Laboratorium Badań Środowiskowych Oikos. 2007.
Ekspertyza stanu technicznego konstrukcji budynku Hali Ludowej we Wrocławiu. Część II – ściany zewnętrzne i stropodachy. MBM Firma Konsultingowa i projektowo-badawczo-budowlana Sp. z o.o. Wrocław 2007.
Dokumentacja konserwatorska stolarki okiennej Hali Ludowej – Hali Stulecia – badania historyczne i ekspertyza stanu zachowania, tom I. Jan Tajchman, Ulrich Schaaf, Ewa Bożejewicz. Toruń 2007.
Dokumentacja konserwatorska stolarki okiennej Hali Ludowej – Hali Stulecia – inwentaryzacja pomiarowo-rysunkowa, tom II. Ewa Bożejewicz. Toruń 2007.
Dokumentacja konserwatorska stolarki okiennej Hali Ludowej – Hali Stulecia – badania historyczne i ekspertyza stanu zachowania, tom III. Jan Tajchman, Ulrich Schaaf, Ewa Bożejewicz. Toruń 2007.
Ekspertyza stanu technicznego konstrukcji budynku Hali Ludowej we Wrocławiu. Część I – informacje ogólne oraz elementy konstrukcyjne kopuły, podbudowy i kuluarów. MBM Firma Konsultingowa i projektowo-badawczo-budowlana Sp. z o.o. Wrocław 2008.
Badania mikrostruktury, twardości, składu chemicznego oraz oszacowanie granicy plastyczności – łożysko nośne kopuły Hali Stulecia. TuroCare – Sp z o.o., Jerzy Laska, Jacek Tulibacki. Wrocław 2008.
Opinia o projekcie remontu elewacji, stolarki okiennej i pokrycia dachów Hali Stulecia we Wrocławiu. Opinia dotycząca projektu budowlanego arch. Leszka Konarzewskiego. Jerzy Ilkosz, Grzegorz Grajewski. Wrocław 2009.
Opinia dotycząca poprawności zaprojektowanego przez Autorską Pracownię Projektową Konarzewski wzmocnienia pierścienia rozciąganego pod kopułą żebrową Hali Stulecia we Wrocławiu. Opinia dotycząca projektu wykonawczego – część konstrukcyjna. Politechnika Śląska, Andrzej Ajdukiewicz. Gliwice 2009.
Oszacowanie stanu i własności elementów stalowych kratownic pierścienia głównego pod kopułą żebrową Hali Stulecia. Tutbocare, Jerzy Laska, Jacek Tulibacki ,Teresa Ptak, F. Dziedzicki. Wrocław 2009.
Dokumentacja odkrywek w Sali Cesarskiej Hali Stulecia. Ryszard Wójtowicz. Wrocław 2010.
Ekspertyza techniczna dotycząca posadzek wykonanych w wybranych pomieszczeniach RCTB przy Hali Stulecia we Wrocławiu. Sprawdzenie posadzek oraz określenie sposobu napraw pęknięć oraz przebarwień. Politechnika Wrocławska, Andrzej Czemplik, Kazimierz Czapliński. Wrocław 2011.
Opinia Techniczna dotycząca przeprowadzenia targów motoryzacyjnych na powierzchni podłogi podniesionej Hali Stulecia. FriedPol, Paweł Fried, Piotr Węgrzynowski, Radosław Gubernat. Wrocław 2012.
Analiza techniczno-ekonomiczna – porównanie wariantów ogrzewania i wentylacji Sali Głównej Hali Stulecia. Boren Jan Borkowski 2012.
Hala Stulecia – analiza i badania tymczasowej podłogi podniesionej w Hali Stulecia pod działaniem obciążeń statycznych i dynamicznych. Politechnika Wrocławska Praca zbiorowa pod redakcją Bronisława Gosowskiego. Wrocław 2013.
Analiza i ocena dokumentacji projektowej pt.: Hala stulecia we Wrocławiu – Centrum Innowacyjności w Architekturze i w Budownictwie – przebudowa część – I i II. Leszek Konarzewski. Wrocław 2013.

Analiza i ocena dokumentacji projektowej pt.: Hala stulecia we Wrocławiu – Centrum Innowacyjności w Architekturze i w Budownictwie – przebudowa część – III – V. Leszek Konarzewski. Wrocław 2013.
Ocena wpływu wykopu technologicznego na obiekty sąsiadujące z realizacją parkingu podziemnego. Budimex, Arkadiusz Szot. 2013.

7.12. Politechnika Wrocławska – sprawozdania z prac badawczych

Jasieńko J., Łydżba D., Bednarz Ł.J., Piechówka-Mielnik M.J., Rajczakowska M., Powałka Z., Pawlik A.D., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań betonu Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny ciągłości wybranych przekrojów betonowych, badań mikrostruktury oraz składu betonu*, raport serii SPR, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2015.
Jasieńko J., Moczko A., Moczko M., Bednarz Ł.J., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań betonu Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie wytrzymałości na ściskanie, wytrzymałości na rozciąganie, wodoszczelności i korozji*, raport serii SPR, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2015.
Jasieńko J., Moczko A., Moczko M., Bednarz Ł.J., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny grubości otuliny betonowej zbrojenia, lokalizacji i identyfikacji zbrojenia*, raport serii SPR, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2015.
Jasieńko J., Gosowski B., Bednarz Ł.J., Organek P., Redecki M., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny stanu technicznego łożysk podporowych oraz wkładek stalowych w dolnym pierścieniu rozciąganym – grant fundacji Getty – Muzeum Architektury we Wrocławiu*, raport serii SPR, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2015.
Jasieńko J., Nowak T., Bednarz Ł., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w zakresie oceny stanu technicznego wybranych elementów drewnianej stolarki okiennej – grant fundacji Getty – Muzeum Architektury we Wrocławiu*, raport serii SPR, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2015.
Konarzewski L., *Modernizacja Hali Ludowej – Hali Stulecia w latach 1997–2007. Proces przekształcania wnętrza Hali w świetle współczesnych tendencji i potrzeb kształtowania hal widowiskowych*, raport serii SPR, nr 870, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2009.
Konarzewski L., *Aspekt zmienności kształtowania widowni hal widowiskowych na tle doświadczeń 90 lat istnienia Hali Ludowej*, raport serii SPR, nr 607, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2004.
Konarzewski L., *Przebudowa sali widowiskowej Hali Ludowej na tle współczesnych tendencji organizacji widowisk estradowych, wystaw i turniejów sportowych*, raport serii SPR, nr 471, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2001.
Konarzewski L., *Projekt i realizacja przebudowy wnętrza Hali Ludowej we Wrocławiu 1995–1997*, raport serii SPR, nr 801, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1997.
Konarzewski L., *Projekt modernizacji i przebudowy wnętrza Hali Ludowej we Wrocławiu*, raport serii SPR, nr 321, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1996.
Nowak T., Jasieńko J., Bednarz Ł.J., *Kompletacja i analiza dotychczasowych badań Hali Stulecia we Wrocławiu wraz z wykonaniem badań dodatkowych w wybranych przekrojach w zakresie oceny stanu technicznego wybranych elementów drewnianej stolarki okiennej – grant fundacji Getty – Muzeum Architektury we Wrocławiu*, raport serii SPR, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2015.

8.

Źródła drukowane i literatura do 1945 roku

8. Źródła drukowane i literatura do 1945 roku

Wykaz bibliografii zawiera artykuły monograficzne, opracowania syntetyczne, wzmianki, druki ulotne oraz katalogi wystaw dotyczące architektury i historii parku Szczytnickiego, Terenów Wystawowych, toru wyścigów konnych, Wystawy Stulecia i wystawy „Wohnung und Werkraum" (WuWA), a także opracowania mogące służyć pomocą w analizie porównawczej.
Bibliografia została podzielona na dwie części – **źródła drukowane do 1945 roku** (tutaj znajdują się teksty twórców Terenów Wystawowych, w tym architektów zaangażowanych w organizację Wystawy Stulecia w 1913 roku i wystawę WuWA w 1929 roku, w układzie alfabetycznym, i wykaz źródeł drukowanych w układzie chronologicznym) i **literaturę po 1945 roku**.

8.1. Wykaz tytułów gazet i czasopism

„Arch+"
„Architekt"
„Architektonische Rundschau"
„Architectural Review"
"Armierter Beton"
„Baugewerks-Zeitung"
„Bauzeitung für Württemberg, Baden, Hesen, Elsass-Lothringen"
„Berliner Tagesblatt"
„Beton– und Stahlbetonbau"
„Breslauer Zeitung"

„Breslauer General Anzeiger”
„Breslauer Morgen Zeitung”
„Breslauer Neueste Nachrichten”
„Burschenschaftliche Blätter”
„Cahiers d’arts”
„Casabella”
„Cicerone”
„Corriere Della Serra”
„Daheim”
„Das neue Frankfurt”
„Dekorative Kunst”
„Der Baumeister”
„Der Bautechniker”
„Der Industriebau”
„Der Oberschlesier”
„Der Profanbau”
„Der Woche”
„Deutsche Bauhütte”
„Deutsche Bauzeitung”
„Deutsche Bauzeitung. Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbeton”
„Deutsche Kunstausstellung”
„Deutsche Tageszeitung”
„Die Baugilde”
„Die Bauwelt”
„Die Freie Meinung”
„Die Form”
„Die Kunst”
„Die Rennwelt”
„Die Volkswacht”
„Die Wohnung”
„Die Wohnungswirtschaft”
„Dokumentum”
„Erziehungskunst”
„Excelsior”
„Frankfurter Allgemeine Zeitung”
„Gazeta Zachodnia”
„Imago”
„Innendekoration”
„Jahrbuch für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft”
„Königsberger Allgemeine Zeitung”
„Kulturpolitische Korrespondenz”
„Kunstgewerbeblatt”
„Kunst und Künstler”
„Kunst und Kunsthandwerk”
„Le Figaro”
„Le Humanite”
„MA. Aktivista Folyóirat”
„Mitteilungen der Siedlerschule Worpswede”
„Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz”

„Moderner Wohnbau. Monatsheft zur Deutschen Bauzeitung”
„Münchener Neueste Nachrichten”
„Nasze Interesy”
„Neudeutsche Bauzeitung”
„Neues Wiener Journal”
„Newsletter DOCOMOMO”
„Nürnberger Zeitung”
„Ostdeutsche Bauzeitung”
„Prager Tagesblatt”
„Rassegna”
„Roczniki Sztuki Śląskiej”
„Schlesien”
„Schlesische Heimat”
„Schlesische Heimatblätter”
„Schlesische Illustrierte Zeitung”
„Schlesische Monatshefte”
„Schlesische Tagespost”
„Schlesische Woche”
„Schlesische Zeitung”
„Schlesisches Heim”
„Schweizerische Bauzeitung”
„Space Design”
„Stadtbaukunst alter und neuer Zeit”
„Stein, Holz, Eisen”
„Süddeutsche Zeitung”
„Sztuka”
„Śląski Labirynt Krajoznawczy”
„Vorwärts”
„Wasmuths Monatshefte für Baukunst”
„Westermanns Monatshefte”
„Zeitschrift der Akademie der Künste”
„Zeitschrift des österreichischen Ingenieuren und Architekten Verein”
„Zeitschrift des Vereins für Geschichte und Altertums Schlesiens”
„Zeitschrift für bildende Kunst”
„Zeitschrift für das Baugewerbe”
„Zentralblatt der Bauverwaltung”
„Zentralblatt für das deutsche Baugewerbe”

8.2. Wykaz źródeł drukowanych do 1945 roku

8.2.1. Teksty twórców Terenów Wystawowych, Wystawy Stulecia i wystawy „Wohnung und Werkraum” (WuWA)

Fritz Behrendt

Behrendt Fritz, *Geleitwort*, [w:] *Ausstellung für Friedhofkunst Breslau 1913*, Breslau 1913, s. 4.
Behrendt [Fritz], *Die Bauten auf der Jahrhundertausstellung in Breslau*, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1913, nr 33, s. 500.

Max Berg

Berg Max, *Die Standsicherheit der Festhalle in Scheitnig*, „Schlesische Zeitung", 9 sierpnia 1912 roku.
Berg Max, Trauer Günther, *Zweckmäßigkeit der Verwendung von Eisenbeton oder Eisen für monumentale Hochbau-Konstruktionen*, „Deutsche Bauzeitung. Mitteilungen über Zement, Beton und Eisen" 1913, r. 10, nr 21, s. 163–164.
Berg Max, *Die Akustik der Jahrhunderthalle*, [w:] *Die Riesenorgel von Breslau*, [Breslau 1913].
Berg Max, *Die Jahrhunderthalle und das neue Ausstellungsgelände der Stadt Breslau*, „Deutsche Bauzeitung", r. 47, nr 42, s. 385–389; nr 51, s. 460–464.
Berg Max, *Die Jahrhunderthalle und ihre Anordnung auf dem Gelände*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 6–7.
Berg Max, *Zukünftige Baukunst in Breslau als Ausdruck zukünftiger Kultur*, [w:] *Deutschlands Städtebau. Breslau*, Berlin 1921, s. 28–41.
Berg Max, *Gerhart Hauptmanns Festspiel. Ein Weg zum Volksschauspiel*, [w:] *Gerhart Hauptmann und sein Werk*, red. L. Marcuse, F. Schneider, Berlin–Leipzig 1922.
Berg Max, *Etwas vom Wesen der Architektur*, [w:] *Almanach Herausgegeben im Auftrage des Künstlerbundes Schlesien zur Eröffnung seines Ausstellungshauses*, Künstlerbund Schlesien, Breslau 1922, s. 17–25.
Berg Max, *Hochhäuser im Stadt Bild*, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst" 1921–1922, r. 6, s. 101–120.
Berg Max, Konwiarz Richard, *Wettbewerb für Vorentwürfe zu einem Bebauungsplan der Stadt Breslau und ihrer Vororte*, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1922, r. 42, nr 43, s. 257–263.
Berg Max, *Das Stadtbild Breslau*, [w:] *Deutsche Stadt, Deutsches Land*, cz. 3: *Niederschlesien*, Berlin 1923, s. 89–98.
Berg Max, *Auszüge aus einem Briefe von Max Berg an Paul Heim als Ergänzung der Ausführungen von Heim*, „MA. Aktivista Folyóirat" 1925, r. 10, z. 3.
Berg Max, *Alfred Vocke*, [w:] *Künstlerbund Schlesien*, t. 1, Schweidnitz 1925, s. 11–14.
Berg Max, *Sondernummer zur Ausstellung der Architekten des Künstlerbundes Schlesien. Betrachtung über Architektur und Städtebaukunst*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1926, r. 24, nr 10, s. 73–83.

Paul Dannenberg

Dannenberg Paul, *Die Gartenkunst in der Jahrhundertausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 23–25.

Theodor Effenberger

E. [Effenberger] Theo, *Die Breslauer Festhalle*, „Schlesische Heimatblätter" 1910–1911, r. 4, nr 20, s. 584–585.
Effenberger Theodor, *Von schlesischer Baukunst*, „Schlesische Heimatblätter" 1911, nr 13, s. 343.
E. [Effenberger] Theo, *Die Breslauer Festwoche*, „Schlesische Heimatblätter" 1910–1911, r. 4, nr 20, s. 585.
Eff. [Effenberger] Theo, *Die Wettbewerbsentwürfe für die Erweiterung des Zoologischen Gartens und das Ausstellungsgelände in Scheitnig*, „Schlesische Zeitung", 14 kwietnia 1911 roku.
Eff. [Effenberger] Theo, *Wettbewerbe*, „Schlesische Heimatblätter" 1910–1911, r. 4, nr 9, s. 246–247.
Effenberger Theo, *Von der Tätigkeit des Provinzial-Konservators der Kunstdenkmäler*, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz", 5 marca 1914 roku, s. 43.
Effenberger Theo, *Chemische Fabrik A.-G. vorm. Moritz Milch & Co. in Luban bei Posen*, „Der Industriebau" 1916, t. 7, s. 97–105.
Effenberger Theodor, Erbe Johannes, *Anlage und Pflege der Friedhöfe*, Breslau 1916.

Johannes Erbe

Erbe Johannes, *Die Friedhofkunstausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 10–11.

Moritz Hadda

Hadda Moritz, *Das Bauen der heutigen Zeit*, „Dokumentum" 1927, s. 20–21.
Hadda Moritz, *Die vollzogene Wandlung*, „Innendekoration" 1929, nr 11, s. 429–430.

F. Hanisch

Hanisch F., *Felfen und Staudengärten*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", nr 172, Breslau 1913, s. 26–27.

Paul Hatt

Hatt Paul, *Der Burggarten*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 56, s. 334–336.

Gerhart Hauptmann

Hauptmann Gerhart, *Festspiel in deutschen Reimen*, Berlin 1913.

Paul Heim

Heim Paul, *Max Berg*, [w:] *Jahrbuch Künstlerbund Schlesien*, t. 1, Frankfurt am Main 1925, s. 80–84.
Heim Paul, *Max Berg – Breslau*, „MA. Aktivista Folyóirat" 1925, nr. 10, z. 3.
Heim Paul, *Das neue Wohnen. Von der „menschenfressenden" zur „menschenfreundlichen" Großstadt*, „Schlesische Monatshefte" 1929, nr. 6, z. 7, s. 294–297.

Friedrich von Hochberg

Hochberg Friedrich von, *Der japanische Garten*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 14–15.

Richard Konwiarz

Konwiarz Richard, *Alt Schlesien. Architektur, Raumkunst, Kunstgewerbe*, Stuttgart 1913.
Konwiarz Richard, *Architektur, Raumkunst, Kunstgewerbe*, Stuttgart 1917.
Konwiarz Richard, *Breslau Stadtbild und Bauten der Neuzeit*, [w:] *Deutschlands Städtebau. Breslau*, Berlin 1921, s. 22.
Konwiarz Richard, *Breslaus Stadtbild und Bauten der Neuzeit*, [w:] *Deutschlands Städtebau. Breslau*, Breslau 1924.
Konwiarz Richard, *Neue Baukunst in Breslau*, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst" 1925, r. 9, s. 152–165.
Konwiarz Richard, Stephan B., *Die Baukunst Breslaus. Ein architektonischer Führer*, Breslau 1926, s. 127–134.
Konwiarz Richard, *Ausstellungparks Jahrhunderthalle. Ein architektonischer Führer*, Breslau 1930.
Konwiarz Richard, *Neubauten der Stadt Breslau*, „Deutsche Bauzeitung" 1937, r. 71, s. 116.
Konwiarz Richard, *Die Staatenhalle in Breslau*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1940, r. 38, nr 21, s. 95–98.

Heinrich Lauterbach

Lauterbach Heinrich, *Plan einer Schlesischen Kunst– und Gewerbehalle*, „Die Form" 1929, r. 4, s. 330–331.
Lauterbach Heinrich, *Der unverstellte Wohnraum*, „Innendekoration" 1929, r. 11, s. 418–420.
Lauterbach Heinrich, *Wird der neuzeitliche Stil bleiben?*, „Innendekoration" 1929, r. 11, s. 143–144.

Karl Masner

Masner Karl, *Das Einfamilienhaus des Kunstgewerbevereins für Breslau und die Provinz Schlesien auf der Ausstellung für Handwerk und Kunstgewerbe in Breslau 1904*, Berlin 1905.
Masner Karl, *Löwenberg und die Wiederherstellung seine Rathauses*, „Löwenberger Zeitung", nr 60, 26 maja

1906 roku, s. 5.
Masner Karl, *Braucht Breslau ein Ausstellungsgebaude?*, „Schlesien" 1908/1909, r. 2, nr 3, s. 36–38.
Masner Karl, *Breslaus zukünftiger Festplatz*, „Schlesien" 1910–1911, r. 4, s. 443–446.
Masner Karl, Hintze Erwin, *Die historische Ausstellung und Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913,* Breslau 1913.
Masner Karl, Hintze Erwin, *Die historische Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913,* Breslau 1916.

Ludwig Moshamer

Moshamer Ludwig, *Das Einfamilienhaus Nr 37 auf der Versuchssiedlung „Wohnung und Werkraum"*, „Schlesische Zeitung", nr 314, 23 czerwca 1929 roku.

Hans Poelzig

Poelzig Hans, *Das Einfamilienhaus auf der Ausstellung für Handwerk und Kunstgewerbe in Breslau*, „Zentralblatt der Bauverwaltung", 1904, r. 24, s. 547 i n.
Poelzig Hans, *Der Um– und Ausbau des Rathauses des Stadt Löwenberg*, „Der Bürger– und Hausfreund" 1903, nr 23.
Poelzig Hans, *Gärung in der Architektur*, [w:] *Das Deutsche Kunstgewerbe*, München 1906 [katalog wystawy].
Poelzig Hans, *Ausstellung von Arbeiten der Werkstätten der königlichen Kunst und Kunstgewerbeschule Breslau im königlichen Kunstgewerbemuseum in Berlin*, Breslau 1907.
Poelzig Hans, *Der neuzeitliche Fabrikbau*, „Der Industriebau" 1911, r. 5, s. 100–106.
Poelzig Hans, *Die Anlage der Jahrhundert-Ausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 5–6.
Poelzig Hans, *Westfalenhalle Dortmund. Arch. Moshamer, Breslau*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1926, r. 24, s. 84.
Poelzig Hans, *Festbauten*, „Kunstblatt" 1926, nr 10, s. 197–203.

Adolf Rading

Rading Adolf, *Wohn-Gemeinschaft*, „Innendekoration" 1929, r. 11, s. 422–428.
Rading Adolf, *Die neue Messehalle in Breslau*, „Schlesische Monatshefte" 1925, r. 2, z. 3, s. 167–169.

Hugo Richter

Richter Hugo, *Park– und Gartenanlagen*, [w:] *Gesundheits– und Wohlfahrtspflege der Königl. Haupt– und Residenzstadt Breslau*, Breslau 1912, s. 78–84.
Richter Hugo, *Die Gesamtanlage der Gartenbauausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 13–14.
Richter Hugo, *Landschaftliche Schönheitspflege der Breslauer Stadtverwaltung unter Oberbürgermeister Georg Bender*, „Zeitschrift des Vereins für Geschichte und Altertums Schlesien" 1919, t. 53, s. 66–69.

Felix Rosen

Rosen Felix, *Die historischen Gärten der Ausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 11–13.

Hans Scharoun

Scharoun Hans, *Maison d'habitation a petits logements édifiée a Breslau pour l'exposition du „Werkbund"*, „Cahiers d'arts" 1929, nr 4, s. 413–415.

Paul Schreiber

Schreiber Paul, *Bau und Betriebstechnische Ausstellung Breslau 1924*, „Breslauer Zeitung", 27 kwietnia 1924 roku.

Schreiber Paul, *Bau– und Betriebstechnische Ausstellung Breslau 1924*, „Breslauer Neueste Nachrichten", nr 122, 8 maja 1924 roku.
Schreiber Paul, *Bau– und Betriebstechnische Ausstellung. Breslau 1924*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1924, r. 22, nr 18, s. 101–103.

