

# Adam Pulikowski

---

## Problemy konstrukcyjne i nadzór autorski

---

Ochrona Zabytków 40/1-2 (156-157), 80-95

---

1987

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Basing on them, the character and appropriation of the Castle were determined and the official name of the building, namely "the Royal Castle in Warsaw – the Monument of History and National Culture" was adopted on the strength of the Law.

As the chairman of the Architectonic and Conservation Commission Professor Jan Zachwatowicz conveyed to the executors the content of the Law adopted as well as detailed resolutions for the execution.

1971 was the time of preparatory works. The Commission supervised a proper development of the constructional site, defined the way of demolitions and rubble-removal, followed the progress of research, archaeological and architectonic works. It also analyzed the activity of the Design Office which at that time compiled all earlier documents and accomplished the cataloguing during the removal of the rubble, making lists of the rescued part of the building and excavated details.

It was planned to commence proper constructional work in the beginning of 1972 and the execution of the raw state of the building was scheduled by the State Ateliers for the Conservation of Cultural Property by the end of 1973.

On June 1971 Professor Jan Boguslawski submitted to the Commission a substitute plan on a scale 1:200 of the concept of the distribution of the utility programme and functions. The acceptance of this concept made possible for designers to start the project on a scale 1:100 in the architectonic and constructional field and to present preliminary proposals of installation solutions and the entire technical infrastructure.

At the subsequent meetings a number of specific problems that arose during the designing stage were discussed. They concerned functional, technical and material problems as well as architectonic details. This particular activity of the Commission speeded up design solutions, raised the quality of projects, and imposed the rate of design and constructional work.

Basic design work was done by the PKZ – the Castle and branch projects were carried out in specialized design offices such as "Instal Projekt", "Metroprojekt", "Mostostal".

Due to the necessity to keep up such a fast rate of the execution of work the Commission found it necessary to successively work out the documentation. It recommended to work out a schedule of the construction and approved a specification of costs of the raw state of the Castle. In the first months of 1972 the work in the cellars came to an end and in April of that year, there began to appear walls of the groundfloor in the south wing from the side of the Route W-Z. The hope arose for the mass of the Castle to be completed in the raw state in 1974. At that time activities of the Commission concentrated mainly on the analysis of the documentation necessary for pursuing the work. Still, the Design Office was instructed to work out

complete technical documentation and to project the interiors.

Nearly 500 protocols from the meetings of the Commission display an enormous variety of the discussed subjects.

At the initial stage the Commission analyzed results or constructional work and historic, iconographic, architectonic and archaeological studies, which affected conservation decisions. In a similar way the commission studied the results of technical investigations, e.g. land resistance, hydrogeological conditions, technical conditions of preserved elements of the building, quality of materials such as brick, stone, mortars, stucco work, paintings on the plaster. They also considered a possibility to use anew numerous elements excavated from the rubble or to replace them with a new material. The Commission discussed basic constructional and installation problems and verified main guidelines in case of new discoveries and results of the studies which justified the need to correct original decisions. Other subjects discussed in detail included the plan of each interior, a composition of wall, plafond and floor decorations, window and door joinery, details of decorations and furnishing, paintings, chandeliers, candle sticks, carpets, tapestries etc. Many elements of decoration and interior equipment were rescued and called for painstaking conservation. The Commission supervised the activities of the Workshops for the Conservation of Works of Art, Sculpture, Stucco, Metal Art and other specialistic teams working on behalf of the Castle.

A difficult task for the Commission was to agree the colouring of the interiors. When analyzing the proposals they took into account historic relays, the customs and tradition as well as the taste of a given epoch or a ruler, and finally the functions of the room and its artistic effect. Some of the decisions are – until today – regarded as controversial – and call for further analyses.

A similar problem arose when examining the proposed solutions of some details of elevations and colours of individual walls in the Castle's mass.

Still another problem in the work of the Commission was the area adjoining the Castle. The plan to set in order the Castle's Square, to expose the Gothic Bridge and the Cracow Gate, to delineate the course of defence walls in the square's surface and to combine it with the south escarp and the Palace "pod Blachą" was the subject of numerous discussions at the meetings of the Commission and finally accepted. A similar attitude was shown to plans for castle gardens, Kubicki Arcades, Podzamcze and Gnojna Hill as sites for touristic purposes.

The final stage of the activities of the Commission comprised quality and complex acceptance of all executed conservation, architectonic and building works. The Architectonic and Conservation Commission had been working incessantly for nearly 15 years, i.e. until the transference of the structure to the management of the Castle.