Günther Trauer

Trauer Günther, *Die Jahrhunderthalle in Breslau*, „Deutsche Bauzeitung. Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbeton" 1913, nr 10, s. 105–109.
Trauer Günther, *Die Jahrhunderthalle in Breslau. Vortrag von Stadtbauinspektor Dr.-Ing. Trauer, gehalten auf der XVI. Hauptversammlung des „Deutschen Beton– Vereins" in Berlin 1913*, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau" 1913, r. 10, nr 15, s. 115–120.
Trauer Günther, Gehler Willy, *Die Jahrhunderthalle in Breslau*, Berlin 1914.
Trauer [Günther], Gehler [Willy], *Die Festhalle In Breslau*, „Armierter Beton" 1913, r. 6, z. 2, s. 49–66.
Trauer [Günther], Gehler [Willy], *Die Festhalle In Breslau*, „Armierter Beton" 1913, r. 6, z. 4, s. 150–160.
Trauer [Günther], Gehler [Willy], *Die Festhalle In Breslau*, „Armierter Beton" 1913, r. 6, z. 5, s. 179–191.
Trauer [Günther], Gehler [Willy], *Die Festhalle In Breslau*, „Armierter Beton" 1913, r. 6, z. 5, s. 231–240.

Gustav Wolf

Wolf Gustav, *Die Versuchssiedlung Grüneiche auf der Breslauer Werkbundausstellung 1929*, „Die Wohnung" 1929, r. 4, nr 6, s. 181–196.
Wolf Gustav, *Handwerk auf der WuWA*, „Schlesische Zeitung", nr 314, 23 czerwca 1929 roku.

8.2.2. Katalogi wystaw związanych z Terenami Wystawowymi

Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Breslau 1913. Mai-Oktober. Amtlicher Führer, Breslau–Berlin 1913.
Katalog der Historischen Ausstellung. Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913, Breslau 1913.
Amtlicher Katalog der Gartenbau-Ausstellung. Mai-October. Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau [1913].
Ausstellung für Friedhofkunst, Breslau 1913.
Ausstellung Künstlerbund Schlesien. Breslau 1913. Mai-Okt., Breslau 1913.
Folder – Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau Mai– Okt. 1913, Breslau 1913.
Führer durch die Kolonial Ausstellung, Breslau 1913.
Schiff Julius, *Führer durch den Botanischen Schulgarten der Stadt Breslau. Miteimem von Garten-Inspektor H. Kiekheben entworfenen und ausgeführten Plane des Gartens*, Breslau 1913.
Werkbund Ausstellung Wohnung und Werkraum Breslau 1929 (15 Juni – 15 Sept.), Breslau 1929.

8.2.3. Publikacje dotyczące toru wyścigów konnych, Terenów Wystawowych, Wystawy Stulecia i wystawy „Wohnung und Werkraum" (WuWA)

1904

Errichtung eines neuen Rennplatzes bei Breslau, Breslau 1904.
Vorschläge für den Schlesischen Verein für Pferdezucht und Pferderennen wegen, [b.m.w.] 1904.
Buchwald Conrad, *Sonderausstellung des Kunstgewerbevereins für Breslau und die Provinz Schlesien*, Breslau

1904.
Buchwald Conrad, *Das Einfamilienhaus. Schlesische Zeitung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", 31 lipca 1904 roku, s. 4, 6.

1905

Behördl. Hoch und Tiefbau-Nachrichten, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1905, r. 3, nr 54.
Kleine Nachrichten, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1905, r. 3, nr 85, s. 766.
Habel P., *Neuer Führer durch Breslau*, Breslau 1905, s. 127–132.
Hösel Robert, *Das schlesische Einfamilienhaus auf der Breslauer Ausstellung*, „Das Deutsche Landhaus" 1905, nr 1, s. 178–182.

1906

Kleine Nachrichten, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1906, r. 4, nr 8, s. 49.
Zum Wettbewerb der Sängerfesthalle, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1906, r. 4, nr 9, s. 57.

1907

Die Festhalle des 7. deutschen Sängerbundesfest in Breslau, „Schweizerische Bauzeitung" 1907, r. 50, s. 64–65.
Dienstvorschriften für die Gärtner und Arbeiter des städtischen botanischen Schulgartens zu Breslau, Breslau 1907.
Schlesische Verein für Pferdezucht und Pferderennen 1832–1907, Breslau 1907.
Buchwald Conrad, *Das Löwenberger Rathaus*, „Dekorative Kunst" 1907, nr 15, s. 11–15.
Buchwald Conrad, *Hans Poelzig als Baukünstler*, „Dekorative Kunst" 1907, nr 15, s. 225–236.
Franck Philipp, *Die Trau– und Ratsstube für das Rathaus zu Löwenberg in Schlesien*, „Schlesien" 1907–1908, r. 1, s. 205.
Plüddemann Richard, *Die Festbauten für das siebente deutsche Sängerbundesfest in Breslau 1907*, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1907, r. 27, s. 669–672.

1908

Wendt Heinrich, *Eine Jahrhundertausstellung in Breslau*, „Schlesien" 1908/1909, r. 2, nr 5, s. 65–67.

1909

Ausstellungsgebäude, „Schlesische Zeitung", nr 52, 22 stycznia 1909 roku.
Austellungshalle in Breslau, „Schlesien" 1908/1909, r. 2, nr 15, s. 211.
Breslauer Festplatz, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1909, r. 7, nr 2, s. 9.
Die Festhalle für den Katholikentag, „Schlesische Zeitung", nr 547, 7 sierpnia 1909 roku.
Die Zukunft des Zoologischen Garten, „Schlesische Zeitung", nr 184, 14 marca 1909 roku.
Eine Erweiterung des Kunstgewerbemuseum, „Schlesische Zeitung", nr 28.
Erweiterung des Kunstgewerbemuseum und Ausstellungshalle, „Schlesische Zeitung", nr 40, 17 stycznia 1909 roku.
Erweiterung des Zoologischen Gartens und Scheitniger Parks, „Schlesische Zeitung", nr 122, 18 lutego 1909 roku.
Erweiterung des Zoologischen Gartens, „Schlesische Zeitung", nr 427.
Erweiterung des Zoologisches Gartens, „Schlesische Zeitung", nr 148, 28 lutego 1909 roku.
Ortsverein der Scheitniger Vorstadt, „Schlesische Zeitung", nr 666, 22 września 1909 roku.
Umgestaltung des alten Rennplatzes in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", nr 853, 5 grudnia 1909 roku.
Vom Bau der Kaiserbrücke, „Schlesische Zeitung", nr 550, 8 sierpnia 1909 roku.
Wettbewerbsergebnisse, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1909, r. 7, nr 56, s. 336.
Wettbewerbsergebnisse, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1909, r. 7, nr 101, s. 608.
Buchwald Conrad, *Künstlerbund Schlesien*, „Schlesien" 1909-1910, r. 3, s. 167–170.
Pietsch E., *Breslauer Festplatz*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1909, r. 7, nr 9, s. 54, 55.

Utinger J. G., *Ein Vorschlag für ein Künstlerhaus in Breslau*, „Schlesien" 1908/1909, r. 2, nr 27, s. 399–401.
Wolf W., *Museumserweiterung und Ausstellungshalle*, „Schlesische Zeitung", nr 43, 19 stycznia 1909 roku.

1910

„Post festum", „Schlesische Zeitung", nr 463, 5 lipca 1910 roku.
„Post festum", „Schlesische Zeitung", nr 469, 8 lipca 1910 roku.
„Post festum", „Schlesische Zeitung", nr 475, 10 lipca 1910 roku.
Aus der Scheitniger Vorstadt, „Schlesische Zeitung", 10 października 1910 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung", 13 października 1910 roku.
Ein National-Denkmal für Breslau, „Schlesische Zeitung", 27 marca 1910 roku.
Ein Wettbewerb um Vorentwürfe zu einem Bebauungsplan für die Erweiterung des zoologischen Gartens und für das benachbarte Ausstellungsgelände in Breslau, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1910, r. 30, s. 658.
Geheimer Baurat Plüddemann, „Schlesische Zeitung", nr 79, 2 lutego 1910 roku.
Geheimer Baurat Plüddemann, „Schlesische Zeitung", nr 100, 10 lutego 1910 roku.
Hundertjahrfeier der Befreiungskriege 1813–1913, „Schlesische Zeitung", 4 listopada 1910 roku.
Hundertjahrfeier der Befreiungskriege, „Schlesische Zeitung", 25 października 1910 roku.
Wettbewerb betreffend Bebaungsplan für Erweiterung des Zoologischen Garten in Breslau, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1910, r. 30, s. 671.
Wettbewerb, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1910, r. 8, nr 101, s. 768.
Die Verwendung des alten Scheitniger Rennplatzes, „Schlesische Zeitung", nr 868, 11 grudnia 1910 roku.
Kretschmer Hugo, *Breslauer Festwochenkunst*, „Schlesische Heimatblätter" 1909–1910, r. 3, nr 24, s. 626–628.
Langer Kurt, *Breslauer Ausstellungshallen*, „Schlesien" 1909/1910, r. 3, s. 506–508.
Nachtlicht Leo, *Architekten der Gegenwart. Hans Poelzig*, „Bauwelt" 1910, r. 1, z. 12, s. 11–19.

1911

Amtlicher Katalog der Ostdeutschen Ausstellung für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft, Posen 1911.
Anruf!, „Schlesische Zeitung", 8 lutego 1911 roku.
Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Schlesische Zeitung", 26 listopada 1911 roku.
Ausstellungs und Festhalle, „Schlesische Zeitung", 11 czerwca 1911 roku.
Ausstellungs und Versammlungshalle für Breslau, „Schlesische Zeitung", 27 czerwca 1911 roku.
Ausstellungs und Versammlungshalle, „Schlesische Zeitung", 27 sierpnia 1911 roku.
Ausstellungshalle in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", 19 czerwca 1911 roku.
Ausstellungshalle und Jahrhundertfeier 1913, „Schlesische Zeitung", 12 stycznia 1911 roku.
Breslau auf der Posener Ausstellung, „Schlesische Zeitung", 3 stycznia 1911 roku.
Breslauer Jubiläumsausstellung 1913, „Schlesische Zeitung", 21 lipca 1911 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung", 23 czerwca 1911 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung", 29 czerwca 1911 roku.
Breslauer Stadtverordneterversammlung, „Schlesische Zeitung", 27 stycznia 1911 roku.
Breslauer Stadtverordneterversammlung, „Schlesische Zeitung", 14 kwietnia 1911 roku.
Die Ausstellung zur Erinnerung an die Befreiungskriege im Jahre 1913, „Schlesien" 1910–1911, r. 4, s. 297–298.
Die Ausstellungs und Versammlungshalle für Breslau, „Schlesische Zeitung", 25 czerwca 1911 roku.
Die Ausstellungs und Versammlungshalle für Breslau, „Schlesische Zeitung", 9 lipca 1911 roku.
Die Ausstellungshalle in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", 26 lutego 1911 roku.
Die Breslauer Ausstellungs und Versammlungshalle, „Schlesische Zeitung", 21 czerwca 1911 roku.
Die Erweiterung des Zoologischen Garten, „Schlesische Zeitung", 8 kwietnia 1911 roku.
Die Erweiterung des Zoologischen Gartens zu Breslau, „Schlesische Heimatblätter" 1910–1911, r. 4, nr 15, s. 422–423.
Großer Eisenbetonbau in Breslau, „Die Bauwelt" 1911, r. 2, z. 98, s. 13.

Jahrhundert-Ausstellung 1913 in Breslau, „Schlesische Zeitung”, 23 stycznia 1911 roku.
Jahrhundertfeier 1913, „Schlesische Zeitung”, 4 kwietnia 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 6 stycznia 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 12 lutego 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 28 kwietnia 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 1 maja 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 1 grudnia 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 8 grudnia 1911 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 19 grudnia 1911 roku.
Offizieller Katalog [*der*] *Ostdeutschen Ausstellung für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft*, Posen 1911, s. 104.
Ostdeutsche Ausstellung in Posen 1911, „Schlesische Zeitung”, 1 stycznia 1911 roku.
Versammlungs und Ausstellungshalle, „Schlesische Zeitung”, 8 listopada 1911 roku.
Vom Bau der Ausstellungshalle, „Schlesische Zeitung”, 6 sierpnia 1911 roku.
Von der Breslauer Festhalle, „Schlesische Zeitung”, 5 grudnia 1911 roku.
Von der Ostdeutschen Ausstellung in Posen, „Schlesische Zeitung”, 21 maja 1911 roku.
Wettbewerb, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1911, r. 9, nr 36, s. 283.
Von Nah und Fern. Unsere Beilagen, „Schlesien” 1910/1911, r. 4, nr 11, s. 305.
Wettbewerbsergebnis, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1911, r. 9, nr 29, s. 232.
Zoologischer Garten, „Schlesische Zeitung”, 27 maja 1911 roku.
Brandt Georg, *Ostdeutsche Ausstellung zu Posen*, „Wohnungskunst” 1911, nr 3, s. 262-263.
Buchwald Conrad, *Die Ausstellung zur Erinnerung an die Befreiungskriege im Jahre 1913*, „Schlesien” 1910/1911, r. 4, nr 11, s. 297–298 [il. 24].
Grotte Alfred, *Die Bauten der Ostdeutschen Ausstellung in Posen 1911*, „Der Industriebau” 1911, nr 2, s. 217–228.
Grotte Alfred, *Zur Eröffnung der „Ostdeutschen Ausstellung Posen 1911*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1911, r. 9, s. 297–301.
Grotte Alfred, *Die Architektur auf der Ostdeutschen Ausstellung Posen 1911*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1911, r. 9, s. 609–615, 641–647.
Haase [ ], *Zur Entstehungsgeschichte des Oberschlesischen Turmes*, [w:] *Statistisches Amt der Stadt Posen. Die Ostdeutsche Ausstellung für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft Posen 1911. Rückblick*, Posen 1913, s. 145–149.
Haupt [ ], *Von der Ostdeutschen Ausstellung in Posen*, „Schlesien” 1910/1911, r. 4, nr 23, s. 651–656.
Hohenberg [ ], *Ostdeutsche Ausstellung für Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft in Posen*, „Zentralblatt der Bauverwaltung” 1911, nr 31, s. 403–410.
O.A., *Von der Posener Ausstellung*, „Kunstwart” 1911, nr 14, s. 302 i n.
Pudor Heinrich, *Die Ostdeutsche Ausstellung in Posen*, „Schlesien” 1910/1911, r. 4, nr 23, s. 640–641.
Macard [ ], *Die ostdeutsche Ausstellung in Posen 1911*, „Bauwelt” 1911, r. 2, s. 17.
Müller [ ], *Die Breslauer Festhalle*, „Schlesische Zeitung”, 28 czerwca 1911 roku.
Schubert Richard E., *Der „Oberschlesische Turm” in Posen*, „Neudeutsche Bauzeitung” 1911, nr 7, s. 683–690.

1912

Aus den Stadtverordnetenvorlagen, „Schlesische Zeitung”, 13 kwietnia 1912 roku.
Ausstellung für Friedhofkunst, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz” 1912, nr 1 (wrzesień), s. 2–3.
Ausstellung für Friedhofskunst, „Schlesische Zeitung”, 25 grudnia 1912 roku.
Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Befreiungskriege in Breslau, „Schlesische Zeitung”, 5 maja 1912 roku.
Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 7 marca 1912.
Ausstellungswesen. Eine Ausstellung für Friedhofskunst. Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1912, r. 10, nr 92, s. 483–484.
Ausstellungswesen. Gartenbau– Ausstellung, Abteilung für Friedhofskunst, Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1912, r. 10, nr 69, s. 344.

Besichtigung der Festhalle und des Ausstellungsgeländes, „Schlesische Zeitung”, 22 października 1912 roku.
Breslauer Festhalle, „Schlesische Zeitung”, 30 marca 1912 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung”, 9 lutego 1912 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung”, 1 marca 1912 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung”, 16 kwietnia 1912 roku.
Breslauer Stadtverordnetenversammlung, „Schlesische Zeitung”, 11 października 1912 roku.
Das Ausstellungsgebäude der Jahrhundertfeier in Scheitnig, „Schlesische Zeitung”, 6 października 1912 roku.
Das Programm der Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege im Jahre 1913, „Schlesische Zeitung”, 11 lutego 1912 roku.
Der Etat der Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung”, 29 marca 1912 roku.
Der Innengarten des Ausstellungsgebäudes, „Breslauer Zeitung”, nr 723, 13 października 1912 roku.
Der Streik am Bau der Ausstellungshalle beendet, „Die Volkswacht”, nr 197, 24 sierpnia 1912 roku.
Der Streik bei zu Bau der Ausstellungshalle, „Die Volkswacht”, nr 193, 20 sierpnia 1912 roku.
Deutscher Beton-Verein (E. V.) Vorläufige Tagesordnung für die 16. Hauptversammlung, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau” 1912, r. 9, nr 24, s. 192.
Die Breslauer Ausstellungshalle, „Schlesische Zeitung”, 10 lutego 1912 roku.
Die Breslauer Festhalle – die größte Massivkuppel der Welt, „Die Bauwelt” 1912, r. 3, nr 49, s. 15.
Die Breslauer Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung”, 28 września 1912 roku.
Die Jahrhundertausstellung Breslau 1913, „Breslauer Zeitung”, nr 705, 6 października 1912 roku.
Dorffriedhofs-Ausstellung 1913, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz” 1912, nr 1 (wrzesień), s. 7.
Ein Vortrag über die Jahrhundertfeier in Breslau, „Breslauer Zeitung”, nr 699, 4 października 1912 roku.
Friedhofausstellung Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 15 października 1912 roku.
Garten– Bauausstellung. Breslau 1913, „Breslauer Zeitung”, nr 882, 15 grudnia 1912 roku.
Gartenbauausstellung 1913, „Schlesische Zeitung”, 20 marca 1912 roku.
Gartenbauausstellung in Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 17 marca 1912 roku.
Jahrhundertausstellung 1913 in Breslau, „Schlesische Zeitung”, 26 lutego 1912 roku.
Jahrhundertausstellung 1913 in Breslau, „Schlesische Zeitung”, 28 lutego 1912 roku.
Jahrhundertausstellung der Freiheitskriege in Breslau, „Schlesische Zeitung”, 22 stycznia 1912 roku.
Jahrhundertfeier 1913, „Schlesische Zeitung”, 3 kwietnia 1912 roku.
Jahrhundertfeier 1913, „Schlesische Zeitung”, 28 kwietnia 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege 1913. Verpachtung des Hauptrestaurants auf dem Festplatze, „Schlesische Zeitung”, 4 sierpnia 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 21 kwietnia 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913. Von der Friedhofsausstellung, „Breslauer Zeitung” 1912, nr 906.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Breslauer Zeitung”, nr 759, 27 października 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Schlesische Zeitung”, 24 lipca 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Schlesische Zeitung”, 29 września 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Schlesische Zeitung”, 24 listopada 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Breslauer Zeitung”, nr 696, 3 października 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 7 kwietnia 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 21 lipca 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 8 września 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Breslauer Zeitung”, nr 762, 29 października 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Breslau 1913, „Breslauer Zeitung”, nr 795, 11 listopada 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Breslau 1913, „Breslauer Zeitung”, nr 828, 24 listopada 1912 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Die historische Gärten, „Schlesische Zeitung”, 29 października 1912 roku.
Jahrhundertfeier in Breslau 1913, „Schlesische Zeitung”, 3 października 1912 roku.
Jubiläumsausstellung in Breslau, „Schlesische Zeitung”, 4 kwietnia 1912 roku.

[notka w:] „Breslauer General Anzeiger", 1 czerwca 1912 roku.
[notka w:] „Breslauer Morgen Zeitung", 14 kwietnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 19 stycznia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 26 stycznia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 28 kwietnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 12 maja 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 19 maja 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 20 maja 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 25 maja 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 27 czerwca 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 13 sierpnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 25 sierpnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 26 sierpnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 27 września 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 28 września 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 13 grudnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 15 grudnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 25 grudnia 1912 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", nr 591, 23 sierpnia 1912 roku.
Reiterfest zur Jahrhundertfeier, „Schlesische Zeitung", 26 lutego 1912 roku.
Schrebergartenausstellung 1913, „Schlesische Zeitung", 10 maja 1912 roku.
Stadtverordneten – Versammlung, „Breslauer Zeitung", nr 717, 11 października 1912 roku.
Stand der Bauarbeiten an der Festhalle, „Schlesische Zeitung", 4 sierpnia 1912 roku.
Streik am Festhallenbau, „Die Volkswacht", nr 192, 18 sierpnia 1912 roku.
Streik bei zu Bau der historischen Ausstellungshalle, „Schlesische Zeitung", nr 579, 19 sierpnia 1912 roku.
Streik beim Bau der historischen Ausstellungshalle. Das hiesige sozialdemokratische Organ bringt folgende Meldung, „Schlesische Zeitung", 18 sierpnia 1912 roku.
Tödlicher Unfall beim Festhallen-Bau, „Die Volkswacht", nr 188, 14 sierpnia 1912 roku.
Verschiedene Nachrichten, „Schlesische Zeitung", 4 września 1912 roku.
Verschiedenes. Der Schlesische Bund für Heimatschutz, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1912, r. 10, nr 102, s. 543.
Verschiedenes. Deutscher Betonverein, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1912, r. 10, nr 103, s. 549.
Verschiedenes. Wettbewerb, Brieg, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1912, r. 10, nr 39, s. 163.
Vom Bau der Breslauer Festhalle, „Schlesische Zeitung", 1 września 1912 roku.
Vom Bau der Festhalle in Scheitnig, „Breslauer Zeitung", nr 899, 21 grudnia 1912 roku.
Vom Bau der Festhalle in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", 15 czerwca 1912 roku.
Vom Bau der Festhalle, „Schlesische Zeitung", 10 kwietnia 1912 roku.
Vom Bau der Festhalle, „Schlesische Zeitung", 26 maja 1912 roku.
Vom Bau der Festhalle, „Schlesische Zeitung", 29 października 1912 roku.
Vom Bau der städtischen Festhalle, „Schlesische Zeitung", 30 stycznia 1912 roku.
Vom Breslauer Ausstellungsgelände, „Schlesische Zeitung", 15 września 1912 roku.
Vom Breslauer Ausstellungsplatz, „Schlesische Zeitung", 31 sierpnia 1912 roku.
Vom Werdegang der Festhalle, „Schlesische Zeitung", 28 lipca 1912 roku.
Von der Festhalle in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", 22 grudnia 1912 roku.
Von der Friedhofsausstellung Breslau 1913, „Breslauer Zeitung", nr 726, 15 października 1912 roku.
Von der Jahrhundertausstellung 1913, „Schlesische Zeitung", 1 listopada 1912 roku.
Von der Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung", 21 lipca 1912 roku.
Zur Jahrhundertfeier 1913, „Schlesische Zeitung", 16 marca 1912 roku.
Zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, Breslau 1913, „Schlesische Zeitung", 18 sierpnia 1912 roku.
c p . , *Verpflanzen alter Promenadenbäume*, „Schlesische Zeitung", 13 października 1912 roku.

D e s s o i r Max, M u t h e s i u s Hermann, *Das Bismarck-Nationaldenkmal. Eine Erörterung des Wettbewerbs*, Jena 1912.
F l ü g e l Ernst, *Zur Frage der für die Festhalle projektierten großen Orgel*, „Schlesische Zeitung", 1 października 1912 roku.
J . S . , *Die Holzkirche in Kandrzin bedroht*, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz" 1912, nr 1 (wrzesień), s. 5–6.
L o e s c h m a n n G., *Die Plakatenentwürfe für die Ausstellung zur Jahrhundert-Feier der Freiheitskriege*, „Schlesische Zeitung", 13 marca 1912 roku.
O.A., *Der Oberschlesische Turm, Festschrift den Besuchern des Turmes gewidmet*, Berlin–Breslau–Kattowitz 1911–1912.
S c h m i d Max, *Bismarck-Nationaldenkmal. Hundert Wettbewerb-Entwürfe*, Düsseldorf 1912.
W e n d t H., *Die Breslauer Eingemeindungen*, Breslau 1912, s. 68, 72, 78–82.

1913

Ankunft des Kronprinzenpaares, „Schlesische Zeitung", 20 maja 1913 roku.
Aus Kunst und Wissenschaft. Das zurückgezogene Festspiel, „Königsberger Allgemeine Zeitung", 20 czerwca 1913 roku.
Ausstellung für Friedhofskunst, „Schlesische Zeitung", nr 37, 16 stycznia 1913 roku.
Ausstellungs Naturtheater, „Schlesische Zeitung", 8 czerwca 1913 roku.
Ausstellung– Sondernummer der Schlesischen Zeitung, „Schlesische Zeitung", 1 lipca 1913 roku.
Beschwerden über Unzulänglichkeiten auf der Jahrhundert-Ausstellung, „Schlesische Zeitung", 14 czerwca 1913 roku.
Breslauer Festhalle, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 12, s. 71.
Dankfundgebungen Gerhart Hauptmanns, „Schlesische Zeitung", 23 czerwca 1913 roku.
Das abgeletzte Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung", 18 czerwca 1913 roku.
Das Hauptmann Festspiel und die Kritik, „Schlesische Zeitung", 4 czerwca 1913 roku.
Das Holz, Beton und Eisen auf der Internationalen Baufach-Ausstellung in Leipzig, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 68, s. 406.
Das Mirakel-Gastspiel in Breslau, „Schlesische Woche" 1913, r. 1, nr 12, s. 2.
Das neue Ausstellungsplakat, „Schlesische Zeitung", nr 64, 26 stycznia 1913 roku.
Der Betonbau auf der Internationalen Baufach – Ausstellung in Leipzig 1913, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau" 1913, r. 10, nr 15, s. 131–134.
Der „Fall Hauptmann", „Schlesische Zeitung", 24 czerwca 1913 roku.
Der Gerhart Hauptmann – Protest-Kümmel, „Deutsche Tageszeitung" (Berlin), 21 czerwca 1913 roku.
Der Goethebund für Hauptmann, „Schlesische Zeitung", 24 czerwca 1913 roku.
Der Vorstand des Provinzial– Kriegerverbandes für Schlesien, „Schlesische Zeitung", 8 czerwca 1913 roku [ogłoszenie prasowe].
Deutsche Kunstausstellung 1913. Leipzig, Kassel, Stuttgart, Wien, Manheim, Düsseldorf, München, Baden-Baden, Frankfurt, Breslau, Berlin, Hamburg, Leipzig 1913.
Deutscher Beton Verein (E. V.) Tagesordnung für die 16. Hauptversammlung. am 13. bis 15. Februar 1913, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau" 1913, r. 10, nr 1, s. 8.
Deutscher Beton-Verein (E. V.).Tagesordnung für die 16. Hauptversammlung am 13., 14. und 15. Februar 1913 von vormittags 10 Uhr ab im Kaisersaal des „Rheingold", Berlin, „Armierter Beton" 1913, r. 6, z. 1, s. 48.
Die Absetzung der Jahrhundert-Festspiels Gerhart Hauptmanns, „Neues Wiener Journal", 20 czerwca 1913 roku.
Die Arbeiten auf dem Ausstellungsterrain, „Breslauer General Anzeiger", 16 marca 1913 roku.
Die Ausstellung für Friedhofskunst in Breslau 1913, „Der Profanbau" 1913, r. 9, nr 23, s. 707–716.
Die Ausstellung für Friedhofkunst in Breslau, „Schlesien" 1912/1913, r. 6, s. 587–591.
Die Ausstellungen zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege in Breslau 1913, „Schlesien" 1912/1913, r. 6, s. 353–358.

Die Blumenausstellung in der Breslauer Jahrhunderthalle, „Schlesien" 1912/1913, r. 6, s. 454.
Die Breslauer Arbeiten gegen den Hauptmann-Skandal, „Vorwärts", 23 czerwca 1913 roku.
Die Eröffnungsfeier in der Halle, „Schlesische Zeitung", 20 maja 1913 roku.
Die Eröffnungsfeier, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 3.
Die Festhalle in Breslau (Jahrhunderthalle), „Schweizerische Bauzeitung" 1913, nr 62, s. 150–151; 1914, nr 64, s. 98–99.
Die Friedhofskunst-Ausstellung, „Schlesische Zeitung", 25 czerwca 1913 roku.
Die führende Männer der Jahrhundert-Ausstellung, „Schlesische Woche" 1913, r. 1, nr 4, s. 2–4.
Die gewaltige Festhalle der Jahrhundert-Ausstellung in Breslau, „Baugewerks-Zeitung" 1913, nr 45, s. 423–424.
Die Hauptmannschen Festspiele abgebrochen, „Schlesische Zeitung", 18 czerwca 1913 roku.
Die historische Ausstellung, „Schlesische Zeitung", 20 maja 1913 roku.
Die Holzkirche in Kandrzin, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz" 1913, nr 2 (styczeń), s. 13–14.
Die Jahrhundertfeier der Freiheitskriege 1913, „Deutsche Kunstausstellung" 1913, z. 3, s. 97–144.
Die Jahrhunderthalle der Stadt Breslau (Scheitniger Park), „Bauzeitung für Württemberg" 1913, nr 10, s. 197–198.
Die Jahrhunderthalle in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 55, s. 325–326.
Die Jahrhunderthalle in Breslau, „Zentralblatt für das deutsche Baugewerbe" 1913, nr 12, s. 169–171.
Die Jahrhunderthalle, errichtet von der Stadt Breslau für die Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Zeitschrift des österreichischen Ingenieuren und Architekten Verein" 1913, nr 65, s. 443–444.
Die Jahrhundertschmach, „Vorwärts", 21 czerwca 1913 roku.
Die Mehrkosten der Jahrhunderthalle in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", 14 kwietnia 1913 roku.
Die Orgel in der Breslauer Jahrhunderthalle, „Schlesische Zeitung", 30 lipca 1913 roku.
Die Orgel in der Jahrhunderthalle, „Schlesische Zeitung", 15 września 1913 roku.
Die orgel der Breslauer Festhalle, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 87, s. 521–522.
Die Ostdeutsche Ausstellung für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft Posen 1911. Rückblick, Posen 1913.
Die Propaganda für die Jahrhundertfeier, „Breslauer Zeitung", nr 127, 20 lutego 1913 roku.
Ein Burggarten, „Schlesische Zeitung", 23 marca 1913 roku.
Ein Epilog, „Schlesische Zeitung", 1 lipca 1913 roku.
Ein Jahrbuch für Schlesien im Festjahr 1913, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz" 1913, nr 4 (październik), s. 35.
Excelsior, Familie Patchulke auf der Jahrhundertausstellung, „Schlesische Woche" 1913, r. 1, nr 1, s. 1.
Gartenbauausstellung Breslau 1913, „Schlesische Zeitung", 31 maja 1913 roku.
Gartenkunst im Vergnügungspark, „Breslauer Zeitung", nr 118, 16 lutego 1913 roku.
Gartenkunst– und Verkehrshalle, [w:] *Amtlicher Führer*, Breslau–Berlin 1913, s. 181–185.
Gebäude der Historischen Ausstellung. Jahrhundert-Ausstellung, Scheitniger Park, Breslau 1913, „Der Baumeister" 1913, r. 11, z. 12, s. 134–135.
Gustav Frennsen über das Jahrhundertfestspiel, „Schlesische Zeitung", 16 lipca 1913 roku.
Harden über das Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung", 21 czerwca 1913 roku.
Hauptmann und der Breslauer Stadtmagistrat, „Nürnberger Zeitung", 20 czerwca 1913 roku.
Hauptmanns Puppenspiel, „Münchener Neueste Nachrichten", 21 czerwca 1913 roku.
Hauptrestaurant, [w:] *Amtlicher Führer*, Breslau–Berlin 1913, s. 58.
In der größten Orgel der Welt, „Schlesische Zeitung", 16 września 1913 roku.
In der historischen Ausstellung, „Schlesische Zeitung", 20 maja 1913 roku.
Jagdsport-Ausstellung im Jagdhause an der Pergola auf der Jahrhundert-Ausstellung Breslau 1913, Breslau 1913.
Jahrhundertausstellung Breslau 1913. Von der Gesamtanlage, „Schlesische Zeitung", 20 maja 1913 roku.
Jahrhundert-Ausstellung. Breslau 1913. Ein neuer Gerhart Hauptmann, „Breslauer Zeitung", nr 205, 23 marca 1913 roku.
Jahrhundert der Freiheitskriege. Breslau 1913. Die Eröffnung der Gartenbau-Ausstellung, „Breslauer Zeitung", nr 136, 23 lutego 1913 roku.
Jahrhundertausstellung Breslau 1913. Eröffnungsfeier, „Schlesische Zeitung", 18 maja 1913 roku.
Jahrhundertausstellung in Breslau, „Schlesische Zeitung", 18 marca 1913 roku.
Jahrhundertausstellung in Breslau, „Schlesische Zeitung", 2 lipca 1913 roku.
Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung", 9 marca 1913 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege Breslau 1913, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 2.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Schlesische Zeitung", 15 marca 1913 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege, „Schlesische Zeitung", 7 czerwca 1913 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Festspiel von Gerhart Hauptmann, „Schlesische Zeitung", 23 marca 1913 roku.
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Tagesprogramm [6 maja – 26 października 1913 roku].
Jahrhundertfeier der Freiheitskriege. Turnerische Vorführung, „Schlesische Zeitung", 24 maja 1913 roku.
Jahrhundertfestspiel, „Schlesische Zeitung", 24 maja 1913 roku.
Jahrhundertfestspiel, „Schlesische Zeitung", 30 maja 1913 roku.
Kolonialausstellung, „Schlesische Zeitung", 23 marca 1913 roku.
Künstlerbund Schlesien, [w:] *Amtlicher Führer*, Breslau–Berlin 1913, s. 57.
Künstlerbund Schlesien, „Schlesische Zeitung", 14 czerwca 1913 roku.
Mahlers achte Sinfonie, „Schlesische Zeitung", 22 września 1913 roku.
Modepavillon, [w:] *Amtlicher Führer*, Breslau–Berlin 1913, s. 96.
Natur-Theater, [w:] *Amtlicher Führer*, Breslau–Berlin 1913, s. 171–172.
Neuzeitliche Sondergärten, [w:] *Amtlicher Führer*, Breslau–Berlin 1913, s. 173–180.
Noch einmal das Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung", 11 czerwca 1913 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 9 marca 1913 roku.
[notka omawiająca sztukę Gerharta Hauptmanna w:] „Daheim", 14 czerwca 1913 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 23 stycznia 1913 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 27 marca 1913 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 31 marca 1913 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 4 kwietnia 1913 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung", 4 lipca 1913 roku.
Nur keine Verschleierung, „Schlesische Zeitung", 19 czerwca 1913 roku.
[omówienie sztuki Gerharta Hauptmanna w:] „Excelsior", 23 czerwca 1913 roku.
[omówienie sztuki Gerharta Hauptmanna w:] „Le Humanite", 24 czerwca 1913 roku.
[omówienie sztuki Gerharta Hauptmanna w:] „Prager Tagesblatt", 19 czerwca 1913 roku.
[omówienie sztuki Gerharta Hauptmanna w:] „Prager Tagesblatt", 20 czerwca 1913 roku.
[omówienie sztuki Gerharta Hauptmanna w:] „Le Figaro", 19 lipca 1913 roku.
Patrioten über Dir, „Vorwärts", 23 czerwca 1913 roku.
Rundgang durch die Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung", nr 137, 24 lutego 1913 roku.
Schlesische Bund für Heimatschutz, „Breslauer Zeitung", nr 139, 25 lutego 1913 roku.
Sondernummer, „Der Woche", Berlin 1913.
Sonderzüge nach Breslau, „Schlesische Zeitung", 24 maja 1913 roku.
Sonderzüge zur Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung", 1 czerwca 1913 roku.
Verschiedenes. Baugeschichtliches. Die Holzkirche aus Kandrzin auf der Jahrhundertausstellung in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 28, s. 167.
Vermischtes. Vom Bau der Ausstellungs– und Festhalle zu Breslau, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau" 1913, r. 10, nr 1, s. 7–8.
Verschiedenes. Die Orgel der Breslauer Festhalle, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 87, s. 521–522.
Verschiedenes. Für die Praxis. Breslauer Festhalle, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 12, s. 71.
Vom Ausstellungsgelände in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", nr 28, 12 stycznia 1913 roku.
Vom Ausstellungsgelände in Scheitnig, „Schlesische Zeitung", nr 83, 3 lutego 1913 roku.

Vom Ausstellungsgelände, „Schlesische Zeitung”, 23 marca 1913 roku.
Vom Ausstellungsplatz, „Schlesische Zeitung”, nr 148, 28 lutego 1913 roku.
Vom Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung”, 19 czerwca 1913 roku.
Vom Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung”, 20 czerwca 1913 roku.
Von der Ausstellung für Friedhofskunst, „Breslauer Zeitung”, nr 34, 15 stycznia 1913 roku.
Von der 16. Hauptversammlung des „Deutschen Beton-Vereins” in Berlin 1913, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau” 1913, r. 10, nr 8, s. 63.
Von der Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege in Breslau 1913, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 68, s. 406–407.
Von der Breslauer Jahrhundert-Ausstellung, „Deutsche Bauhütte” 1913, nr 17, s. 316–317.
Von der Breslauer Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung”, 14 czerwca 1913 roku.
Von der Breslauer Jahrhunderthalle, „Schlesische Zeitung”, 1 marca 1913 roku.
Von der Friedhofskunst-Ausstellung, „Schlesische Zeitung”, 14 lipca 1913 roku.
Von der Jahrhundertausstellung in Breslau, „Schlesien” 1912/1913, r. 6, s. 512–516.
Von der Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung”, 21 marca 1913 roku.
Von der Jahrhundertausstellung. Festkonzert in der Jahrhunderthalle, „Schlesische Zeitung”, 10 lipca 1913 roku.
Von der Jahrhundertausstellung. Kinderfest, „Schlesische Zeitung”, 28 lipca 1913 roku.
Von der Jahrhunderthalle, „Schlesische Zeitung”, 3 lipca 1913 roku.
Vorwärts, „Schlesische Zeitung”, 8 czerwca 1913 roku.
Was bleibt von der Jahrhundertausstellung?, „Schlesische Zeitung”, 18 września 1913 roku.
Zum „Fall Hauptmann”, „Schlesische Zeitung”, 23 czerwca 1913 roku.
Zum Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung”, 12 czerwca 1913 roku.
Zum Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung”, 20 czerwca 1913 roku.
Zum Hauptmann-Festspiel, „Schlesische Zeitung”, 22 czerwca 1913 roku.
Zur Eröffnung der Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung”, 20 maja 1913 roku.
Zur Eröffnung der Jahrhundertausstellung, „Schlesische Zeitung”, 21 maja 1913 roku.
A., *Besichtigung der Jahrhundertausstellung durch Vertreter der deutschen Presse*, „Schlesien” 1912/1913, r. 6, s. 426.
A., *Die Eröffnung der Jahrhundertausstellung der Stadt Breslau*, „Schlesien” 1912/1913, r. 6.
A.D., *Das „Mirakel”*, „Schlesische Zeitung”, 27 września 1913 roku.
A.D., *Das „Mirakel”*, „Schlesische Zeitung”, 28 września 1913 roku.
A.D., *Das Hauptmann Festspiel*, „Schlesische Zeitung”, 1 czerwca 1913 roku.
A.D., *Das Naturtheater*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 23.
A.D., *Die letzte Ausführung des Hauptmann-Festspiele*, „Schlesische Zeitung”, 18 czerwca 1913 roku.
Behne Adolf, *Romantiker, Pathetiker und Logiker im modernen Industriebau*, „Preußische Jahrbücher” 1913, t. 154 (październik-grudzień), s. 171–174.
Behr Heinrich, *Internationale Baufach-Ausstellung in Leipzig 1913. Beton und Eisenbeton*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 87, s. 518–520.
Behrendt Walter Curt, *Die Bauten der Jahrhundertausstellung in Breslau*, „Zentralblatt der Bauverwaltung” 1913, r. 33, s. 433–437.
Behrendt Walter Curt, *Die Architektur der Jahrhundert-Ausstellung in Breslau*, „Dekorative Kunst ilustrierte Zeitschrift für angewandte Kunst” 1912/1913, t. 21, s. 537–544.
Behrendt Walter Curt, *Neuere Baukunst in Schlesien*, „Architektonische Rundschau” 1913, nr 29, s. 49–52.
Behrendt Walter Curt, *Hans Poelzig*, „Kunst und Künstler” 1913, nr 12.
Borgese G.A., *Napoleone*, „Corriere Della Serra”, 28 lipca 1913 roku.
Breuer R., *Architektur und Gartenbau auf der Breslauer Jahrhundert Ausstellung*, „Kunstgewerbeblatt” 1912–1913, r. 24, z. 10, s. 181–185.
Breuer R., *Die Breslauer Ausstellung als Architektur*, „Schlesien” 1912/1913, r. 6, s. 519–524.

Buchwald Conrad, *Die historische Ausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 17–21.
Buhle M., *Neuzeitliche Kabelkrane und ihre Anwendung auf das Bauwesen*, „Deutsche Bauzeitung” 1913, r. 47, nr 82, s. 748.
Burgemeister Ludwig, *Die Blockholzkapelle auf dem Dorffriedhof*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 9–10.
C.B., *Byzantinische und ehrliche Geschichtsbetrachtung*, „Berliner Tagesblatt”, 26 czerwca 1913 roku.
Circulator, *Der Vergnügungspark*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 27–28.
Dannegger A., *Das Jahrhundert-Festspiel*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 8–9.
E.N., *Festkonzert in der Jahrhunderthalle*, „Schlesische Zeitung”, 13 lipca 1913 roku.
Ernst F., *Breslauer Musikwoche*, „Schlesische Woche” 1913, r. 1, nr 12, s. 3–4.
F.E., *Die Riesenorgel der Breslauer Jahrhunderthalle*, „Schlesische Woche” 1913, r. 1, nr 12, s. 4–5, 8–9.
F.E., *Schluß der Breslauer Jahrhundertausstellung*, „Schlesische Woche” 1913, r. 1, nr 17, s. 4–5, 8.
F.E., G.H., *Von der Breslauer Jahrhundertfeier*, „Schlesien” 1912/1913, r. 6, s. 569–570.
Fischmann [ ], *Die internationale Baufach-Ausstellung Leipzig 1913*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 58, s. 345–346.
Folnesics J., *Die Breslauer Ausstellung zur Jahrhundertfeier der Freiheitskriege*, „Kunst und Kunsthandwerk” 1913, r. 16, z. 10, s. 505–508.
Gropius Walter, *Die Entwicklung moderner Industriebaukunst*, „Die Kunst in Industrie und Handel. Jahrbuch des Deutschen Werkbundes”, Jena 1913, s. 20.
Gurlitt Cornelius, *Dresden, Bauausstellung und moderne Architektur*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 46, s. 273–274.
Haenel Erich, *Die Jahrhundertaustellung in Breslau*, „Der Kunstwart und Kulturwart. Halbmonatschau für Ausdruckskultur auf allen Lebensgebieten” 1929, r. 42, z. 22, s. 307–309.
Hoppe [ ], *Die Gartenbauausstellung in Breslau*, „Schlesien” 1912/1913, r. 6, s. 577–580.
Huth Friedrich, *Die internationale Baufach-Ausstellung Leipzig 1913. Die Betonhalle*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 63, s. 373–374, 375.
Langer Kurt, *Die architektonische Bedeutung der Breslauer Jahrhundertausstellung*, „Deutsche Bauhütte” 1913, t. 17, s. 458, 495, 461.
Langer Kurt, *Die Breslauer Jahrhundert-Ausstellung*, „Neu Deutsche Bauzeitung” 1913, r. 9, s. 631–637.
Langer Kurt, *Die internationale Baufachausstellung Leipzig 1913*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 2, s. 9–11.
Langer Kurt, *Die internationale Baufach-Ausstellung Leipzig 1913*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 57, s. 337–340.
Langer Kurt, *Werkstoff und Kunstform. Eine Betrachtung zu der „Möbelausstellung” im Jagdhaus auf der Breslauer Jahrhundert-Ausstellung*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1913, r. 11, nr 82, s. 489–491.
Lidner A., *Die bildenden Künste auf der Breslauer Jahrhundert-Ausstellung*, „Zeitschrift für bildende Kunst” 1913, s. 237–243.
Loeschman E., *Der Künstlerbund Schlesien in der Jahrhundert-Ausstellung*, „Schlesische Zeitung”, 24 maja 1913 roku.
Loeschmann E., *Der Künstlerbund Schlesien auf der Jahrhundert Ausstellung in Breslau*, „Die Kunst” 1913, t. 27, s. 549–550.
Loeschmann E., *Künstlerbund Schlesien*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 21–23.
Loeschmann G., *Ausstellung des Künstlerbundes Schlesien*, „Schlesische Zeitung”, 20 maja 1913 roku.
Loeschmann G., *Neuausstellung des Künstlerbundes Schlesien*, „Schlesische Zeitung”, 29 lipca 1913 roku.
Meyrodt [ ], *Die tropischen Orchideen und ihre Kultur in Deutschland*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer”, r. 172, Breslau 1913, s. 15.
Neufeldt E., *Generalprobe der Mahler-Sinfonie*, „Schlesische Zeitung”, 21 września 1913 roku.
Neufeldt E., *Riesenorchester*, „Schlesische Zeitung”, 20 września 1913 roku.

Neufeldt E., *Straubes zweites Orgelkonzert*, „Schlesische Zeitung", 26 września 1913 roku.
Neufeldt E., *Zur Aufführung von Mahlers 8. Symphonie*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 9.
Niedzielski T, *Wystawa Budowlana w Lipsku poświęcona rocznicy bitwy narodów*, „Architekt" 1913, r. 14, z. 5–6, s. 84.
Niedzielski T., *Z wystaw w Lipsku i Wrocławiu*, „Architekt" 1913, r. 14, z. 8, s. 117–119.
Ottmann V., *Die Jahrhundertausstellung in Breslau*, Breslau 1913.
Pudor Heinrich, *Die Raumkunst auf der Internationalen Baufach-Ausstellung in Leipzig 1913*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1913, r. 11, nr 67, s. 399–400.
Rein H., *Die Obstgärten auf der Ausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 26.
Schütze J., *Rosen und Tulpen*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 15–16.
Schwarzer O., *Geschichte Breslaus in kurzer Übersicht von Hermann Markgraf*, Breslau 1913, s. 50, 57, 64, 70, 86–87.
Sörrensen W., *Die historische Ausstellung*, „Schlesien" 1912/1913, r. 6, s. 525–531.
W., *Der Dorffriedhof auf der Breslauer Ausstellung*, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz" 1913, nr 3 (czerwiec), s. 23–24.
Waldersee Helene Gräfin, *Wo unser Ausstellung und dem gewäsnen „Festspiel"*, „Schlesische Zeitung", 21 czerwca 1913 roku.
Warburg E., *Die Breslauer Jahrhundert-Ausstellung*, „Westermanns Monatshefte" 1913, s. 267–278.
Wendt Heinrich, *Der Raum Breslau in der historischen Ausstellung*, „Schlesien" 1912/1913, r. 6, s. 531–536.
Winkler H., *Die Kolonialausstellung*, „Schlesische Zeitung. Sondernummer", r. 172, Breslau 1913, s. 11.