ADAM PULIKOWSKI

## PROBLEMY KONSTRUKCYJNE I NADZÓR AUTORSKI

### Stan obiektu w 1971 roku

W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych teren zabudowy zamkowej odgruzowano i oczyszczono. Wtedy też rozpoczęto nawet fragmentaryczną odbudowę Bramy Grodzkiej, Wieży Grodzkiej i piwnic gotyckich. Najcenniejszym zachowanym fragmentem Zamku był lewy ryzalit skrzydła saskiego, który przetrwał w pełnej wysokości, ale trwale wychylony od pionu o 26 cm w kierunku Wisły. W jego gabarycie zachowane zostały poziomy dachu i stropów, a także okno pokoju, w którym mieszkał i tworzył Stefan Żeromski. Fragment ten,

zwany „sterczyną”, wzmocniono konstrukcją stalową. Pełnił on funkcję pomnika-świadka dokonanych zniszczeń.

W wyniku niekorzystnego dla Zamku stanowiska władz w latach 1962–1963 zasypano piwnice, a na utwardzonej nawierzchni zbudowano murki o wysokości około 1 m według zarysu dawnych murów parteru. Należy tu stwierdzić, że 26 powojennych lat wpłynęło w sposób zasadniczy na pogorszenie stanu technicznego ocalałych fragmentów budowli. Rozpoczęcie odbudowy Zamku Królewskiego było, niestety, spóźnione co najmniej o kilkanaście lat.

## Zasady projektowania i odbudowy

Decyzja władz z 20 stycznia 1971 r. o odbudowie Zamku i powołanie w dniu 26 stycznia 1971 r. Obywatelskiego Komitetu Odbudowy Zamku Królewskiego w Warszawie postawiły na nogi ludzi i przedsiębiorstwa zajmujące się od lat tym zagadnieniem. Już 29 stycznia 1971 r. PP PKZ powołane zostało na generalnego wykonawcę robót, w połowie kwietnia tegoż roku utworzono Zakład PKZ – Zamek, który w kilka dni później zorganizował pierwsze prace rozbiórkowe i porządkowe. Prowadzenie prac projektowych powierzono Pracowni Projektowej „Zamek”. Projekty branżowe i specjalistyczne przejęły: Biuro Projektów Budownictwa Ogólnego i Biuro Projektów Instalacji Przemysłowych „INSTAL-PROJEKT” z Warszawy, a później także inne jednostki projektowe. Pracownia Projektowa „Zamek” jako pracownia prowadząca opracowywała wytyczne oraz koordynowała opracowania specjalistyczne. Przyjęta zasada równoległego prowadzenia badań archeologicznych, historycznych i architektonicznych oraz prac projektowych i wykonawczych była zastosowana na taką skalę po raz pierwszy. Stwarzało to olbrzymie utrudnienia, ale jednocześnie dawało możliwość szybszej odbudowy obiektu.

Szczególne sytuacja wynikła w zespole konstrukcyjnym. Kierownictwo budowy domagało się szybkiego wykonania projektów roboczych fundamentów, wzmocnienia gruntu i izolacji przeciwwilgociowych. Tymczasem ten zakres robót wymagał przede wszystkim wcześniejszego wykonania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, ekspertyz stwierdzających stan techniczny zachowanych elementów oraz poważnych i odpowiedzialnych ustaleń i decyzji projektowych.

W wielu wypadkach przekazywano dyspozycje, jak wykonać np. odcinek fundamentu, a dopiero po kilku dniach można było obliczyć i sprawdzić, czy zrobiono to trafnie.

Równocześnie z tymi wstępnymi pracami powstawały podstawowe koncepcje, a w oparciu o nie projekt wstępny, który został złożony do zatwierdzenia już w dniu 30.XI.1971 r. (opracowywano go 6 miesięcy). Konstrukcyjny projekt wstępny zawierał w 3 grubych tomach obliczenia, opisy, analizy i rysunki wyjaśniające i motywujące przyjęte rozwiązania.

Zatwierdzenie tego projektu normowało w dużej mierze prace projektowe i pozwalało na spokojniejsze, sukcesywne opracowywanie zagadnień.

## Opiniowanie i zatwierdzanie projektów

Podstawowym organem zatwierdzającym, na który scedowano różne uprawnienia, była Komisja Architektoniczno-Konserwatorska (KAK) prowadzona przez prof. Jana Zachwatowicza, a w ostatnim okresie przez mgr inż. arch. Jacka Cydzika<sup>1</sup>.