1914

Ausstellungswesen. Schlesische Provinziell– Gewerbe– Ausstellung in Breslau?, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1914, r. 12, nr 16, s. 98.
Breslauer Jahrhunderthalle, „Breslauer Zeitung", nr 642, 12 września 1914 roku.
Bücher und Bilder Schau, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz" 1914, nr 5 (marzec), s. 53.
Die Jahrhunderthalle in Breslau, „Zeitschrift für das Baugewerbe" 1914, nr 58, s. 92–93.
Friedhofskunst auf der Breslauer Ausstellung 1913, „Der Baumeister" 1914, r. 12, z. 3, s. 10–12.
Kriegsbäume Kriegerdenkmäler und Jahrhunderthalle, „Schlesische Volkszeitung", nr 466, 10 października 1914 roku.
[notka w:] „Breslauer Zeitung", nr 480, 11 lipca 1914 roku.
Verschiedenes. Ausstellungswesen. Ausstellung Städtebau Breslau 1914, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1914, r. 12, nr 53, s. 319.
Behne Adolf, *Heutige Industriebauten*, „Velhagen & Klasings Monatshefte" 1913/1914, r. 28, t. 2, z. 5 (styczeń), s. 53–64.
Behrendt Walter Curt, *Über die deutsche Baukunst der Gegenwart, III*, „Kunst und Künstler" 1914, r. 12, z. 7, s. 373–376.
Breuer R., *Die Breslauer Ausstellung als Architektur*, „Kunst und Kunstpflege" 1914.
Chech Franz, *Zweckmäßigkeit der Verwendung von Eisen beton oder Eisen für monumentale Hochbau-Konstruktionen*, „Deutsche Bauzeitung" 1914, r. 48, nr 8, s. 94–95.
Hess L., *Einige interessante Eisenbeton– Kuppelbauten (Festhalle in Breslau, Jahrhundertausstellung, Scheitniger Park)*, „Der Bautechniker" 1914, r. 34, s. 259–260.
Ironimus, *Die unpolitische Jahrhunderthalle*, „Schlesische Woche" 1914, r. 2, nr 10, s. 114.
N., *Die Kandrziner Holzkirche,* „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz" 1914, nr 5 (marzec), s. 45–46.
Pallmann K., *Die Gartenbauausstellung in Altona 1914*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1914, r. 12, nr 58, s. 361–362.
Patzak Bernard, *Städtebauliche Kulturfragen in Breslau*, „Breslauer Zeitung", nr 481, 12 lipca 1914 roku.

Stahl F., *Gegenwart und Zukunft der Deutschen Baukunst*, „Wasmuths Monatsheft für Baukunst" 1914–1915, nr 1, z. 1, s. 14.
Trauer Günther, Gehler Willy, *Die Jahrhunderthalle in Breslau*, Berlin 1914.

1915

Die Jahrhunderthalle in Breslau. Von Dr.-Ing. Trauer Stadtbauinsp. in Breslau und Prof. Dr.-Ing. Gehler, „Deutsche Bauzeitung Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbetonbau" 1915, r. 12, nr 14, s. 111.
Was ist mit der Pergola, „Schlesische Volkszeitung", nr 426, 15 września 1915 roku.
Schneider H., *Die Anfänge des Pferdesports in Breslau*, [b.m.w., 1915].
Schneider H., *Ein Wettrennenfest von 1834*, [b.m.w., 1915].
Schneider H., *Von Grüneiche nach Hartlieb*, [b.m.w., 1915].

1916

Dietrich H.H., *Kabelkräne bei Ausführung von Hochbauten*, „Deutsche Bauzeitung. Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenkonstruktion" 1916, r. 13, nr 16, s. 121–124.
Langer Kurt, *Hans Poelzig*, „Neu Deutsche Bauzeitung" 1916, nr 12, s. 65–71.

1917

Dietrich Hans Hermann, *Kabelkrane für Bauten und Lagerplätze*, „Die Bauwelt" 1917, r. 8, nr 32, s. 10.
Herold Johannes, *Von Scheitnig und seinem Parke, dem „Fürstengarten"*, Breslau 1917.

1918

Ausstellungswesen. Breslauer Herbstmesse, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1918, r. 16, nr 61, s. 244.
Ausstellungswesen. Breslauer Industriemesse, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1918, r. 16, nr 36, s. 143.
Hofmann Albert, *Das Bauwesen auf der Breslauer Messe*, „Deutsche Bauzeitung" 1918, r. 52, nr 71, s. 314–316.

1919

Ausstellungswesen. Ausstellung für Bau– und Kleinsiedlungwesen, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1919, r. 17, nr 33, s. 132.
Das Mirakel Filmpantomime von Karl Vollmoeller und Prof. Max Reinhardt, „Die Freie Meinung", nr 38, 4 października 1919 roku.
Förster Richard, *Pflege von Kunst und Wissenschaft seitens der Stadt Breslau unter Georg Bender (1891–1912)*, [w:] *Festgabe des Vereins für Geschichte Schlesiens*, Breslau 1919.
Gerstenberg Kurt, *Revolution in der Architektur*, „Cicerone" 1919, r. 12, s. 255–257.
Heilberg A., *Breslaus großstädtische Entwicklung unter Georg Bender (1891–1912)*, „Zeitschrift des Vereins für Geschichte und Altertums Schlesiens" 1919, t. 53, s. 9–37.
Stahl Fritz, *Hans Poelzig*, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst" 1919–1920, r. 4, z. 1–2, s. 17–24.

1920

Kunstausstellung Breslau 1920, „Schlesische Zeitung", nr 288, 10 czerwca 1920 roku.
Die Breslauer Frühjahrsmesse, „Schlesische Zeitung", nr 84, 15 lutego 1920 roku.
Die Breslauer Frühjahrsmesse 1920, „Deutsche Bauzeitung" 1920, r. 54, s. 183–184.
Eröffnungsrennen in der Jahrhunderthalle – Stadtbaurat Berg und die Genossen, „Schlesische Zeitung", nr 512, 9 października 1920 roku.
Große Kunstausstellung Breslau 1920. III. Kunstgewerbe, „Die Volkswacht", nr 150, 2 lipca 1920 roku.
Große Kunstausstellung Breslau 1920. I. Malerei, „Die Volkswacht", nr 138, 18 czerwca 1920 roku.
Große Kunstausstellung Breslau 1920. II. Plastik, „Die Volkswacht", nr 145, 26 czerwca 1920 roku.

Kunstausstellung Breslau 1920, „Breslauer Zeitung”, 11 czerwca 1920 roku.
Kunstausstellung Breslau 1920, „Breslauer Zeitung”, nr 289, 13 czerwca 1920 roku.
Kunstausstellung Breslau 1920, „Schlesische Tagespost”, nr 158, 16 czerwca 1920 roku.
Kunstausstellung Breslau, „Schlesische Zeitung”, nr 292, 12 czerwca 1920 roku.
[notka w:] „Breslauer Morgen Zeitung”, 10 września 1920 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 21 września 1920 roku.
[notka w:] „Breslauer Neueste Nachrichten”, 7 września 1920 roku.
[notka w:] „Breslauer Neueste Nachrichten”, 10 września 1920 roku.
Sechstagerennen in der Jahrhunderthalle, „Breslauer Morgenzeitung”, 9 października 1920 roku.
Stadtbaurat Berg und die Sozialdemokratie, „Breslauer Morgenzeitung”, 10 października 1920 roku.
Stadtbaurat Berg und die Sozialdemokratie, „Schlesische Zeitung”, nr 514, 10 października 1920 roku.
Stadtbaurat Berg und die Sozialdemokratie, „Freien Meinung”, 16 października 1920 roku.
Behne Adolf, *Fabrikbau als Reklame*, „Plakat” 1920, nr 11, s. 274–276.
Behrendt Walter Curt, *Der Kampf um den Stil im Kunstgewerbe und in der Architektur,* Stuttgart–Berlin 1920.
Dr. St., *Eröffnung der großen Kunstausstellung*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 155, 13 czerwca 1920 roku.
Dr. St., *Kunstausstellung in Scheitnig*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 158, 16 czerwca 1920 roku (recenzja).
Dr. St., *Kunstausstellung in Scheitnig*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 164, 22 czerwca 1920 roku (recenzja).
Dr. St., *Kunstausstellung in Scheitnig*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 176, 4 lipca 1920 roku (recenzja).
Laboschin S., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Breslauer Zeitung”, nr 302, 20 czerwca 1920 roku (recenzja).
Laboschin S., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Breslauer Zeitung”, nr 311, 25 czerwca 1920 roku (recenzja).
Laboschin S., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Breslauer Zeitung”, nr 320, 30 czerwca 1920 roku (recenzja).
L. [Lindner] A., *Große Kunstausstellung Breslau 1920*, „Schlesische Zeitung”, nr 184, 13 kwietnia 1920 roku.
Lindner A., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Schlesische Zeitung”, nr 136, 14 marca 1920 roku.
Lindner A., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Schlesische Zeitung”, nr 293, 13 czerwca 1920 roku.
Lindner A., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Schlesische Zeitung”, nr 306, 20 czerwca 1920 roku.
s., *Kunstausstellung Breslau 1920*, „Mitteilungen des Schlesischen Bundes für Heimatschutz” 1920, z. 3 (lipiec), s. 67–68.
Schneider G.M., *Die Anfänge des Pferdesports in Breslau*, „Die Rennwelt” 1920, r. 1, s. 4.

1921

Bautechnische Mitteilungen. Die Breslauer Baumesse, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1921, r. 19, nr 42, s. 188.
Breslauer Herbstmesse. Regierung und Messe, „Schlesische Zeitung”, nr 430, 5 września 1921 roku.
Das Ausstellungshaus des Schlesischen Heims auf der Breslauer Messe, „Schlesisches Heim” 1921, r. 2, z. 5, s. 115–119.
Die Ausstellungsräume der Breslauer Herbstmesse, „Schlesische Zeitung”, nr 417, 28 sierpnia 1921 roku.
Die Breslauer Gerhart Hauptmann-Spiele, „Schlesische Zeitung”, nr 453, 18 września 1921 roku.
Die Hauptmann Festspiele, „Schlesische Zeitung”, nr 457, 21 września 1921 roku.
Die Messepläne für das nächste Jahr, „Schlesische Zeitung”, nr 593, 10 grudnia 1921 roku.
Die Raumverteilung der Messe, „Schlesische Zeitung”, nr 429, 4 września 1921 roku.
Konzerte der Berliner Staatsoper in der Jahrhunderthalle, „Schlesische Zeitung”, nr 343, 16 lipca 1921 roku.
Leipzig gegen Breslau, „Schlesische Zeitung”, nr 611, 21 grudnia 1921 roku.
Leipzig gegen Breslau, „Schlesische Zeitung”, nr 621, 28 grudnia 1921 roku.
[notka w:] „Breslauer Neueste Nachrichten”, 14 października 1921 roku.
Von der Breslauer Messe, „Schlesische Zeitung”, nr 505, 19 października 1921 roku.
Zweites Konzert des Berliner Orchester, „Schlesische Zeitung”, nr 389, 12 sierpnia 1921 roku.
E.D., *Ausstellungswesen*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1921, r. 19, nr 38, s. 167.

H.R., *Die Breslauer Messe und ihre Zukunft*, „Schlesische Zeitung”, nr 169, 5 kwietnia 1921 roku.
i.B., W. S-der, *Konzert in der Jahrhunderthalle*, „Die freie Meinung” 1921, r. 3, nr 27.
Jangen H., *Gerhart Hauptmann-Festspiel in Breslau*, „Schlesische Heimat” 1921, z. 38, s. 802–803.
Schmude A., *Breslau ein Heimatkunde*, Breslau 1921, s. 46–49.

1922

In der Jahhunderthalle. Florian Geyer. Die Weber, „Die freie Meinung” 1922, r. 4, nr 33, 19 sierpnia 1922 roku.
[notka w:] „Breslauer Morgen Zeitung”, 28 marca 1922 roku.
[notka w:] „Breslauer Morgen Zeitung”, 2 lipca 1922 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 2 kwietnia 1922 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 28 maja 1922 roku.
[notka w:] „Schlesische Zeitung”, 2 lipca 1922 roku.
[notka w:] „Breslauer Neueste Nachrichten”, 30 marca 1922 roku.
[notka w:] „Breslauer Neueste Nachrichten”, 2 kwietnia 1922 roku.
[recenzja w:] „Breslauer Morgen Zeitung”, 29 sierpnia 1922 roku.
[recenzja w:] „Schlesische Zeitung”, 19 sierpnia 1922 roku.
[recenzja w:] „Breslauer Neueste Nachrichten”, 30 sierpnia 1922 roku.
[recenzja w:] „Schlesische Zeitung”, 22 sierpnia 1922 roku.
Grotte [], *Breslauer Baumesse 1922*, „Zentralblatt der Bauverwaltung” 1922, r. 42, s. 350–351.
ku., *Landwirtschaftlicher Maschinenmarkt, Technische und Baumesse zu Breslau, 18. bis 20 Mai 1922*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1922, r. 20, nr 34, s. 137–138.
Langer Kurt, *Breslauer Baumesse*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1922, r. 20, nr 43, s. 172–173.
p., *Breslauer Baumesse vom 18, bis 20 Mai*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1922, r. 20, nr 38, s. 153.
p., *Messewesen*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1922, r. 20, nr 45, s. 181.

1923

Vermischtes. Eine internationalen Städtebau – Ausstelung in Gothenburg, „Deutsche Bauzeitung” 1923, r. 57, nr 38, s. 184.
J. St., *Von der internationalen Städtebau – Ausstelung zo Gothenburg in Schweden*, „Deutsche Bauzeitung” 1923, r. 57, nr 78–79, s. 341–344.

1924

Auf– und Abbau beim Magistrat, „Die freie Meinung” 1924, r. 6, nr 6.
Ausstellung– und Messewesen, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 11, s. 59.
Ausstellungs– und Messewesen, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 27, s. 191–192.
Bauzuschusses für das neue Messehaus, „Breslauer Zeitung”, 26 września 1924 roku.
Betriebstechnische Ausstellung im Mai 1924 in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 11, s. 60.
Breslau, red. G. Hallama, Berlin 1924.
Breslauer Messe. Vom Scheitniger Ausstellungsgelände, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 35, s. 254–255.
Chronik. Eine neue Messehalle für Breslau, „Deutsche Bauzeitung” 1924, r. 58, nr 56, s. 344.
Die neue Messehalle in Scheitnig, „Breslauer Zeitung”, 7 września 1924 roku.
Ein Bauzuschuß für das neue Messehaus, „Breslauer Zeitung”, 23 września 1924 roku.
Eine neue Messehalle in Scheitnig, „Breslauer Zeitung”, 30 czerwca 1924 roku.
Neuzeitliche Hallenbauten Anzeiger zum Zentralblatt der Bauverwaltung nr 51, „Zentralblatt der Bauverwaltung” 1924, r. 44, s. 926–928.
F. K., *Stadtbaurat Berg begründet*, „Die freie Meinung” 1924, r. 6, nr 42, 11 października 1924 roku.
Messen und Ausstellungen in Breslau im Mai, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 17, s. 98–99.
Messestand der „Schlesienwerke für Holzverwertung A.G.” in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 28, s. 197–198.

Messewirtschaftlichkeit, „Breslauer Zeitung”, 5 października 1924 roku.
Geschwendt F., *Breslau. Wandern und Zeichen*, Breslau 1924, s. 13, 37.
K.L., *Die Breslauer Technische und Baumesse*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 20, s. 126–130.
Lossow Haase, *Auskunft-Pavillon, Breslauer Messe*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1924, r. 22, nr 18 [il. na s. 122].
Wolf Karl Wilhelm, *Breslau als Messestadt*, [w:] *Deutschlands Städtebau. Breslau*, Breslau 1924.
Wolf Werner, *Eröffnung der Breslauer Messe*, „Breslauer Zeitung”, 9 marca 1924 roku.

1925

Der Messehof, „Breslauer Zeitung”, nr 49, 30 stycznia 1925 roku.
Der Breslauer Messehof, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 68, 10 marca 1925 roku.
Der Messehof, „Breslauer Zeitung”, nr 119, 12 marca 1925 roku.
Der neue Messehof, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 15, 16 stycznia 1925 roku.
Der neue „Messehof in Breslau-Scheitnig, „Deutsche Bauzeitung” 1925, r. 59, s. 294–296.
Die Breslauer Messe A. G. Im Jahre 1924, „Breslauer Zeitung”, nr 219, 10 maja 1925 roku.
Eröffnung Breslauer Messe, „Breslauer Zeitung”, 15 marca 1925 roku.
Eröffnung der Messe, „Volkswacht”, 16 marca 1925 roku.
Fortschritte im Bau von Massivkuppeln, „Deutsche Bauzeitung. Konstruktion und Bauausführung” 1925, r. 59, nr 49, s. 97–98.
Neuzeitliche Hallenbauten, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1925, r. 23, nr 11, s. 85–88.
Technische Messe und Baumesse vom 14–17 Mai zu Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1925, r. 23, nr 20, s. 170–171.
Überbrückung des Grüneichener Weg, Oder Untertunnelung, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 66, 8 marca 1925 roku.
Überbrückung des Grüneichener Weg, „Breslauer Zeitung”, nr 113, 8 marca 1925 roku.
A.R., *Der Rücktritt des Stadtbaurats Berg*, „Bresluer Neueste Nachrichten”, nr 10, 11 stycznia 1925 roku.
Brattskoven Otto, *Hans Poelzig, ein deutschen Baukünstler der Gegenwart*, „Ostdeutsche Monatshefte” 1925–1926, nr 6, s. 360–367.
Frey H., *Zur Messedebatte*, „Volkswacht”, 2 lutego 1925 roku.
Grotte [ ], *Breslauer Baumesse 1925*, „Zentralblatt der Bauverwaltung” 1925, r. 45, s. 281–282.
Hegemann Werner, *Exotik und „Amerikanismus”*, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst” 1925, r. 9, s. 103–119.
Hegemann Werner, *Holland, Wright, Breslau*, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst” 1925, r. 9, s. 165–167.
Hirschel-Protsch Günther, *Das Junge Schlesien*, „MA. Aktivista Folyóirat” 1925, r. 10, z. 3.
Krause Fr., *Scheitniger Park und Messehaus*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 46, 16 lutego 1925 roku.
Landsberger F., *Hans Poelzig*, [w:] *Künstlerbund Schlesien. Künstler Schlesien*, t. 2, Schweidnitz 1925, s. 25.
Langer Kurt, *Neuzeitliche Hallenbauten*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1925, r. 23, nr 11, s. 85–88.
Nonn Hans, *Poelzig*, „Zentralblatt der Bauverwaltung” 1925, nr 45, s. 333–336.
R.B., *Messehalle und Zufahrtsweg*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 66, 8 marca 1925 roku.
Schellenberg Alfred, *Werbekunst– Ausstellung schlesische und italienischer Künstler*, „Schlesische Monatshefte” 1925, r. 2, z. 1, s. 50–52.
Straumer Heinrich, *Der Bau des hauses der Deutschen Funkindustrie*, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst” 1925, r. 9, s. 103–111.
Westheim Paul, *Poelzig*, „Schlesische Monatshefte” 1925, nr 2, s. 273–277.
Wolf C.W., *Die sechzehnte Breslauer Messe*, „Breslauer Neueste Nachrichten”, nr 73, 15 marca 1925 roku.
Zamter, *Über den Bau von Massivekuppeln*, „Die Bauwelt” 1925, r. 16, z. 37, s. 889–891.

1926

Ausstellungs– und Messewesen, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1926, r. 24, nr 3, s. 22.
Architektur Ausstellung des Künstlerbund Schlesien, „Schlesisches Heim” 1926, r. 7, z. 3, s. 107.

Ausstellungs– und Messewesen. Ausstellung „Siedlung und Stadtplanung in Schlesien”, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1926, r. 24, nr 31, s. 275.
Siedlung und Stadtplanung in Schlesien I Breslau. 1. Stadtplannug 2. Wonung und Siedlung, Herausgegeben vom Magistrat der Hauptstadt Breslau, Breslau 1926.
Behne Adolf, *Der Moderne Zweckbau*, München 1926.
Hirschel-Protsch Günther, Kunstaustellungen. Der Künstlerbund Schlesien, „Die freie Meinung” 1926, r. 8, nr 10, 13 marca 1926 roku.

1927

Fuchs [ ], *Die Bekämpfung des Wohnungsmangels*, [w:] *Die Wohnungswirtschaft der Stadt Breslau, Denkschrift des Magistrats*, Breslau 1927, s. 85–176.
Giese Chr., *Hans Poelzig*, „Baukunst” 1927, nr 3, s. 26–39.
Heizer Wilhelm, *Was können wir von den Arbeiten Hans Poelzigs lernen?*, „Baukunst” 1927, nr 3, s. 40–50.
Kloss Ernst, *Entwürfe und Bauten von Hans Poelzig. Anlässlich der Breslauer Ausstellung des D.W.B*, „Der Baumeister” 1927, nr 25, s. 175–190.
Hirschel-Protsch Günther, *Zu den Arbeiten der Künstler,” Das Junge Schlesien”*, „Dokumentum” 1927, s. 7–10.
Landsberger Franz, *Bildende Kunst (Kino Deli)*, „Schlesische Monatshefte” 1927, nr 4, s. 88 i n.
Langer Kurt, *Die Breslauer Technische und Baumesse*, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1927, r. 25, nr 35, s. 201–202.
Langer Kurt, *Eine künstlerische schlesische Dorfkirche*, „Heimatblätter für den Kreis Neumarkt” 1927, z. 15, s. 235–237.
Rothenberg Adolf, *Plan einer Breslauer Ausstellungshalle*, „Schlesische Monatshefte” 1927, r. 4, z. 2, s. 72–76.
Wohler Gerhard, *Bericht über den Tag für Denkmalpflege und Heimatschutz in Breslau 1926*, „Deutsche Bauzeitung” 1926, r. 60, nr 95, s. 772–775.
Wohler Gerhard, *Siedlung und Stadtplanung im deutschen Osten. Bericht über die Verhandlungen auf dem diesjährigen Tag für Denkmalpflege und Heimatschutz in Breslau*, „Deutsche Bauzeitung. Stadt und Siedlung” 1926, r. 60, nr 101, s. 200.
Wohler Gerhard, *Siedlung und Stadtplanung im deutschen Osten. Bericht über die Verhandlungen auf dem diesjährigen Tag für Denkmalpflege und Heimatschutz in Breslau*, „Deutsche Bauzeitung. Stadt und Siedlung” 1926, r. 60, nr 97, s. 191–192.

1927

Bennet T.P., *Bauformen in Eisenbeton*, Berlin 1927.
Ritter H., Dischinger, *Eine neue Konstruktion für Großmarkthallen in Leipzig*, „Deutsche Bauzeitung. Konstruktion und Ausführung” 1927, r. 61, nr 91, s. 161–164.

1928

Ausstellung 1929 „Wohnen und Werkraum”, „Schlesisches Heim” 1928, t. 6, s. 171.
Ausstellungen in Sichtweite. Werkbundausstellung in Breslau 1929, „Stein, Holz, Eisen” 1928, t. 42, nr 10, s. 215–216.
Die Baustoffabteilung auf dem Landwirtschaftlichen Maschinenmarkt in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1928, r. 26, nr 37, s. 221–224.
Fünfzigjähriges Jubiläum der Staatlichen Baugewerkschule Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung” 1928, r. 26, nr 49, s. 330.
Werkbundausstellung „Wohnung und Werkraum”, „Stadtbaukunst alter und neuer Zeit” 1928, r. 9, nr 2.
Scupin Gertrud, *Kultur der Feste*, „Schlesische Monatshefte” 1928, r. 5, z. 2, s. 67–73.
Schmuckler Hans, *Hallenbauten in Stahl*, „Der Stahlbau Beilage zur Zeitschrift die Bautechnik” 1928, r. 1, z. 6, s. 61–66.
Schmuckler Hans, *Hallenbauten in Stahl*, „Der Stahlbau Beilage zur Zeitschrift Die Bautechnik” 1928, r. 1, z.

7, s. 75–78.
Vischer Julius, Hilberseimer Ludwig, *Beton als Gestalter*, Stuttgart 1928, s. 13, 25.

1929

Arbeiten von Dipl. Ing. H. Lauterbach – Breslau, „Der Baumeister" 1929, r. 27, s. 372–380.
Ausstellungs– und Messewesen – Breslau, „Ostdeutsche Bau-Zeitung-Breslau" 1929, t. 27, s. 222.
Ausstellung „Wohnung und Werkraum" Breslau 1929, „Deutsche Bauzeitung" 1929, r. 63, s. 110–112.
Ausstellungs– und Messewesen – Breslauer Werkbundausstellung „Wohnung und Werkraum", „Ostdeutsche Bau-Zeitung-Breslau" 1929, t. 27, s. 555.
Beihilfe für Breslauer WuWA, „Ostdeutsche Bau-Zeitung-Breslau" 1929, t. 27, s. 340.
Breslau-Grüneiche. Vorläufige Schlußbetrachtung, „Stein, Holz, Eisen" 1929, r. 43, s. 546–552.
Breslau. Entwicklung und Gegenwart. Eine Bilderfolge, „Die Form" 1929, r. 4, z. 12, s. 301–325.
Breslau. Exposition d'architecture, „Cahiers d'art" 1929, t. 4, nr 4, s. 18–19.
Das Ergebnis des WuWA Photo Wettbewerbes, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 9, s. 399–401.
Der Werkraum des Handwerks, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 3, s. 135–136.
Die Hallenschau – Wohnung und Werkraum, „Die Form" 1929, s. 178–179.
Die Lilliputbahn, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 325.
Die Versuchssiedlung der Ausstellung Wohnung und Werkraum Breslau 1929, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 4, s. 173.
Die Werkbundsiedlung in Breslau, „Die Wohnungswirtschaft" 1929, r. 6, s. 250–253.
Die Wuwa, „Schlesiens Handwerk und Gewerbe" 1929, t. 10, nr 25, s. 289–290.
Die Wuwa verlängert bis 29. September 1929. Der internationale Erfolg der Breslauer Ausstellung, „Schlesiens Handwerk und Gewerbe" 1929, t. 10, s. 449.
Die Versuchssiedlung auf der Ausstellung des deutschen Werkbundes „Wohnung und Werkraum" in Breslau, „Stadtbaukunst" 1929–1930, t. 10, nr 7, s. 121–125.
Die Versuchssiedlung der Ausstellung Wohnung und Werkraum Breslau 1929, „Schlesische Monatshefte" 1929, t. 6, nr 6, s. 173.
Erläuterungen des Legeplanes und der Modellfotographien für die Versuchssiedlung der Werkbundausstellung Breslau 1929, „Die Form" 1929, r. 4, s. 96–97.
Eröffnung des Wohnheims, „Schlesische Zeitung", nr 356, 16 lipca 1929 roku.
Größeres Einfamilienhaus. Entwurf für die Werkbundsiedlung Breslau-Grüneiche 1929, „Der Baumeister" 1929, r. 27, s. 72–73.
Quer durch die WuWA. Das Breslau der Zukunft, „Schlesische Illustrierte Zeitung", nr 27, 6 lipca 1929 roku, s. 5.
Quer durch die WuWA, „Schlesische Illustrierte Zeitung", nr 25, 22 czerwca 1929 roku, s. 6–7.
Siedlungsgesellschaft Breslau A.G., „Schlesische Zeitung", nr 314, 23 czerwca 1929 roku.
Sonderzug der Reichsbahn zur Breslauer Wuwa, „Schlesiens Handwerk und Gewerbe" 1929, t. 10, s. 371.
Tagung des Deutschen Werkbund in Breslau, „Schlesische Zeitung", nr 375, 26 lipca 1929 roku.
Von der Werkbundausstellung „Wohnung und Werkraum" Breslau 1929, „Die Form" 1929, r. 4, s. 444–445.
Werkbund-Siedlung Grüneiche, „Schlesische Illustrierte Zeitung", nr 11, 16 marca 1929 roku.
Werkbundsiedlung Breslau, „Die Baugilde" 1929, r. 11, s. 98–109.
Wettbewerb für ein Verwaltungsgebäude der Breslauer Messe und Ausstellungsgesellschaft, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1929, r. 27, nr 6, s. 36.
Wohnung und Werkraum 15 Juni bis 15 September 1929, „Die Form" 1929, r. 4, s. 266–267.
Wohnung und Werkraum 15 Juni bis 15 September 1929. Die Hallenschau, „Die Form" 1929, r. 4, s. 178–179.
Wohnung und Werkraum 15 Juni bis 15 September 1929, „Die Form" 1929, r. 4, z. 11, s. 292–293.
Wohnung und Werkraum. Aus der Hallenausstellung. Bilder u. Glossen, „Die Form" 1929, r. 4, s. 388–391.
Wohnung und Werkraum. Ein modernes Gehöft, „Die Form" 1929, r. 4, z. 20.
Wohnung und Werkraum. Zur Werkbundausstellung Breslau 1929, „Die Form" 1929, r. 4, s. 156.

WuWA, „Schlesische Illustrierte Zeitung", nr 22, 1 czerwca 1929 roku, s. 8 [fotografie].
WUWA-Finale, „Schlesische Zeitung", nr 497, 30 września 1929 roku.
Zum Breslauer Bundestag des B.D.A. 29–31.08.1929, „Stein, Holz, Eisen" 1929, r. 43, s. 541–542.
Zur Breslauer Kunstpolitik, „Schlesische Zeitung", nr 522, 13 października 1929 roku.
Zur Verfassungsfeier in der Jahrhunderthalle, „Die freie Meinung" 1929, r. 11, nr 33, 17 sierpnia 1929 roku.
A., *Die Liliputbahn*, „Schlesische Monatshefte. Sondernummer – Wohnung und Werkraum" 1929, t. 6, nr 7, s. 325.
Althoff Hugo, *Der Ausstellungsgedanke*, „Breslauer Neueste Nachrichten. Sonderbeilage zur Werkbundausstellung 1929" 1929, s. 1.
Baranek Walter, *Architektonische Bocksprünge auf der „Wuwa"*, „Schlesiens Handwerk und Gewerbe" 1929, t. 10, s. 357.
Behrendt Fritz, *Das neue Breslau*, „Deutsche Bauzeitung" 1929, t. 63, nr 67, s. 577–584.
Behrendt Fritz, *Die Ausstellung „Wohnung und Werkraum"*, „Ostdeutsche Bau-Zeitung-Breslau" 1929, t. 27, s. 206–210.
Buchwald Conrad, *Hans Poelzig. Zu seinem 60. Geburtstage*, „Schlesische Zeitung", 27 kwietnia 1929 roku.
Colden-Jaenicke Eleonore, *Nachklang. Hausfrauliches zur Werkbundsiedlung Breslau 1929*, „Ostdeutsche Bau-Zeitung-Breslau" 1929, t. 27, nr 82, s. 613–616.
Darge Martin, *Die WuWA als Faktor der Wirtschaft*, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 303–306.
Delius Rudolf von, *Werkbund Versuchssiedlung in Breslau*, „Dekorative Kunst" 1929, nr 37, s. 273–278.
Delius Rudolf von, *Werkbund-Versuchssiedlung in Breslau*, „Die Kunst" 1929, r. 32, s. 273–278.
E., *Zu unseren Bildern und Noten*, „Der Kunstwart. Monatshefte für Kunst, Literatur und Leben" 1929, r. 42, z. 12, s. 410–415.
E.G., [notka w:] „Schlesische Zeitung", nr 340, 7 lipca 1929 roku.
Eiselen Fritz, *Breslau und die Ausstellung „Wohnung und Werkraum"*, „Deutsche Bauzeitung" 1929, r. 63, s. 463–464, 472.
F.W., *Eine Ausstellung in Breslau. Wohnung und Werkraum*, „Die Bauwelt" 1929, r. 20, s. 573.
Ganter [], *Versuchssiedlungen als Ausstellungen*, „Das neue Frankfurt" 1929, t. 3, nr 10, s. 203.
Gerlach Hans, *Die Grabmonumente der neuen Sachlichkeit. Betrachtungen zur Breslauer Werkbundausstellung*, „Die Wohnung" 1929, r. 4, nr 7, s. 213–220.
gk., *Ein Wort zur Regie*, „Schlesische Zeitung", nr 382, 30 lipca 1929 roku.
Habers Guido, *Wohnung und Werkraum, Werkbund-Ausstellung Breslau 1929*, „Der Baumeister" 1929, r. 27, nr 9, s. 285–312.
Hahm Konrad, *Theo Effenberger*, Berlin 1929.
Hahnel Franz, *Grünplanung und Sondergärten auf der Ausstellung „Wohnung und Werkraum" in Breslau*, „Gartenkunst" 1929, t. 42, nr 9, s. 131–137.
Häusler Paul, *Die Versuchssiedlung Grüneiche*, „Breslauer Illustrierte Zeitung", Breslau 1929.
Herz Günther, *Technisches zur WuWA. Gesichtspunkte zur Konstruktion und Organisation der modernen Häusler*, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 299–303.
Herz Günther, *Die Versuchsiedlung auf der Ausstellung „Wohnung und Werkraum" in Breslau. Ein Beitrag zur Lösung des Kleinwohnungsproblems*, „Moderner Wohnbau. Monatsheft zur Deutschen Bauzeitung" 1929, nr 7, s. 73–84.
Hilberseimer Ludwig, *Wohnung und Werkraum Ausstellung in Breslau 1929*, „Die Form" 1929, z. 17, s. 451–471.
hl., *WuWA, Hausbesitz und Bodenreform*, „Schlesische Zeitung", nr 486, 24 września 1929 roku.
K výstavě „Byt a dílna" ve Vratislavi, „Stavitel" 1929, t. 11, s. 95.
Kaiser [], *Die Werkbund-Ausstellung „Wohnung und Werkraum" Breslau 1929*, „Die Deutsche Bauzeitung" 1929, r. 26, s. 415–421, 423–430.
Kersten C., *Neuzeitliche Hallen– und Kuppelbauten*, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1929, r. 49, s. 334–337.
Klopfer Paul, *Die Breslauer Werkbundsiedlung*, „Stein, Holz, Eisen" 1929, r. 43, s. 445–449.

Kr., *Breslauer Kunstpolitik. Die Diktatur der prominenten*, „Schlesische Zeitung", nr 352, 14 lipca 1929 roku.
Kr., *Breslauer Kunstpolitik. Kunstschulen – Kunstvereine – Ausstellungen*, „Schlesische Zeitung", nr 392, 4 września 1929 roku.
Kr., *Breslauer Kunstpolitik. Leistungen der Prominenten*, „Schlesische Zeitung", nr 366, 21 lipca 1929 roku.
Kr., *Die Breslauer „WuWA"*, „Schlesische Zeitung", nr 436, 28 sierpnia 1929 roku.
Kr., *Die Breslauer „WuWA"*, „Schlesische Zeitung", nr 440, 30 sierpnia 1929 roku.
L.M., *Die Werkbund-Ausstellung zu Breslau*, „Mitteilungen der Siedlerschule Worpswede" 1929, r. 7, s. 55.
Lampmann Gustav, *Ausstellungssiedlung Breslau 1929*, „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1929, r. 49, s. 461–468.
Landsberger Franz, *Von Form und Gehalt des heutigen Baustils*, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 287–292.
Landsberger Franz, *Ein neuzeitlicher Wohnraum*, „Innendekoration" 1929, r. 11, s. 431–432.
Langer Kurt, *Die Ausstellung „Wohnung und Werkraum" Breslau 1929*, „Deutsche Bauhütte" 1929, r. 33, s. 256–260.
Langer Kurt, *Zum Bundestag in Breslau*, „Die Baugilde" 1929, r. 11, s. 1058–1059.
Langer Kurt, *Die Ausstellung „Wohnung und Werkraum" in Breslau. Sommer 1929*, „Ostdeutsche Bau-Zeitung-Breslau" 1929, t. 27, s. 36–38.
Lotz [], *Werkbundausstellung, Wohnung und Werkraum Breslau*, „Die Form" 1929, r. 4, z. 13, s. 357–360.
Löwitsch Franz, *Raum Empfinden und moderne Baukunst*, „Imago", Wien 1929.
Lüdemann Hermann, *Die Aufgaben der WuWA*, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 285–286.
M[ay] Ernst, *Die Ausstellung Wohnung und Werkraum in Breslau*, „Das neue Frankfurt" 1929, r. 3, nr 10, s. 204–205.
M.L., *Die Werkbund-Ausstellung zu Breslau*, „Schlesisches Heim" 1929, t. 7, s. 55.
Molzahn Ilse, *Eine Frau durchstreift die „WuWA"*, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 310–316.
Morgen [], *WuWA*, „Schlesische Zeitung", nr 297, 14 czerwca 1929 roku.
Müller-Wulckow Walter, *Deutsche Baukunst der Gegenwart. Bauten der Gemeinschaft*, Königstein 1929, s. 7, 42–43.
Münter Georg, *Wohnung und Werkraum. Ein Versuch die Werkbundausstellung in Breslau 1929 zu würdigen*, „Wasmuths Monatsheft für Baukunst" 1929, r. 13, s. 441–453.
Nesiba Jan, *Vystava „Byt a dílna" ve Vratislavi*, „Stavitel" 1929, t. 11, s. 97–115.
Norwerth Edgar, *Wystawa mieszkaniowa we Wrocławiu*, „Architekt" 1929, s. 319–336.
Piecha Johannes, *Die Versuchsiedlung*, „Schlesische Zeitung", nr 314, 23 czerwca 1929 roku.
Rischowski E., *Das Wohnhaus als Einheit. Häuser und Räume der Versuchssiedlung Breslau*, „Innendekoration" 1929, r. 11, s. 400–416.
Rüster Emil, *Hans Poelzig zu seinem sechzigsten Geburtstag am 30.4.29*, „Deutsche Bauzeitung" 1929, r. 63, s. 281–288.
Rothenberg Alfred, *Die Werkbundausstellung 1929 in Breslau*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1929, r. 27, s. 341–349.
Schellenberg Alfred, *Die WuWA*, „Der Oberschlesier" 1929, r. 11, s. 474–475.
Sp., *Werkbundausstellung „Wohnung und Werkraum" Breslau 1929*, „Bau-Rundschau" 1929, r. 20, s. 197–198.
Streit Max, *Aus dem Reich der Farbe*, „Schlesische Monatshefte" 1929, r. 6, z. 7, s. 307–310.
Taut Bruno, *Neue Baukunst in Europa und Amerika*, Stuttgart 1929.
Wagner [], *Was erwartet die Stadt von der Ausstellung „Wohnung und Werkraum"?*, „Schlesische Monatshefte. Sondernummer – Wohnung und Werkraum" 1929, t. 6, nr 7, s. 298.
Wenzel F., *Sport – Volksgesundheit und „Wuwa". Ausstellungen „Grün– und Freiflächen" und „Kinderbezirke"*, „Schlesische Monatshefte. Sondernummer – Wohnung und Werkraum" 1929, t. 6, nr 7, s. 321–322.
Westheim Paul i in., *Poelzigs 60. Geburtstag*, „Das Kunstblatt" 1929, r. 13, s. 97–113.

1930

Der Sportpark Breslauer – Leerbeutel, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1930, r. 28, nr 26, s. 225–227.
Markthallem in Reims und Leipzig, „Wasmuths Monatshefte für Baukunst" 1930, r. 14, s. 105.
Ums blaue Band des Ozeans. Die erste und einzige Fahrt des Salon und Schnelldampfers „Wuwag" im Spiegel der Öffentlichkeit, „Schlesische Monatshefte" 1930, r. 7, z. 1, s. 51–63.
B.A., *Wystawa Werkbundu we Wrocławiu*, „Rzeczy Piękne" 1930, s. 70–75.
Goering [Max], *Man feiert Max Berg – in Berlin*, „Schlesische Monatshefte" 1930, r. 7, z. 10, s. 452.
Grisebach August, *Bauten von Heinrich Lauterbach*, „Schlesische Monatshefte" 1930, r. 7, s. 275–276.
K., *Breslauer „WUWA"*, „Kunst und Künstler" 1930, r. 28, s. 36–37.
Kunstdenkmäler der Stadt Breslau, red. L. Burgemeister, Breslau 1930, s. 26.
Lange Emil, *Zuschrift*, „Schlesische Monatshefte" 1930, r. 7, s. 89–90.
Nowak Hans, *„Prominentenkrise"*, „Schlesische Monatshefte" 1930, r. 7, z. 1, s. 34–35.

1931

Landsberger Franz, *Bauten von M. Hadda*, „Schlesische Monatshefte" 1931, r. 81, s. 325–328.
Petry W., *45 Jahre Eisenbeton*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1931, r. 29, nr 16, s. 121–123.
Weiß Alwin, *Gestaltung von Eisenbetonbauten. Auf der Grundlage des statischen Ausdruck*, „Zeitschrift für Bauwesen" 1931, r. 81, z. 1, s. 1–28.

1932

N.N., *Ein Spaziergang nach drei Jahren*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1932, r. 30, nr 36, s. 298–300.
Müller-Wulckow Walter, *Die Deutsche Wohnung der Gegenwart*, Königstein 1932, s. 24, 25, 33, 35, 39, 55, 94, 97, 106, 113, 115, 116.
Nowak-Rischowski Edith, *Das Wohnhaus eines Arztes*, „Innendekoration" 1932, r. 43, s. 199–210.
Nowak-Rischowski Edith, *Ein Haus im Vorgebirge. Eine Arbeit von Architekt Heinrich Lauterbach*, „Innendekoration" 1932, r. 43, s. 378–383.
Scheyer Ernst, *Heim und Mode*, „Schlesische Monatshefte" 1932, r. 9, z. 5, s. 186–187.

1933

Landwirtschaftliche Ausstellung, Maschinenmarkt und technische Masse in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1933, r. 31, nr 19, s. 189–190.
Hossenfelder Herbert, *Radrennbahnen aus Holz*, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1933, r. 31, nr 7, s. 62–63.
Platz Gustav Adolf, *Wohnräume der Gegenwart*, Berlin 1933.

1934

Die Jahrhunderthalle. Das Nationaldenkmal der Dom des deutschen Volkstums, „Schlesische Monatshefte" 1934, r. 11, z. 3, s. 81–91.
Burgemeister Ludwig, Grundmann Günther, *Die Kunstdenkmäler der Stadt Breslau*, t. 3, Breslau 1934.

1935

Die Werkschau „Das deutsche Dach" in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1935, r. 33, nr 21, s. 166.
Schumacher Fritz, *Strömungen in deutscher Baukunst seit 1800*, Leipzig 1935, s. 129–130, 141.

1936

Das Bauwesen auf der Südost-Ausstellung in Breslau 1936, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1936, r. 34, nr 21, s. 202–203.
Südost-Ausstellung Breslau 1936, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1936, r. 34, nr 18, s. 176.
Südost-Ausstellung Breslau. 7.-10. Mai 1936, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1936, r. 34, nr 19, s. 181.
Pevsner Nicolaus, *Pioneers of Modern Movement*, London 1936 [wydanie polskie: *Pionierzy współczesności*, Warszawa 1978].

1937
Güttel Werner, *Breslau*, Berlin 1937.

1938
Breslauer Messe 4–8 Mai 1938, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1938, r. 36, nr 18, s. 145–146.
Keser Artur, *Das Deutsche Turn– und Sportfest 1938*, „Schlesische Monatshefte" 1938, r. 15, z. 7, s. 232–235.
Nickel Walter, *Die öffentlichen Denkmäler und Brunnen Breslaus*, Breslau 1938, s. 30.
Piersig Johannes, *Die Orgel der Jahrhunderthalle zu Breslau*, „Schlesische Heimat" 1938, z. 3, s. 129–131.
Schindler G., *Entwicklung und Organisation des neuzeitlichen Sports in Breslau von den Anfänger bis 1905*, [w:] *Beitrage zur Geschichte der Stadt Breslau*, z. 6, Breslau 1938, s. 8–19.

1939
Breslauer Messe, „Schlesien Zeitschrift für Gesamtschlesien Raum" 1939, r. 1, s. 46–47.
Die Breslauer Messe von 10. bis 14 Mai, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1939, r. 37, nr 19, s. 157–158.
Südost-Ausstelung, „Schlesien Zeitschrift für Gesamtschlesien Raum" 1939, r. 1, s. 5.
Anschütz O., *Breslau als Architekturerlebnis*, Breslau 1939, s. 157–164.
Hahn W., *Rundgang durch die Baumesse und große Technische Frühjahrmesse in Leipzig*, [b.m.w.].
Heuss Theodor, *Hans Poelzig, Bauten und Entwürfe*, Berlin 1939, s. 27–29, 158–161.
Wagner Josef [gauleiter], *Zur Eröffnung der Breslauer. Messe 1939, eigener Bildbericht*, „Schlesien Zeitschrift für Gesamtschlesien Raum" 1939, r. 1, s. 82–85.

1940
Die Breslauer Messe 1940 vom 22. bis 26 Mai, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1940, r. 38, nr 21, s. 99.
Die Staatenhalle in Breslau, „Ostdeutsche Bauzeitung" 1940, r. 38, nr 21, s. 95–98.

1941
Kühne Werner, *Breslaus als Handelsmittelpunkt*, „Schlesien Zeitschrift für Gesamtschlesien Raum" 1941, r. 3, s. 148–149.

1942
Stephan Bernhard, *Albert Helm*, „Schlesien Zeitschrift für Gesamtschlesien Raum" 1942, r. 4, s. 8–10.

9.