Dla zespołu konstrukcyjnego powołana została Rada Techniczna. Poszczególne specjalności reprezentowali prof. prof.: Władysław Danilecki, Zygmunt Boretti, Jerzy Kobiak, Henryk Stomatello, Zenon Wiłun, a przewodniczył Zbigniew Pawłowski. Doświadczenie tych

naukowców pozwalało na rozstrzygnięcie spornych i dyskusyjnych kwestii oraz na stworzenie ostrych wymogów technologicznych z uwagi na rangę budowanego obiektu.

Przytoczę tu kilka przykładów:

- trwałość budowli założyć na 300 lat,
- w elementach odkrytych stosować stal nierdzewną lub zabezpieczoną ocynkowaniem „na gorąco”,
- drewno impregnować przeciwogniowo i przeciwgrzybowo,
- w całym obiekcie przyjąć minimalne obciążenie użytkowe 400 kg/m<sup>2</sup>,
- elementy żelbetowe wymiarować według normy obowiązującej, ale sprawdzić, ugięcia według projektu nowej normy PN-B-03264.

Rada Techniczna zakończyła swą działalność po zatwierdzeniu projektu wstępnego na wiosnę 1972 r.

## Prace społeczne

Poważny wkład w dzieło odbudowy stanowiły prace społeczne spontanicznie zgłaszane przez społeczeństwo i instytucje do Obywatelskiego Komitetu Odbudowy Zamku (OKOZ). Podejmowano się wykonania zarówno prac fizycznych przy porządkowaniu i odgruzowywaniu terenu, jak również specjalistycznych badań i opracowań. Wiele pilnych robót wykonały zorganizowane grupy żołnierzy, a także uczniów i studentów. Wiele osób przez wiele dni pracowało indywidualnie. PKZ-ty wykonały specjalne pomosty służące do oglądania przez społeczeństwo robót wykonywanych w kondygnacjach piwnicznych. Polski Związek Inżynierów i Techników Budowlanych (PZliTB) i Instytut Techniki Budowlanej (ITB) zgłosiły i wykonały wiele ekspertyz, Zakład Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego (ZBiDBG) opracował propozycję wzmocnień gruntu i hydroizolację według własnych doświadczeń, a Mostostal-Zabrze zgłosił chęć wykonania projektu dachu w konstrukcji stalowej, w części nieodpłatnie.

Hasło „Zamek” otwierało skutecznie drzwi gabinetów kierowników i dyrektorów, w których chcieliśmy załatwić jakieś sprawy. Przykłady:

- Stocznia Gdańska ocynkowała w trybie natychmiastowym wiele ton stali, bo tylko ona dysponowała wannami długości 4 m, oraz w budynku swojej traserni pomogła odtworzyć naturalnej wielkości rysunek posadzki dla Sali Audiencyjnej Starej – proponując wszelką pomoc na przyszłość;
- kowal z Białegostoku przywiózł do montażu na iglicy Wieży Zegarowej chorągiewkę stalową z ornamentem orła, która w czasie obróbki palnikiem odkształciła się. Był zrozpaczony, bo we własnym zakresie nie mógł temu zaradzić. Wystarczyło, że zatelefonowałem do FSO do Działu Technicznego. Wyrażono zgodę na wyrównanie metodą nagrzania dużej i ciężkiej chorągiewki i ostudzenia pod potężną prasą. W ciągu 3 godzin mieliśmy element gotowy do zamontowania;
- przeprowadziłem rozmowę z oficerami lotnictwa na temat ewentualnej możliwości montażu hełmu Wieży Zegarowej (o wadze 27 ton i wysokości 24,6 m) za pomocą helikoptera. Usłyszałem odpowiedź pozytywną i zapewnienie włączenia się do tak ciekawej i poważnej akcji;
- podczas krycia dachów zabrakło nam importowanej z Jugosławii papy z wkładką z folii aluminiowej. Nawią-

<sup>1</sup> O działalności Komisji Architektoniczno-Konserwatorskiej pisze Jacek Cydzik na s. 70.



1. Zachowany w pełnej wysokości lewy ryzalit skrzydła saskiego zabezpieczony przed zniszczeniem specjalną konstrukcją z rur stalowych (fot. A. Lubicz-Lisowski)

1. The left projection, preserved in its full height, of the Saxon wing, protected against destruction with a special steel pipe construction

zany został kontakt telefoniczny z Wytwórnią Pap w Gorlicach. Prosilili, aby przyjechał ktoś znający wymagania. Pojechałem, ustaliliśmy własności, jakie są nam potrzebne i natychmiast uruchomiono linię papy o takich parametrach. Wieczorem wykonaną partię załadowano na „stara”, który przez całą noc wiozł ją do Warszawy. Rano próbki tej papy oddano do badania i okazało się, że była ona lepsza lub równorzędna z wyrobem z importu.