Bibliografia

9. Bibliografia

1910, Halbzeit der Moderne. Van de Velde, Behrens, Hoffmann und die anderen, red. Klaus Bussmann, Stuttgart 1992, s. 128–133 [katalog wystawy].
Auf dem Weg zum Neuen Wohnen. Die Werkbundsiedlung Breslau 1929 (Toward a New Kind of Living. The Werkbund Housing Estate Breslau 1929), Institut für Auslandsbeziehungen, Birkhäuser Basel–Boston–Berlin 1996.
Der dramatische Raum. Hans Poelzig. Malerei, Theater, Film, Krefeld 1986 [katalog wystawy].
Der Poelzig-Bau, vom I.G. Farbenhaus zur Goethe-Universität, red. Werner Meissner, Dieter Rebentisch, Wilfried Wang, Frankfurt am Main 1999.
Der Werkbund in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Form ohne Ornament, red. Lucius Burckhardt, Stuttgart 1978.
Deutschlands Städtebau. Breslau, oprac. Georg Hallama, Breslau 1924 [przedruk: Frankfurt am Main 1980].
Die Form. Stimme des Deutschen Werkbundes 1925–1934, red. Felix Schwarz, Frank Gloor, Basel 1969.
Die Zwanziger Jahre des Deutschen Werkbunds, red. Deutschen Werkbund und dem Wekbund-Archiv, Giessen–Lahn 1982.
Expressionismus und Tektonik. Hans Poelzig, red. Heinrich Klotz, Stuttgart 1989, s. 34–37.
Gerhart Hauptmann, Theater und bildende Kunst. Eine Ausstellungsreihe der Künstlergilde. In Verbindung mit der Stiftung Kulturwerk Schlesien, Eßlingen 1984, s. 41–48 [katalog wystawy].
Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation, red. Leszek Budych, Wrocław 2013.
Hans Poelzig we Wrocławiu. Architektura i sztuka 1900–1916, red. Jerzy Ilkosz, Beate Störtkuhl, Wrocław 2000 [wydanie niemieckie: Delmenhorst 2000].
Hans Scharoun, *Ausstellung in die Akademie der Künste vom 5. März – 30. April 1967*, red. Peter Pfankuch, Berlin 1967 [katalog wystawy].
Heinrich Lauterbach. Bauten 1925–1965, Berlin 1971.
The expressionist architecture in Germany, „Space Design" 1987, nr 275, s. 41–56.
Towards a New Kind of Living. The Werkbund Housing Estate Breslau 1929. Auf dem Weg zum Neuen Wohnen. Die Werkbundsiedlung Breslau 1929, Basel–Boston–Berlin 1996.
Von Otto Mueller bis Oskar Schlemmer. Künstler der Breslauer Akademie. Experiment, Erfahrung, Erinnerung, Staatliches Museum Schwerin, Schwerin 2002 [katalog wystawy].
Wzorcowe osiedle Werkbundu we Wrocławiu (1929), [w:] *Droga ku nowoczesści. Osiedla Werkbundu 1827-1932,* red. Jadwiga Urbanik, Wrocław 2016, s. 110 – 117.
Zwischen Kunst und Industrie. Der Deutsche Werkbund, München 1987.

Arnason Havard H., *Geschichte der modernen Kunst*, Bremen 1970, s. 156.

Banham Reyner, *Die Revolution der Architektur*, Hamburg 1964, s. 49, 62–66 [wydanie polskie: *Rewolucja w architekturze. Teoria i projektowanie w „pierwszym wieku maszyny"*, Warszawa 1979, s. 82, 84].
Bednarz Łukasz, Jasieńko Jerzy, Rutkowski Marcin, Nowak Tomasz, *Strengthening and long-term monitoring of the structure of an historical church presbytery*, „Engineering Structures" 2014, t. 81, s. 62–75.
Bednarz Łukasz, Jasieńko Jerzy, Nowak Tomasz, *Test monitoring of the Centennial Hall's dome*, *Wrocław (Poland), SPIE Conference, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology*, München 2015 – http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2388780.
Beelitz Konstanze, Förster Niclas, *Przewodnik po architekturze modernistycznej. Breslau/Wrocław*, Via Nova Wrocław 2006 [wydanie niemieckie: *Die Architektur der Moderne. Breslau/Wrocław*, Wasmuth 2006].
Berg Michael, *Die Breslauer Jahrhunderthalle und ihre Beurteilung im Wandel der Zeiten*, „Schlesien" 1989, r. 34, z. 1, s. 1–8.
Berg Michael, *Wrocławska Hala Ludowa (dawniej Stulecia) i oddźwięk w literaturze (Wrocław's Centenary Hall and its Critique in Literature)*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement).* Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 72–80.
Biarghi Marco, *Hans Poelzig. Architektur 1869–1936*, Berlin 1993, s. 14–15.
Bińkowska Iwona, *Kształtowanie systemu zieleni miejskiej we Wrocławiu w XIX i na początku XX wieku*, [w:] *Architektura Wrocławia. Urbanistyka do roku 1945*, Wrocław 1995, s. 225–244.
Bińkowska Iwona, *Wrocławskie parki miejskie i tereny spacerowe na przełomie XIX i XX wieku*, „Rocznik Wrocławski" 1996, r. 3, s. 183–200.
Bińkowska Iwona, *Natura i miasto. Miejska zieleń publiczna we Wrocławiu od schyłku XVIII do początku XX wieku*, Wrocław 2002 [praca doktorska, Instytut Historii Sztuki Uniwersytetu Wrocławskiego].
Bińkowska Iwona, *Natura i miasto. Publiczna zieleń miejska we Wrocławiu od schyłku XVIII do początku XX wieku*, Wrocław 2006.
Bińkowska Iwona, *Ogród przy domu. Modelowe rozwiązania na wystawach śląskich w XIX i pierwszej połowie XX stulecia*, „Rocznik Historii Sztuki" 2009, t. 34, s. 135–169.
Bińkowska Iwona, Szopińska Elżbieta, Szczęśniak Ewa, *Park Szczytnicki*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 275–295.
Bińkowska Iwona, *Park Szczytnicki – staw Ludwiga Theodora Moritz-Eichborna*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 306.
Bińkowska Iwona, Dajdok Zygmunt, *Park Szczytnicki – Szkolny Ogród Botaniczny*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 306–308.
Bińkowska Iwona, Szopińska Ewa, *Park Szczytnicki – tereny wystawowe*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 308–312.
Broniewski Tadeusz, *Od Wiosny Ludów do uniformu Trzeciej Rzeszy. Sztuka w latach 1850–1945. Architektura, rzeźba i malarstwo*, [w:] *Sztuka Wrocławia*, Wrocław 1983.
Budych Leszek, *Historia budowy Hali Stulecia*, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 5–36.
Budych Leszek, *Projekt, konstrukcja i budowa Hali Stulecia,* [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 37–66.
Bullock Nicholas, Reed James, *The Movement for Housing Reform in Germany and France 1840–1914*, Cambridge 1985.

Campbell Joan, *Der deutsche Werkbund 1907–1934*, Stuttgart 1981.
Cegłowski Piotr, *75-lecie Hali Ludowej*, „Kalendarz Wrocławski", Wrocław 1990, s. 170–172.
Červinková Hana, Golden Julien D., *Centennial Hall in Wrocław: Re-envisioning a protected urban landscape against the backdrop of changing European borders and identities*, [w:] *Landscape Anthropology in European Protected Areas*, red. P. Vidal, University of Stavanger University Press („Reports from the University of Stavanger", t. 44), s. 139–148.
Červinková Hana, Ilkosz Jerzy, *Centennial Hall in Wrocław. Challenges of Construction and Preservation*, [w:] *Structural Analysis of Historical Constructions*, red. Jerzy Jasieńko, Lower Silesia Educational Publishers, Wrocław, s. 1029–1040.
Červinková Hana, Ilkosz Jerzy, *Revalorization of Centennial Hall and the Exhibition Grounds in Wrocław (2007–2011): Issues in Historic Preservation and Sustainability*, [w:] *Proceedings of the 12th International Docomomo Conference „The Survival of Modern From Coffee Cup to Plan", August 7–10, 2012 in Espoo, Finland*, red. T. Tuomi, T. Lindh, M. Perkkiö, J. Sahramaa, Bookwell Oy, Porvoo 2012, s. 161–167

Červinková Hana, Ilkosz Jerzy, *„Re-learning early-modernist concrete for the 21st century. Construction and restoration of the Centennial Hall in Wroclaw (1913–2013)"*, [w:] *La sauvegarde des grandes oeuvres de l'ingénierie du XXe siècle, Cahiers du TSAM, n° 1*, red. Franz Graf, Yvan Lausanne Delemontey, Presses polytechniques et universitaires romandes (PPUR), Lausanne 2016, s. 38–53.
Cichowski Marek, Laska Wojciech, *Analiza statystyczna stanu istniejącego i projekt napraw elementów konstrukcyjnych Hali Ludowej*, Wrocław 1995 [mps pracy dyplomowej, Politechnika Wrocławska].
Chojecka Ewa, *Sztuka śląska około roku 1900*, [w:] *Sztuka około 1900 w Europie Środkowej. Centra i prowincje artystyczne*, Kraków 1997, s. 116.
Curtis William J.R., *Moderne Architektur seit 1900*, Berlin 2002, s. 81.
Czarniecki Maciej, Czerek Daniel, *Remont Hali Stulecia*, „Inżynier Budownictwa" 2013, t. 2, s. 84–90 – https://www.piib.org.pl/pliki/ib/ib_02_13.pdf.
Czarniecki Maciej, Czerek Daniel, *Remont Hali Stulecia 2011. Etap 2 – remont wnętrza*, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 127–142.
Czarniecki Maciej, Czerek Daniel, *Remont Hali Stulecia 2009–2011*, „Wiadomości Konserwatorskie" 2015, nr 41, s. 36–48 – http://www.skz.pl/wiadomosci-konserwatorskie/archiwum/wk41-2015.
Czarniecki Maciej, Czerek Daniel, *Rozwiązania techniczne zastosowane podczas remontów Hali Stulecia w latach 2009–2011*, „Materiały Budowlane" 2015, nr 11, s. 123–124.

Davies Norman, Moorhouse Roger, *Microcosm. Portrait of a Central European City*, London 2002 [wydanie polskie: *Mikrokosmos. Portret miasta środkowoeuropejskiego, Vratislavia, Breslau, Wrocław*, Kraków 2002; 2003; 2004; 2007; 2011].
Dobesz Janusz, *Bauhaus z wrocławskiej perspektywy*, „Sztuka" 1989, nr 4, s. 34–37.
Dobesz Janusz, *Trzy oblicza secesji*, „Magazyn kulturalny Wrocławia" 1990, nr 9, s. 85–90.
Dobesz Janusz, *Architektura wrocławskiego modernizmu*, „Odra" 1995, nr 1, s. 65–68.
Dobesz Janusz, *Artystyczne środowisko Wrocławia około roku 1900*, [w:] *Sztuka około 1900 w Europie Środkowej. Centra i prowincje artystyczne*, Kraków 1997, s. 130.
Dobesz Janusz, *Hans Poelzig i wrocławska Akademia Sztuki (Hans Poelzig and the Wrocław Art Academy)*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement).* Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 14–25.
Dobesz Janusz, *Wrocławska architektura spod znaku swastyki na tle budownictwa III Rzeszy*, Wrocław 2005, s. 45–48, 118–121.
Dziendziel Alfred, Suwalski Jan, Włodarczyk Józef, *Hala Ludowa we Wrocławiu*, „Przegląd Budowlany" 1984, r. 56, nr 1, s. 33–35.

Eckstein Hans, *Normierung, Typisierung, Bauen für das Existenzminimum – der Werkbund und die neuen Aufgaben im socialen Staat*, [w:] *Der Werkbund in Deutschland, Österreich und Schweiz. Form ohne Ornament*, red. L Burckhardt, Stuttgart 1978, s. 81–84.
Effenberger Theo, *Paul Heim*, „Schlesien" 1959, r. 4, s. 184–185.
Effenberger Theo, *Die Breslauer Kunstakademie*, [w:] *Erbe und Auftrag*, „Ostdeutsches Almanach", Augsburg 1960, s. 241–248.
Effenberger Theo, *Hans Leistikow*, „Schlesien" 1963, r. 8, s. 123.
Effenberger Theo, *Paul Heim gestorben*, „Schlesien" 1963, r. 8, s. 63–64.
Effenberger Theo, *Professor Heinrich Lauterbach*, „Schlesien" 1963, r. 8, s. 60.
Ehmcke Fritz Helmuth, *Breslauer Werkbundtage (1929)*, [w:] *Geordnetes und Gültiges. Gesammelte Aufsätze und Arbeiten aus den letzten 25 Jahren*, München 1955, s. 11–16.

Filipczak Patryk, *Die Jahrhunderthalle in Breslau – Geschichte und Instandsetzung einer 100 Jahre alten Ikone des Stahlbetonbaus*, Wien 2015 [mps pracy magisterskiej, Institut für Tragenkonstruktionen Forschungsbereich für Stahlbeton– und Massivbau, Technischen Universität Wien].
Frampton Kenneth, *Modern Architecture. A Critical History*, London 1985.
Frampton Kenneth, *1929: Hans Scharoun, Hostel Building Werkbund Exhibition, Breslau, Germany (now Poland)*, „GA Document" 1989, s. 340–341.
Frank Hartmut, *Der „Fall Poelzig". Baukultur und Kulturpolitik am Vorabend des Faschismus*, [w:] *Architektur, Stadt und Politik. Julius Posener zum 75. Geburtstag*, red. Burkhard Bergius, Janos Frecot, Dieter Radicke, Gießen 1979, s. 7–111.
Frank Hartmut, *La Scuola d'Arte e d'Arte Applicata di Breslavia tra il 1896 e il 1914*, „Casabella" 1983, nr 491, s. 40–47, 63.
Frank Hartmut, *L'Accademia d'Arte e d'Arte Applicata di Breslavia negli anni 1914–1932*, „Casabella" 1983, nr 492, s. 40–47.

Frank Hartmut, *Ein Bauhaus vor dem Bauhaus*, „Die Bauwelt" 1983, r. 73, z. 41, s. 1644–1645, 1648–1649.
Frisch Max, *Tagebuch 1946–1949*, Frankfurt am Main 1984, s. 294.
Fürnwein-Janas Joanna, *Der Oberschlesische Turm*, Wien 1998 [praca magisterska, Universität Wien].

Geist Johann Friedrich, Kürvers Klaus, Rausch Dieter, *Hans Scharoun. Chronik zu Leben und Werk*, katalog wystawy, Berlin 1993, s. 54–55.
Geist Johann, *Hans Scharoun – Annäherung an sein Werk. Wohnheim in Breslau 1929–1990*, „Zeitschrift der Akademie der Künste" 1991, t. 1, nr 10, s. 64–72.
Gertz Ulrich, *Robert Bednorz. Werk und Mensch*, München 1972.
Gossow Klaus, *Die Breslauer Jahrhunderthalle – eine Symbiose von Architektur, Ingenieurkunst und Natur*, „Burschenschaftliche Blätter" 1995, r. 110, z. 2, s. 106–112.
Grajewski Grzegorz, Ilkosz Jerzy, *Ogród Japoński we Wrocławiu*, „Kalendarz Wrocławski", Wrocław 1999, s. 283–292.
Grajewski Grzegorz, Ilkosz Jerzy, *Wrocławska Hala Stulecia,* „Spotkania z Zabytkami" 2007, nr 239, s. 3–7.
Grajewski Grzegorz, Ilkosz Jerzy, *Restauracja Tarasowa przy Hali Stulecia, projekt Maksa Berga – rys historyczny*, [w:] *Konkurs Architektoniczny. Pawilon Konferencyjno-Restauracyjny w zespole Hali Stulecia we Wrocławiu*, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 7–32 [wersja angielska: *The Terrace Restaurant by the Centennial Hall, designer by Max Berg: a historical outline Architectural Competition. Conference and Restaurant Pavilion within the grounds of the Centennial Hall in Wrocław*, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 7–32].
Grajewski Grzegorz, Ilkosz Jerzy, Wójtowicz Ryszard, *Pawilon Czterech Kopuł. Od wystawy historycznej do galerii sztuki współczesnej Muzeum Narodowego we Wrocławiu*, „Roczniki Sztuki Śląskiej" 2014, t. 23, s. 43–73.
Grajewski Grzegorz, Wojtoń Andrzej, *Park Szczytnicki – Ogród Japoński*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 297–304.
Gregotti Vittorio, *L'architettura dell' espressionismo*, „Casabella" 1961, nr 254, s. 24–50.
Grosel Jacek, Mironowicz Władysław, Sawicki Wojciech, Wójcicki Zbigniew, *Badania dynamiczne tymczasowej podłogi w Hali Stulecia we Wrocławiu,* [w:] *Teoretyczne podstawy budownictwa*, t. 5: *Badania doświadczalne i awarie konstrukcji budowlanych*, red. Marcin Gajewski, Stanisław Jemioło, Warszawa 2014, s. 57–72.
Grundmann Günther, *Die Kunst in Schlesien*, Berlin 1952.
Gryglewska Agnieszka, Urbanik Jadwiga, *The inter war architecture – conservation and revaluation problems, Hans Scharoun housing design on the Breslau WuWA estate*, [w:] *Strategies and Technologies for Maintenance and Modernisation of Buildings*, Tokyo 1994.
Gryglewska Agnieszka, *Richard Plüddemann 1846–1910. Architekt Wrocławia*, Wrocław 1998, s. 68, 159–165, 203–213.
Gryglewska Agnieszka, *Architektura Wrocławia XIX–XX wieku w twórczości Richarda Plüddemanna*, Wrocław 1999, s. 61–63, 77–79.

Hartmann Idis, *Von der Forschung kaum beachtet. Zum 100. Geburtstag des schlesischen Architekten Heinrich Lauterbach*, „Kulturpolitische Korrespondenz" 1993, r. 39, s. 14–15.
Hartmann Kristiana, *Fragen an die neuere Tradition beantwortet durch den Deutschen Werkbund 1907–1932*, „Die Bauwelt" 1983, r. 73, s. 587–590.
Heinle Erwin, Schlaich Jörg, *Kuppeln aller Zeiten – aller Kulturen*, Stuttgart 1997, s. 20, 170–171, 176–177, 220.
Hempel Ebehard, *Deutsche Kunstgeschichte*, t. 1, München 1949, s. 551.
Hersel Ottmar, *Die Jahrhunderthalle zu Breslau. Zum 75jährigen Jubiläum der Halle, einem Monument des Stahlbetonbaus*, „Beton– und Stahlbetonbau" 1987, r. 82, z. 12, s. 313–317.
Heuss Theodor, *Hans Poelzig*, [w:] *Die großen Deutschen*, t. 4., Berlin 1957, s. 528.
Hildebrand Maciej, *Remont Hali Stulecia we Wrocławiu,* „Materiały Budowlane" 2011, nr 2, s. 34–35.
Hitchcock Henry-Russel, *Architecture, Nineteenth and Twentieth Centuries*, Harmondsworth 1967, s. 342–343.
Hofmann Werner, *Vollmers Stilkunde*, München [b.r.], s. 423.
Hölscher Petra, *Die Akademie für Kunst– und Kunstgewerbe zu Breslau. Wege einer Kunstschule 1791–1932/33*, Kiel 1996 [praca doktorska].
Hölscher Petra, *Die Akademie für Kunst– und Kunstgewerbe zu Breslau. Wege einer Kunstschule 1791–1932*, Kiel 2003.
Hoh-Slodczyk Christine, Huse Norbert, Kühne Günther, Tönnesmann Andreas, *Hans Scharoun. Architekt in Deutschland 1893–1972*, München 1992.
Huesmann Heinrich, *Welttheater Reinhardt Bauten, Spielstätten, Inszenierungen*, München 1984, s. 26.
Hughes Robert, *Der Schock der Moderne. Kunst im Jahrhundert des Umbruchs,* Düsseldorf 1981, s. 175–176.
Hünfeld Hans, *Breslaus Entwicklung zur Großstadt*, „Schlesien" 1973, r. 18, s. 145–148.
Huse Norbert, *„Neues Bauen" 1918–1933. Moderne Architektur in der Weimar Republik*, München 1985.
Hüter Karl Heinz, *Architektur in Berlin 1900–1933*, Dresden 1987.

Ilkosz Barbara, Ilkosz Jerzy, *20. Jahrhundert*, [w:] *Dehio-Handbuch der Kunstdenkmäler in Polen. Schlesien,* red. E. Badstübner, D. Popp, A. Tomaszewski, D. von Winterfeld, Deutscher Kunstverlag, München–Berlin 2005, s. 84–111.
Ilkosz Barbara, Ilkosz Jerzy, *Sztuka XX wieku*, [w:] *Zabytki Sztuki w Polsce.* Śląsk, red. E. Badstübner, G. Grajewski, D. Popp, A. Tomaszewski, D. von Winterfeld, Warszawa 2006, s. 70–92.
Ilkosz Jerzy, *Hochhäuser für Breslau von Max Berg*, [w:] *Moderne Architektur in Deutschland 1900 bis 1950. Reform und Tradition*, red. Vittorio Magnago Lampugnani, Romana Schneider, Stuttgart 1992, s. 200–219.
Ilkosz Jerzy, *Expressionist inspiration. Max Berg's Centenary Hall at Wrocław reassessed*, „The Architectural Review" 1994, t. 194, s. 76–81.
Ilkosz Jerzy, *Max Berg – architekt Wrocławia*, „Nasze Interesy" 1994, s. 12–15.
Ilkosz Jerzy, *Tereny wystawowe na Szczytnikach we Wrocławiu*, „Gazeta Zachodnia" 1994, nr 7, s. 5 [„Westzeitung" 1994, r. 3].
Ilkosz Jerzy, *Koncepcje urbanistyczne Maxa Berga na przykładzie projektów przebudowy Berlina w roku 1910 i Wrocławia w latach 1919–1920*, [w:] *Architektura Wrocławia*, t. 2: *Urbanistyka*, Wrocław 1995, s. 360–398.
Ilkosz Jerzy, *Die Pläne für das Breslauer Krematorium. Ein Gemeinschaftsprojekt von Max Berg und Oskar Kokoschka*, [w:] *Berichte und Forschungen*, „Jahrbuch des Bundesinstituts für Ostdeutsche Kultur und Geschichte", t. 4, München 1996, s. 133–136.
Ilkosz Jerzy, *Wystawa Sztuki Cmentarnej we Wrocławiu*, [w:] *Sympozjum Międzynarodowe. Dokumenty Konferencji UNESCO ICOMOS – Sztuka Cmentarna*, Wrocław 1995, s. 355–362.
Ilkosz Jerzy, *Max Berg*, [w:] *Ostdeutsche Gedenktage 1997. Kulturstiftung der deutschen Vertriebenen*, Bonn 1996, s. 36–43.
Ilkosz Jerzy, *Wieżowiec w strukturze miasta na przykładzie Wrocławia w latach 1919–1928. Koncepcja urbanistyczna Maxa Berga*, [w:] *Wieżowce Wrocławia 1919–1932*, red. Jerzy Ilkosz, Beate Störtkuhl, Wrocław 1997, s. 39–77 [wydanie niemieckie: *Das Hochhaus in der Stadtstruktur am Beispiel Breslaus in den Jahren 1919–1928 die Städtebauliche Konzeption Max Bergs*, [w:] *Hochhäuser für Breslau 1919–1932*, red. Jerzy Ilkosz, Beate Störtkuhl, Delmenhorst 1997, s. 34–35].
Ilkosz Jerzy, *Gesamtkunstwerk Maxa Berga – Hala Stulecia we Wrocławiu*, [w:] *Ars sine scientia nihil est. Księga ofiarowana Profesorowi Zygmuntowi Świechowskiemu*, Warszawa 1997, s. 101–111.
Ilkosz Jerzy, *Hala Stulecia (obecnie Hala Ludowa) i Tereny Wystawowe na Szczytnikach,* Wrocław 1997.
Ilkosz Jerzy, *Projekty krematorium dla Wrocławia, współpraca Maxa Berga i Oskara Kokoschki*, [w:] *Architektura Wrocławia*, t. 3: *Świątynia*, Wrocław 1997 s. 407–437.
Ilkosz Jerzy, *Schlesische Bund für Heimatschutz – Wystawa Sztuki Cmentarnej*, „Roczniki Sztuki Śląskiej" 1997, t. 16, s. 173–182.
Ilkosz Jerzy, *Dawna Hala Stulecia (Jahrhunderthalle) i Tereny Wystawowe, obecnie Hala Ludowa, Wytwórnia Filmów Fabularnych, Instytut Automatyki Systemów Energetycznych IASE i inne instytucje…*, [w:] *Atlas architektury Wrocławia*, red. Jan Harasimowicz, t. 1, Wrocław 1997, s. 189–193.
Ilkosz Jerzy, *Wzorcowe osiedle na wystawie „Mieszkanie i miejsce pracy" (Wohnung und Werkraum Ausstellung" – WuWA)…*, [w:] *Atlas architektury Wrocławia*, red. Jan Harasimowicz, t. 1, Wrocław 1997, s. 193–197.
Ilkosz Jerzy, *Hala i Wystawa Stulecia w 1913 roku we Wrocławiu. Dzieło Maxa Berga i Hansa Poelziga (The Centenary Hall and the 1913 Wrocław Centennial Exposition. Creation of Max Berg and Hans Poelzig)*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement).* Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 41–71.
Ilkosz Jerzy, *Przekształcenia urbanistyczne centrum Wrocławia 1900–1940*, „Rocznik Wrocławski", t. 5, Wrocław 1998, s. 185–186.
Ilkosz Jerzy, *Hala Stulecia we Wrocławiu – dzieło Maxa Berga*, „Roczniki Historii Sztuki", t. 24, Warszawa 1999, s. 131–215.
Ilkosz Jerzy, *Tereny Wystawowe na Szczytnikach. Geneza Wystawy Stulecia we Wrocławiu w 1913*, „Śląski Kwartalnik Historyczny Sobótka" 1999, r. 54, nr 3, s. 391–420.
Ilkosz Jerzy, *Projekty Hansa Poelziga na Wystawę Stulecia we Wrocławiu w 1913 roku*, [w:] *Hans Poelzig we Wrocławiu. Architektura i sztuka 1900–1916*, red. Jerzy Ilkosz, Beate Störtkuhl, Wrocław 2000 [wydanie niemieckie: Delmenhorst 2000].
Ilkosz Jerzy, *Wystawa Hansa Poelziga we Wrocławiu*, „Architektura i Biznes" 2000, nr 12, s. 18–21.
Ilkosz Jerzy, *Wrocławskie hale żelbetowe,* „Budowlany Informator Techniczny" 2001, nr 3.
Ilkosz Jerzy, *Berg, Poelzig. Prekursorzy modernizmu we Wrocławiu – Berg i Mendelsohn*, „Roczniki Międzynarodowego Centrum Kultury", r. 11, Kraków 2003.
Ilkosz Jerzy, *Hala Stulecia i Tereny Wystawowe we Wrocławiu – dzieło Maksa Berga*, Wrocław 2005.
Ilkosz Jerzy, *Max Berg's Centennial Hall and Exhibition Ground in Wrocław*, Wrocław 2006.
Ilkosz Jerzy, *Die Jahrhunderthalle und das Ausstellungsgelände in Breslau – das Werk Max Bergs*, R. Oldenburg Verlag, München 2006.
Ilkosz Jerzy, *Architektura pro masy – Hala stoleti ve Vratislavi, modernisticky „Gesamtkunstwerk"¸* [w:] *„Složitosti a rozpory" moderni architektury a jeji památkoé ochrany. Sborník příspěvků. Seminář z mezinárodní účastí. Ostrava, 7.–8. září 2005*, Ostrava 2005, s. 36–43.
Ilkosz Jerzy, *Hala Stulecia we Wrocławiu, symbol modernizmu*, [w:] *III Międzynarodowe Seminarium Dziedzictwo Techniki dla Przyszłości. Żelbet*

– *wędrówki turystyczne*, Szczecin 2007, s. 134–145.
Ilkosz Jerzy, *Tereny wystawowe ograniczone ul.: Wystawową, Zygmunta Wróblewskiego, Mikołaja Kopernika*, [w:] *Leksykon architektury Wrocławia*, red. Rafał Eysymontt, Jerzy Ilkosz, Agnieszka Tomaszewicz, Jadwiga Urbanik, Wrocław 2011, s. 924–928.
Ilkosz Jerzy, *Hala Stulecia ul. Wystawowa 1,* [w:] *Leksykon architektury Wrocławia*, red. Rafał Eysymontt, Jerzy Ilkosz, Agnieszka Tomaszewicz, Jadwiga Urbanik, Wrocław 2011, s. 928–932.
Ilkosz Jerzy, *Wystawa Stulecia ul. Wystawowa 1*, [w:] *Leksykon architektury Wrocławia*, red. Rafał Eysymontt, Jerzy Ilkosz, Agnieszka Tomaszewicz, Jadwiga Urbanik, Wrocław 2011, s. 933–936.
Ilkosz Jerzy, *Ekspozycje Schlesische Heimstätte na wrocławskich targach budowlanych w latach 1921–1924*, [w:] *Ernst May 1886–1970*, red. Jerzy Ilkosz, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Wrocław 2012, s. 264–272.
Ilkosz Jerzy, *Prominent Heinrich Lauterbach i środowisko artystyczne Wrocławia na przełomie lat dwudziestych i trzydziestych XX w.*, [w:] *Heinrich Lauterbach. Architekt wrocławskiego modernizmu*, red. Jerzy Ilkosz, Muzeum Architektury we Wrocławiu, Wrocław 2012, s. 71–135.
Ilkosz Jerzy, *Konkurs na rozbudowę Ogrodu Zoologicznego i koncepcję Terenów Wystawowych w 1910 roku*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 266.
Ilkosz Jerzy, *Wystawa Sztuki Cmentarnej w 1913 roku*, [w:] *Leksykon zieleni Wrocławia*, red. nauk. Iwona Bińkowska, Elżbieta Szopińska, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław 2013, s. 789–790
Ilkosz Jerzy, Cervinkova Hana, *Preserving and managing an early modernist Dome for Mass Audience. The Revitalization of the Centennial Hall in Wrocław*, [w:] *Critical Encyclopaedia for Restoration and Reuse of 20th Century Architecture*, cz. I: *Historical and Critical Tools for Conservation*, t. 4: *Conservation of 20th Century Heritage. Case studies*, red. Roberta Grignolo, Bruno Reichlin, Mendrisio Academy Press, Mendrisio [w druku].
Ilkosz Jerzy, Krzywka Łukasz, *Pierwszy nowoczesny biurowiec w Europie projektu Hansa Poelziga*, „Rocznik Wrocławski", t. 4, Wrocław 1997, s. 317–333.
Ilkosz Jerzy, Störtkuhl Beate, *Bauernhaus und Turmvilla. Zur Architektur der Künstlerkolonie im Riesengebirge*, [w:] *Die imposante Landschaft. Künstler und Künstlerkolonien im Riesengebirge im 20. Jh.*, Berlin–Jelenia Góra 1999, s. 104–126.
Irrgang Walter, *Bemerkenswerte Parkanlagen in Schlesien*, Dortmund 1978.
James Kathleen, *Erich Mendelsohn & The Architecture of German Modernism*, Cambridge 1997, s. 19–21.
James Kathleen, *„Organisch". Einstein, Finlay-Freundlich, Mendelsohn und der Einsteinturm in Potsdam*, [w:] *Erich Mendelsohn. Architekt 1887–1953. Gebaute Welten. Arbeiten für Europa, Palästina und Amerika*, red. R. Stephan, Ostfildern–Ruit 1998, s. 33.
James Kathleen, *„Organicznie". Einstein, Finlay-Freundlich, Mendelsohn i Wieża Einsteina w Poczdamie*, [w:] *Erich Mendelsohn. Dynamika i funkcja. Zrealizowane wizje kosmopolitycznego architekta*, Wrocław 2001, s. 34–43.
James-Chakraborty Kathleen, *German Architecture for a Mass Audience*, London–New York 2000, s. 11–69.
Jasieńko Jerzy, Moczko Marta, Moczko Andrzej, Dżugaj Renato, *Badanie cech mechaniczno-fizycznych betonu w dolnym pierścieniu obwodowym kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu/Testing the mechanical and physical properties of concreto in the bottom perimeter ring of the dome of the Centennial Hall in Wrocław*, „Wiadomości konserwatorskie" 2010, nr 27 – http://www.skz.pl/wiadomosci-konserwatorskie/archiwum/wk27-2010 [przedruk: Jasieńko Jerzy, Moczko Marta, *Badania cech mechanicznych i fizycznych betonu w dolnym pierścieniu obwodowym kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu*, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 81–94].
Jasieńko Jerzy, Moczko Marta, Moczko Andrzej, Wala Danuta, *Beton Hali Stulecia (UNESCO List) we Wrocławiu/Concrete of the Centennial Hall (UNESCO list), Wrocław, Poland*, „Wiadomości konserwatorskie" 2011, nr 30 – http://www.skz.pl/wiadomosci-konserwatorskie/archiwum/wk30-2011 [przedruk:
Jasieńko Jerzy, Moczko Marta, *Beton Hali Stulecia (UNESCO List) we Wrocławiu*, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 95–104].
Jasieńko Jerzy, Moczko Marta, Moczko Andrzej, Wala Danuta, Dżugaj Renato, *Centennial Hall in Wrocław (Poland) – unique, hundred years old concreto structure of Max Berg*, [w:] *Structural Historic Analysis of Historical Constructions*, red. Jerzy Jasieńko, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2012, s. 1171–1179.
Jasieńko Jerzy, Łydżba Dariusz, Bednarz Łukasz, Piechówka-Mielnik Magdalena, Rajczakowska Magdalena, Powałka Zbigniew, Pawlik Anna, *Wybrane badania betonu Hali Stulecia we Wrocławiu (obiekt UNESCO)/Selected research on concreto of the Centennial Hall in Wrocław (UNESCO site)*, „Wiadomości konserwatorskie" 2015, nr 42, s. 18–32 – http://www.skz.pl/wiadomosci-konserwatorskie/archiwum/wk42-2015.
Jasieńko Jerzy, Moczko Andrzej, Moczko Marta, *Badania cech betonu w konstrukcji wsporczej kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu*, „Materiały Budowlane" 2015, nr 11, s. 99–100.
Jobst-Siedler W., *Rehabilitierung einer Epoche*, „Süddeutsche Zeitung", nr 100, 2 maja 1986 roku, s. 48.

Joedicke Jürgen, *Geschichte der modernen Architektur*, Stuttgart 1958, s. 142–143.
Joedicke Jürgen, *Anmerkungen zur Theorie des Funktionalismus in der modernen Architektur*, „Jahrbuch für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft" 1965, r. 10, s. 14–24.

Kähler Gert, *Architektur als Symbolverfall. Das Dampfermotiv in der Baukunst*, Braunschweig–Wiesbaden 1985.
Killy Herta Elisabeth, Pfankuch Peter, Scheper Dirk, *Poelzig, Endell, Moll und die Breslauer Kunstakademie 1911–1932*, Berlin 1965 [katalog wystawy].
Kirsch Karin, *Die Weißenhofsiedlung. Werkbund-Ausstellung „Die Wohnung" Stuttgart 1927*, Stuttgart 1987.
Kirschenmann Jörg, Syring Eberhard, *Hans Scharoun. Die Forderung des Unvollendeten*, Stuttgart 1993.
KJT, *Von der Jahrhunderthalle zur Philharmonie*, „Die Bauwelt" 1963, r. 54, z. 42, s. 1223–1234.
Klamecki Henryk, *Hala Ludowa*, „Kalendarz Wrocławski", Wrocław 1987, s. 291–294.
Klemmer Clemens, *80 Jahre Jahrhunderthalle in Breslau (1913–1993)*, „Schlesische Kulturspiegel", r. 28, Würzburg 1993, s. 1–4.
Koepf Hans, *Deutsche Baukunst*, Stuttgart 1956, s. 234.
Konarzewski Leszek, *Projekt i realizacja przebudowy wnętrza Hali Ludowej we Wrocławiu w latach 1995–1997*, [w:] *Architektura Wrocławia*, t. 4: *Gmach*, Wrocław 1998, s. 496–497.
Konarzewski Leszek, *Przebudowa wnętrza Hali Ludowej Wrocław 1995–1997*, [w:] *Regionalny przegląd architektury*, Wrocław 1998, s. 42–45.
Konarzewski Leszek, *Renowacja elewacji Hali Stulecia we Wrocławiu – projekt a realizacja/Renovation of the façade of Centennial Hall in Wroclaw – design versus its accomplishment*, „Wiadomości konserwatorskie" 2009, nr 26, s. 369–380 – http://www.skz.pl/wiadomosci-konserwatorskie/archiwum/wk26-2009 [przedruk: Konarzewski Leszek, *Renowacja elewacji Hali Stulecia we Wrocławiu – projekt a realizacja*, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation,* red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 67–80].
Konarzewski Leszek, *Renowacja betonowej elewacji Hali Stulecia,* „Budownictwo, Technologie, Architektura" 2011, nr 2, s. 56–61.
Konarzewski Leszek, *Na rynku – elewacja Hali Stulecia,* „Murator" 2011, nr 5, s. 114–117.
Kononowicz Wanda, *Przemiany formy urbanistycznej Wrocławia w XIX i na początku XX wieku*, Wrocław 1974 [praca doktorska, Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej].
Kononowicz Wanda, *The urban activities of Ernst May in Breslau after the First World War*, [w:] *Conference Proceedings – Second International DOCOMOMO Coference 1992*, Dessau 1993, s. 82–85.
Kononowicz Wanda, *Pierwszy plan generalny Wrocławia (1924) i początki kompleksowego projektowania urbanistycznego*, [w:] *Architektura Wrocławia*, t. 2: *Urbanistyka*, Wrocław 1995, s. 301–338.
Kononowicz Wanda, *Wrocław w projektach urbanistycznych okresu międzywojennego*, „Rocznik Wrocławski", t. 2, Wrocław 1995 s. 249–304.
Kononowicz Wanda, *Urbanism of the Modern Movement in Wrocław (Breslau)*, [w:] *Conference Proceedings – Fourth International DOCOMOMO Coference 1996*, Bratislava 1997, s. 116–119.
Kononowicz Wanda, *Wrocław. Kierunki rozwoju urbanistycznego w okresie międzywojennym*, Wrocław 1997.
Konwiarz Richard, *Die Jahrhunderthalle in Breslau, das bedeutendste Bauwerk. Neuer Baukunst in Ostdeutschland*, „Schlesien" 1957, r. 2, s. 102–106.
Krążelewski Jarosław, Puła Olgierd, *Zabezpieczenie głębokiego wykopu wewnątrz Hali Stulecia we Wrocławiu,* „Budownictwo i inżynieria środowiska" 2014, nr 5, s. 59–64 – http://www.biswbis.pb.edu.pl/2014_02/002.pdf.
Kretschmer Hildegard, *Die Architektur der Moderne. Ein Einführung*, Ditzingen 2013.
Krischanitz Adolf, Klapfinger Otto, *Die Wiener Werkbundsiedlung. Dokumentation einer Erneuerung*, Düsseldorf 1989.
Kulak Teresa, *Śląska metropolia*, [w:] *Wrocław – dziedzictwo wieków*, Wrocław 1997, s. 159–161.
Kultermann Udo, *Die Architektur im XX Jahrhundert*, Köln 1977, s. 67–69.
Kultermann Udo, *Die Architektur im 20.Jahrhundert*, Köln 1980, s. 67.
Kurnik Walter, *Scheitnig, das Paradies der Breslauer*, „Jahrbuch der schlesischen Friedrich Wilhelm Universität" 1969, r. 14, s. 17–39.

Lampugnani Vittorio Magnago, *Architektur und Städtebau des 20 Jahrhunderts*, Stuttgart 1980, s. 56.
Lampugnani Vittorio Magnago, *Lexikon der Architektur des 20. Jahrhunderts*, Ostfildern–Ruit 1998, s. 42.
Langewiesche Dieter, Lenger Friedrich, *Räumliche Mobilität in Deutschland vor und nach dem Ersten Weltkrieg*, [w:] *Massenwohnung und Eigenheim. Wohnungsbau und Wohnen in der Großstadt seit dem Ersten Weltkrieg*, red. A. Schildt, A. Sywottek, Frankfurt am Main–New York 1988, s. 103–126.
Laska Wojciech, *Beton – surowość, szczerość, piękno. Renowacja powierzchni betonowych elewacji i wnętrz Hali Stulecia we Wrocławiu,* „Świat Architektury" 2011, nr 10, s. 90–93 [przedruk: Laska Wojciech, *Beton – surowość, szczerość, piękno. Renowacja powierzchni betonowych elewacji*

i wnętrz Hali Stulecia we Wrocławiu, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 115–126].
Laska Wojciech, *Fassadensanierung der Jahrhunderthalle in Breslau. Farbliche Vereinheitlichung von Betonflächen*, „Coviss" 2011, z. 2.
Laska Wojciech, *Monumentalne idee Maxa Berga. Hala Stulecia we Wrocławiu*, „Świat Architektury" 2011, z. 11, s. 80–88.
Lauterbach Heinrich, *Über neues Bauen*, „Schlesien" 1960, r. 4, s. 230–238.
Lauterbach Heinrich, *Der Architekt Professor Theo Effenberger beging seinen achtzigsten Geburtstag*, „Schlesien" 1962, r. 7, s. 178–180.
Lauterbach Heinrich, *Hans Poelzig. Rede zur Eröffnung der Gedächtnisausstellung in Kassel am 24 Oktober 1951*, „Schlesien" 1963, r. 8, nr 4.
Lauterbach Heinrich, *Poelzig – August Endell – Moll*, „Schlesien" 1965, r. 10, s. 81–91.
Lauterbach Heinrich, *Einleitung*, [w:] *Hans Scharoun*, Berlin 1967, s. 7–20 [katalog wystawy].
Lauterbach Heinrich, *Bauten 1925–1965*, Berlin 1971.
Leśnikowski Wojciech, *Der Osten, Schlesien, Sachsen, Thüringen und Brandenburg*, [w:] *Architektur in Deutschland 1919–1939*, red. John Zukowsky, München–New York 1994, s. 244.
Leśnikowski Wojciech, *Functionalism in Czechoslovakian, Hungarian and Polish Architecture from the European perspective*, [w:] *East European Modernism*, red. Wojciech Leśnikowski, New York 1996, s. 15–36.
Lionel R., *Lexikon des Expresionismus*, Paris Galerie Somogy, Paris 1980, s. 123.
Lose Stanisław, *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement)*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement)*. Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 174.

Łukaszewicz Piotr, *Wrocławska Akademia Sztuki i środowisko artystyczne tego miasta 1900–1932*, [w:] *W kręgu sztuki śląskiej pierwszej połowy XX wieku*, red. Zygmunt Świechowski, Wrocław 1983, s. 43.
Łukaszewicz Piotr, *Wrocławska Akademia Sztuki i środowisko artystyczne tego miasta 1918–1933*, [w:] *Co robić po kubizmie?*, Kraków 1984, s. 173–192.
Łukaszewicz Piotr, *Lwówecka Sala Ślubów wczesne dzieło Hansa Poelziga oraz zespołu Wrocławskiej Akademii Sztuki i Rzemiosła Artystycznego*, [w:] *Entre cour et jardin, czyli pomiędzy mecenasem i artystą. Księga pamiątkowa ku czci profesora Andrzeja Ryszkiewicza*, Lublin 1987, s. 277–290.
Łukaszewicz Piotr, *The Academy of Arts and Crafts*, „Rassegna" 1989, t. 11, s. 63–72.
Łukaszewicz Piotr, *Der Löwenberger Trauungssaal. Das frühe Werk von Hans Poelzig und der Gruppe der Breslauer Kunst– und Gewerbeschule*, „Schlesien" 1993, nr 1, s. 10–17.
Łukaszewicz Piotr, *Osiągnięcia wrocławskiej Akademii Sztuki w zakresie form użytkowych*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement)*. Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 26–40.

Major Máté, *Geschichte der Architektur*, t. 3, Berlin 1984, s. 333.
Markowska Anna, *Problemy ekspresjonizmu i funkcjonalizmu w twórczości Moritza Haddy (1887–1941)*, Wrocław 1998 [praca doktorska, Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej].
Marquart Christian, *Hans Poelzig. Architekt – Maler – Zeichner*, Tübingen–Berlin 1995 [katalog wystawy].
Marschall Horst, Karl, *Friedrich von Thiersch. Ein Münchner Architekt des Späthistorismus 1852–1921* (*Materialien zur Kunst des 19. Jahrhunderts*), München 1982, s. 29–31, 300, 312–316.
Mayer Birgit, *Studien zu Hans Poelzig. Bauten und Projekte der zwanziger Jahre*, München 1986 [praca doktorska].
Mendelsohn Erich, *Briefe eines Architektes*, Berlin 1991, s. 20.
Müller-Wulckow Walter, *Architektur der 20er Jahre in Deutschland*, Königstein 1975, s. 7, 42–43.

Nielsen Christine, *Die Versuchsiedlung der Werkbundausstellung „Wohnung und Werkraum". Breslau 1929*, Bonn 1994 [praca magisterska, Philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn].
Nielsen Christine, *Breslau und die Werkbundsiedlung 1929. Planungsideen und Wohnkonzepte*, [w:] *Auf dem Weg zum Neuen Wohnen. Die Werkbundsiedlung Breslau 1929*, Berlin 1996, s. 16–37 [katalog wystawy].
Nielsen Christine, *Theo Effenberger 1882–1969*, Bonn 1998 [praca doktorska, Philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn].
Nielsen Christine, *Theo Effenberger 1882–1968. Architekt in Breslau und Berlin*, Egelsbach–Frankfurt am Main–München–New York 1999.

Niemczyk Ernest, *Modernistyczna architektura początku XX w. we Wrocławiu*, Wrocław 1972 [praca doktorska, Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej].
Niemczyk Ernest, *Secesja i modernizm jako kategorie stylowe*, „Studia estetyczne" 1973, t. 10, s. 180.
Niemczyk Ernest, *Max Berg i Hans Poelzig a początki nowoczesnej architektury Wrocławia*, „Roczniki Sztuki Śląskiej" 1979, t. 12, s. 71–79.
Niemczyk Ernest, *Nowa forma w architekturze Wrocławia pierwszego trzydziestolecia XX w.*, [w:] *Z dziejów sztuki śląskiej*, red. Zygmunt Świechowski, Wrocław 1978, s. 419–467.
Niemczyk Ernest, *Utopie kultury i artystyczne wizje na przykładzie domów własnych architektów*, [w:] *Sztuka dwudziestolecia międzywojennego*. Materiały Sesji Stowarzyszenia Historyków Sztuki, Warszawa 1982, s. 169–198.
Niemczyk Ernest, *Historyzm i antyhistoryzm w architekturze na przykładzie dzieł wrocławskich okresu 1900–1933*, [w:] *W kręgu sztuki śląskiej pierwszej połowy XX wieku*, red. Zygmunt Świechowski, Wrocław 1983, s. 45–55.
Niemczyk Ernest, *Wrocławski modernizm*, „Nasze Interesy" 1994, nr 10.
Niemczyk Ernest, *Die Jahrhunderthalle in Breslau – ein Triumph des Eisenbetonbaus. Hallen. Vortrage im Wintersemester 96/97*, „Beitrage zur Geschichte des Bauingenieurwesens", z. 8, München 1997, s. 51–65.
Niemczyk Ernest, *Hala Ludowa we Wrocławiu*, Wrocław 1997.
Niemczyk Ernest, *Inspiracje wrocławskiego modernizmu (Inspiration for the Wrocław modern movement)*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement)*. Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 9–13.
Nietzke Martin, *Gustav Wolf. Soziale Aspekte traditioneller Raummuster im Wohnungsbau der Weimarer Republik*, Aachen 1987 [praca doktorska].
Nowak Tomasz, Jasieńko Jerzy, Karolak Anna, Bednarz Łukasz, *Analysis of the condition of material and proposal for reinforcing the log frame walls of the wooden church of st. John of Nepomuk in Wroclaw, Poland*, [w:] *Structural health assessment of timber structures : proceedings of the International Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures, SHATIS'15, 9–11 September 2015 Wroclaw, Poland*, t. 1, red Jerzy Jasieńko, Tomasz Nowak, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2015, s. 313–321.

Onysyk Jerzy, Biliszczuk Jan, Prabucki Przemysław, Sadowski Krzysztof, *Wzmocnienie dolnego pierścienia żelbetowej kopuły Hali Stulecia we Wrocławiu,* „Inżynieria i Budownictwo" 2012, r. 68, nr 7, s. 361–365 [przedruk: Onysyk Jerzy, Bliszczuk Jan, Prabucki Przemysław, Sadowski Krzysztof, [w:] *Hala Stulecia 1913–2013/Centennial Hall. Projekt – budowa – remont/Design – building – renovation*, red. Leszek Budych, Wrocław 2013, s. 105–114].

Pehnt Wolfgang, *Architektur*, [w:] *Die Kunst des 20 Jahrhunderts 1880–1940*, „Propyläen Kunstgeschichte", t. 12, Berlin 1978, s. 366.
Pehnt Wolfgang, *Die Architektur des Expressionismus*, Stuttgart 1973.
Pehnt Wolfgang, *Ein Kerl wie Poelzig*, [w:] *Hans Poelzig. Die Pläne und Zeichnungen aus dem ehemaligen Verkehrs– und Baumuseum in Berlin*, red. Matthias Schirren, Berlin 1989.
Pehnt Wolfgang, *Altes Ägypten und neues Bauen*, [w:] *Die Erfindung der Geschichte*, München 1989, s. 68–86.
Pevsner Nicolaus, *Der Beginn der modernen Architektur und Design*, Köln 1971, s. 159–162, 200.
Pevsner Nicolaus, *Wiederkehr des Historismus*, [w:] Nicolaus Pevsner, *Architektur und Design. Von der Romantik zur Sachlichkeit*, München 1971, s. 509.
Pevsner Nicolaus, *Pionierzy współczesności. Od Williama Morrisa do Waltera Gropiusa*, Warszawa 1978, s. 208.
Pevsner Nicolaus, *A history of Building Types*, Princeton 1976, s. 252–253.
Pfankuch Peter, *Hans Scharoun. Bauten, Entwürfe, Texte*, Berlin 1974.
Pfankuch Peter, *Adolf Rading. Bauten, Entwürfe und Erläuterungen*, Berlin 1970.
Pfankuch Peter, *Von der futuristischen zur funktionellen Stadt. Planen und Bauen in Europa von 1913 bis 1933*, [w:] *Tendenzen der Zwanzigern Jahre*, Berlin 1977, s. 6.
Pfitzner Theodor, *Paul Bonatz*, [w:] *Lebensbilder in Franken und Schwaben*, red. Uhland Robert, t. 14, Stuttgart 1980, s. 509.
Pieńkos Andrzej, *Poelzig i ekspresjonizm na Śląsku*, „Spotkania z zabytkami" 1995, nr 2, s. 2–4.
Pommer Richard, Otto Christian, *Weißenhof 1927 and the modern movement in architecture*, Chicago 1991.
Posener Julius, *Hans Poelzig. Gesammelte Schriften und Werke*, Berlin 1970, s. 8.
Posener Julius, *Hans Poelzig*, „Architectural Review", nr 15, London 1972.
Posener Julius, *Poelzig*, [w:] Nicolaus Pevsner i in., *The Anti-Rationalists*, London 1973, s. 193–202.
Posener Julius, *Hans Poelzig and the Architecture of Expressionism*, [w:] *From Schinkel to the Bauhaus*, London 1972, s. 24–31.
Posener Julius, *Berlin auf dem Wege zu einer neuen Architektur. Das Zeitalter Wilhelms II*, München 1979, s. 489–491.

Posener Julius, *Stahl und Beton vor 1914*, „Arch+" 1979, nr 48.
Posener Julius, *Otto Wagner – Die Rolle Hans Poelzigs vor 1918*, „Arch+" 1980, nr 53, s. 41–47.
Posener Julius, *Hans Poelzig*, [w:] *Baumeister, Architekten und Stadtplaner. Biographien zur baulichen Entwicklung Berlins*, Berlin 1987, s. 365–386.
Posener Julius, *Über Hans Poelzig*, „Baumeister" 1900, r. 87, nr 12, s. 58–59.
Posener Julius, *Hans Poelzig II*, „Arch+" 1980, nr 53, s. 48–51.
Posener Julius, *Hans Poelzig, Bruno Taut und der Expressionismus*, „Arch+" 1980, nr 53, s. 52–57.
Posener Julius, *Hans Poelzig sein Leben, sein Werk,* Braunschweig – Wiesbaden 1994.

Reichel Klaus, *August Endell (1871–1925). Vom Jugendstil zur Sachlichkeit*, Bochum 1974 [praca doktorska].
Reichlin Bruno, *Moderne Beuformen, documenti di storia e tedesca negli anni trenta*, „Casabella" 1969, t. 11, nr 342, s. 47–52.
Reichlin Bruno, *Moderne Bauformen, documenti di storia e tedesca negli anni trenta*, „Casabella" 1969, t. 12, nr 343, s. 45–49.
Reichow Hans Bernhard, *Die Jahrhunderthalle in Breslau. Ein epochales Werk des pommerschen Baumeisters Max Berg*, „Baltischen Studien. Neue Folge" 1962–1964, nr 49–50, s. 53–57.
Rickert Johannes, *Die Breslauer Akademie von 1929 bis zu ihrer Auflösung im Rückblick eines ihrer Schüler,* „Schlesien" 1974, r. 19, s. 200–207.
Rickert Johannes, *Das pädagogische Prinzip der Breslauer Kunstakademie (1900–1932)*, [w:] *Kunst Schulreform 1900–1933. Fünf Beispiele ihrer Verwirklichung*, red. Hans Maria Wingler, Berlin 1977, s. 202–219.
Rutecka Agnieszka, Mnich Marta, Chrzanowska Agnieszka, *Centrum turystyki biznesowej przy Hali Stulecia we Wrocławiu*, „Architektura Murator" 2010, nr 12, s. 62–73.
Roh Franz, *Geschichte der deutschen Kunst von 1900 bis zur Gegenwart*, München 1958 s. 389.
Rozpędowski Jerzy, *Architektura od klasycyzmu do okresu II wojny światowej*, [w:] *Wrocław – jego dzieje i kultura*, red. Zygmunt Świechowski, Warszawa 1978, s. 387–402.

Schädlich C., *Breslau (halle du centenaire de)*, [w:] *L'Art de l'ingénieur constructeur, entrepreneur, inventeur*, Paris 1997, s. 90–91.
Scheuermann Gerhard, *Berühmte Orgeln Breslaus*, „Jahrbuch der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität" 1979, r. 20, s. 241–270.
Scheyer Ernst, *Die Kunstakademie Breslau und Oskar Moll*, Würzburg 1960.
Scheyer Ernst, *Breslau, so wie es war*, Düsseldorf 1969, s. 70.
Scheyer Ernst, *Die Entwicklung des Bauhaus-Prinzip und die Breslauer Kunstakademie*, „Jahrbuch der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau" 1981, r. 12, s. 162–190.
Schirren Matthias, *Festspielhaus und Messegelände – die Jahrhundertausstellung 1913 und ihr Nachwirken im Werk von Hans Poelzig*, [w:] Matthias Schirren, *Hans Poelzig. Die Pläne und Zeichnungen, aus dem ehemaligen Verkehrs– und Baumuseum in Berlin*, Berlin 1989, s. 32–41.
Schirren Matthias, *Sachliche Monumentalität. Hans Poelzigs Werk in den Jahren 1900–1914*, [w:] *Moderne Architektur in Deutschland 1900 bis 1950. Reform und Tradition*, red. Vittorio Magnano Lampugnani, Romana Schneider, Stuttgart 1992, s. 79–103.
Schirren Matthias, *Farbe im Werk des Architekten Hans Poelzig*, [w:] *Von Otto Mueller bis Oskar Schlemmer. Künstler der Breslauer Akademie. Experiment, Erfahrung, Erinnerung*, Schwerin 2002, s. 28–39 [katalog wystawy].
Schöne Lutz, *Eisenbetonschale zwischen 1898 und 1928*, Aachen 2011, s. 92–100.
Schreyer Lothar, *Ein Jahrtausend deutscher Kunst*, Hamburg 1954, s. 466.
Schreyer Lothar, *Erinnerungen an Sturm und Bauhaus*, München 1956, s. 150, 154.
Schrodock Karl, *Professor Heinrich Lauterbach gestorben*, „Schlesien" 1973, r. 18, s. 127–128.
Schubert Otto, *Berg Max Paul Eduard*, [w:] *Neue Deutsche Biographie*, t. 2, Berlin 1955, s. 75–76.
Schulz Eberhard, *Die Riesenkuppel*, „Frankfurter Allgemeine Zeitung", nr 89, 17 kwietnia 1970 roku, s. 32.
Stabenow Jörg, *Staumauer und Monument. Die Talsperre Klingenberg, ein Werk des Architekten Hans Poelzig*, „Architectura" 1997, s. 183–199.
Stegmann Knut, *Das Bauunternehmen Dyckerhoff & Widmann. Zu den Anfängen des Betonsbau in Deutschland 1865–1918*, Ernst Wasmuth Verlag, Tübingen, Berlin 2014, s. 207–212, 348–349.
Störtkuhl Beate, *Die Pläne zur Breslauer „Ausstellung für Handwerk und Kunstgewerbe" von 1904 im Bauarchiv der Stadt Breslau/Archiwum Budowlane Miasta Wrocławia*, „Jahrbuch des Bundesinstituts für Ostdeutsche Kultur und Geschichte" 1994, r. 2, s. 59–85.
Störtkuhl Beate, *Die Breslauer Moderne 1900–1933 (Modernizm wrocławski w latach 1900–1933)*, [w:] *„Wach auf, mein Herz, und denke". Zur Geschichte der Beziehungen zwischen Schlesien und Berlin-Brandenburg von 1740 bis heute („Przebudź się, serce moje i pomyśl". Przyczynek do historii stosunków między Śląskiem a Berlinem-Brandenburgią)*, Berlin–Opole 1995, s. 144–145 [katalog wystawy].
Störtkuhl Beate, *Die Wohnung– und Werkraumausstellung „WuWA" in Breslau*, „Jahrbuch des Bundesinstituts für Ostdeutsche Kultur und Geschichte" 1995, r. 3, s. 107–176.

Störtkuhl Beate, *„Landhaus" – typ podmiejskiego domu z początku XX wieku na przykładzie Wrocławia*, [w:] *Architektura Wrocławia*, t. 1: *Dom*, Wrocław 1995, s. 281–299.
Störtkuhl Beate, Ilkosz Jerzy, *Die Architektem der Kunstakademie In den zwanziger Jahren*, [w:] *Von Otto Mueller bis Oskar Schlemmer. Künstler der Breslauer Akademie. Experiment, Erfahrung, Erinnerung*, Schwerin 2002, s. 40–65 [wydanie polskie: *Architekci wrocławskiej Akademii Sztuki w latach dwudziestych*, [w:] *Od Otto Muellera do Oskara Schlemmera. Artyści Wrocławskiej Akademii*, Wrocław 2002, s. 40–65].
Störtkuhl Beate, Ilkosz Jerzy, *Architektura na wrocławskiej Akademii Sztuki w latach 1900–1932*, [w:] *Schola Architecturae. Budynki Szkół Architektury*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, s. 59–72
Störtkuhl Beate, Ilkosz Jerzy, *A Cathedra of Work and New Social Life: The Contribution of Max Berg to German Skyscraper Debate*, [w:] „German Historical Institute, Washington, D.C. Bulletin", Supplement 2: *From Manhattan to Mainhattan: Architecture and Style as Transatlantic Dialogue, 1920–1970*, red. Cordula Grewe, Washington, D.C. 2005, s. 13–28.
Stukowski Aleksander, *Odnowiony Poelzig*, „Spotkania z Zabytkami" 1997, nr 10, s. 29.
Swoboda K.M., *Geschichte der bildenden Kunst in 9 Bänden*, t. 9, Wien 1984, s. 237.
Szczypka-Gwiazda Barbara, *Trójmiasto Bytom–Zabrze–Gliwice jako przykład nowej koncepcji urbanistycznej*, [w:] *Sztuka Górnego Śląska na przecięciu dróg europejskich i regionalnych*, red. Ewa Chojecka, Katowice 1999.
Szechwiński Mariusz, Bychwalski Czesław, *Stulecie betonu zbrojonego we Wrocławiu,* „Inżynieria i Budownictwo" 2004, r. 50, nr 5.
Šlapeta Ludomír, Šlapeta Vladimír, *50 Jahre WuWA*, „Die Bauwelt" 1979, nr 35, s. 1426–1445.
Šlapeta Vladimír, *Die Architektur an der Akademie für Kunst und Kunstgewerbe in Breslau*, „Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar" 1979, r. 26, s. 400–404.
Šlapeta Vladimír, *Ein mutiges Experiment und im Dialog, „Häuser nach Maß". Die Bauausstellungen des tschechoslowakischen Werkbund – „Novy dum" in Brno (Brün) und „Baba" 1932 in Prag*, „Stadt. Neue Heimat-Monatshefte für Wohnungs– und Städtebau" 1982, r. 29, s. 48–55, 65–67.
Šlapeta Vladimír, *Architekci Wrocławskiej Akademii Sztuk Pięknych i Rzemiosła Artystycznego*, [w:] *W kręgu sztuki śląskiej pierwszej połowy XX wieku*, red. Zygmunt Świechowski, Wrocław 1983, s. 19.
Šlapeta Vladimír, *Neues Bauen in Breslau*, „Rassegna" 1989, r. 11, nr 40, s. 14–61.
Šlapeta Vladimír, *Pupils of the academy*, „Rasegna" 1989, r. 11, nr 40, s. 73–77.
Szymanski Beate, *Der Architekt Adolf Rading (1888–1957). Arbeiten in Deutschland bis 1933*, München 1992 [praca doktorska].
Szymanski-Störtkuhl Beate, *Adolf Rading we Wrocławiu 1919–1933 (Adolf Rading in Wrocław 1919–1933)*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement).* Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 101–113.

Tarczewski Romuald, Bober Waldemar, *Structural shaping of some early concrete strucktures in Wrocław*, [w:] E*volution and trends in design, analysis and construction of shell and spatial structures: 50th Anniversary Symposium of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), València, Spain, 28 September – 2 October 2009 : proceedings of the IASS Symposium 2009, València*, red. A. Domingo, C. Lazaro, Editorial de la Universitat Politècnica de València, València 2009, s. 710–721 [dokument elektroniczny].
Tebach Hans Jakob, *Technischer Fortschritt und sozialer Wandel in den deutschen Ostprovinzen. Ostpreußen, Westpreußen und Schlesien im Zeitalter der Industrialisierung*, Berlin 1991.
Thiele Klaus Jakob, *Von der Jahrhunderthalle zur Philharmonie*, „Die Bauwelt" 1963, z. 42, s. 1223–1234.
Tintelnot Hans, *Illustrierte Weltkunstgeschichte in 5 Bänden*, t. 4, Zürich 1959, s. 428.
Thum Gregor, *Die fremde Stadt. Breslau 1945*, Siedler, Berlin 2003.
Tyszkiewicz Jakub, *Tereny wystawowe we Wrocławiu i koncepcje ich zagospodarowania w latach 1945–1950*, „Rocznik Wrocławski", t. 1, Wrocław 1994, s. 251–264.
Tyszkiewicz Jakub, *Sto wielkich dni Wrocławia. Wystawa Ziem Odzyskanych we Wrocławiu a propaganda ziem zachodnich i północnych w latach 1945–1948*, Wrocław 1997.
Tyszkiewicz Jakub, *Wystawa Ziem Odzyskanych w oczach dyplomatów amerykańskich,* „Rocznik Wrocławski" 2009, r. 11, s. 275–282.

Urbanik Jadwiga, Gryglewska Agnieszka, *Studium historyczno-konserwatorskie budynku hotelowego przy ul. Kopernika 9 we Wrocławiu*, t. 1–4, Wrocław 1993 [mps].
Urbanik Jadwiga, Gryglewska Agnieszka, *Wybrane problemy z historii architektury XIX i XX wieku. Trendy formalne i kolorystyczne w modernistycznej architekturze mieszkaniowej okresu międzywojennego we Wrocławiu na tle innych realizacji w Niemczech*, t. 1–2, Wrocław 2001 [mps].
Urbanik Jadwiga, *WUWA 1929*, „Sztuka" 1989, nr 4.
Urbanik Jadwiga, *The Estate of Breslau „Home and Workplace" Exhibition*, [w:] *The Art of the 1920's in Poland, Bohemia, Slovakia and Hungary*,

Kraków 1991, s. 53–58.
Urbanik Jadwiga, *The WuWA estate in Wrocław, Poland*, „Newsletter DOCOMOMO", nr 4, Eindhoven 1991.
Urbanik Jadwiga, *Werkbund organisation as the precursor of new ideas in inter-war architecture*, [w:] *Documentation and conservation of buildings, sites and neighbourhoods of the modern movement. Conference proceedings*, Eindhoven 1991.
Urbanik Jadwiga, *An Adolf Rading housing design on the WuWA estate, Breslau – results of post-war conservation of the modern movement architecture*, [w:] *Innovations in Management, Maintenance and Modernisation of Buildings. Conference Proceedings*, t. 4, Rotterdam 1992.
Urbanik Jadwiga, *Toward functionalist dwelling, successes and failures – model Werkbund estates*, [w:] *Conference Proceedings DOCOMOMO*, Dessau 1993.
Urbanik Jadwiga, *Renovation problems of the Hans Scharoun building on the WuWA housing estate*, [w:] *Conference Proceedings DOCOMOMO*, Barcelona 1994.
Urbanik Jadwiga, *Wzorcowe osiedle mieszkaniowe wrocławskiej wystawy „Mieszkanie i miejsce pracy" 1929 r. („Wohnung und Werkraum" Ausstellung)*, [w:] *Architektura Wrocławia*, t. 1: *Dom*, Wrocław 1995, s. 311–330.
Urbanik Jadwiga, *Conservation goes East: The Restoration of the Hans Scharoun Building on the WUWA Housing Estate, Wrocław, Poland*, [w:] *Modern Maters – Principles and Practice in Conserving Recent Architecture. Conference Proceedings*, red. S. Macdonald, London 1996, s. 153–161.
Urbanik Jadwiga, *Neues Bauen und neue Bautechniken. Anmerkungen zu technologischen Aspekten der WUWA*, [w:] *Auf dem Weg zum Neuen Wohnen. Die Werkbundsiedlung Breslau 1929*, Boston–Berlin 1996, s. 60–69.
Urbanik Jadwiga, *WUWA – wzorcowe osiedle Wrocławskiej Wystawy „Mieszkanie i Miejsce Pracy", 1929 (Wohnung und Werkraum Ausstellung) (WUWA – A Model Housing Estate of the 1929 Wrocław „Wohnung und Werkraum" (Home and Workplace Exhibition))*, [w:] *Ten wspaniały wrocławski modernizm (That wonderful Wrocław modern movement)*. Materiały konferencji Komisji Architektury i Urbanistyki wrocławskiego oddziału Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1998, s. 133–154.
Urbanik Jadwiga, *Osiedle wrocławskiej wystawy „Mieszkanie i Miejsce Pracy" (WUWA 1929) na tle innych wzorcowych osiedli Werkbundu*, Wrocław 1998 [praca doktorska, Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej].
Urbanik Jadwiga, *Wrocławska Wystawa Werkbundu WUWA 1929*, Wrocław 2002.
Urbanik Jadwiga, *Wystawa „Mieszkanie i miejsce pracy" we Wrocławiu (1929),* [w:] *Droga ku nowoczesści. Osiedla Werkbundu 1827-1932,* red. Jadwiga Urbanik, Wrocław 2016, s. 118 – 147.

Wąs Cezary, *Ogród i park księcia Hohenlohe w Szczytnikach*, „Śląski Labirynt Krajoznawczy" 1993, t. 5, s. 137–143.
Weißert Ernst, *Gedanken an die Freie Waldorfschule Breslau. Von der lebenden Gestalt der Breslauer Schule*, „Erziehungskunst" 1980, r. 44, s. 293–315.
Wodzińska Alicja, *Wystawa Ziem Odzyskanych,* [w:] *Leksykon architektury Wrocławia*, red. Rafał Eysymontt, Jerzy Ilkosz, Agnieszka Tomaszewicz, Jadwiga Urbanik, Wrocław 2011, s. 936–939.
Wolf Gustav, *Paul Heim, dem 75 Jährigen in Stuttgart*, „Baumeister" 1955, r. 52, s. 116–117.
Wydra Włodzimierz, *Uwarunkowania konstrukcyjne realizacji projektu remontu i modernizacji Hali Ludowej we Wrocławiu*, [w:] *Problemy remontowe w budownictwie ogólnym. VII Konferencja naukowo-techniczna. Referaty, Wrocław–Szklarska Poręba, 5–7.12.1996*, Wrocław 1996, s. 283–289.
Wydra Włodzimierz, *Ocena trwałości i analiza możliwości naprawy powłokowych stropów druciano-tynkowych w zabytkowych budynkach użyteczności publicznej*, [w:] *Problemy remontowe w budownictwie ogólnym i obiektach zabytkowych*, red. Jerzy Jasieńko i in., Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006. s. 334–341.

Zwierz Maria, *Wystawa Ziem Odzyskanych (WZO) w 1948 roku na tle tradycji wystawienniczych Wrocławia,* „Kwartalnik Architektury i Urbanistyki" 2009, t. 54, z. 4, s. 98–100.
Zwierz Maria, *Architektura i rozplanowanie terenów wystawowych we Wrocławiu w XIX i pierwszej połowie XX wieku*, Wrocław 2013 [praca doktorska, Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej].
Zwierz Maria, *Tradycje wystawiennicze we Wrocławiu w latach 1818 – 1948. Architektura i rozplanowanie terenu wystaw.*, Wrocław 2016, s. 151 – 300.

ISBN 978-83-89262-94-3