Wspomnę też o wypadkach wywołujących uśmiech. I tak, z odległości 200 km przywieziono z wielkimi transparentami „Na odbudowę Zamku” 7 czy 8 wozów ciężarowych pięknej w kolorze cegły. Przy wyładunku jednak cegła zomieniała się w gruz; użyto ją więc na zagruzowanie podłoża piwnic.

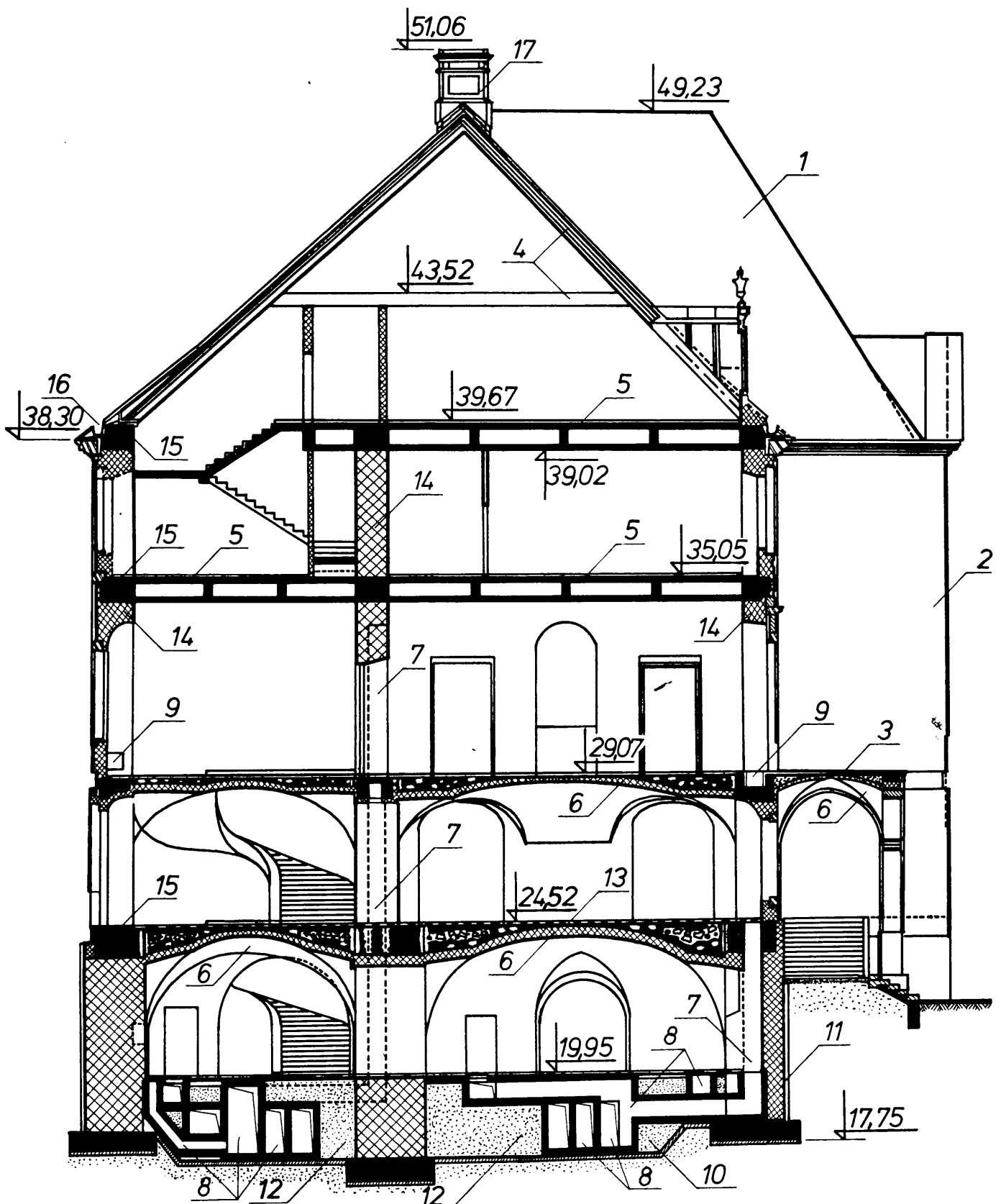
Druga sprawa: inżynier, emeryt, zgłosił akces wykonania projektu konstrukcyjnego, który praktycznie został wykonany przez duży, pełnosprawny zespół w ciągu 3 lat.

Obecnie można powiedzieć, że odbudowę przeprowadzono za fundusze wyłącznie społeczne, zgromadzone na koncie OKOZK w złotych i walutach obcych.

### Projekt techniczno-roboczy

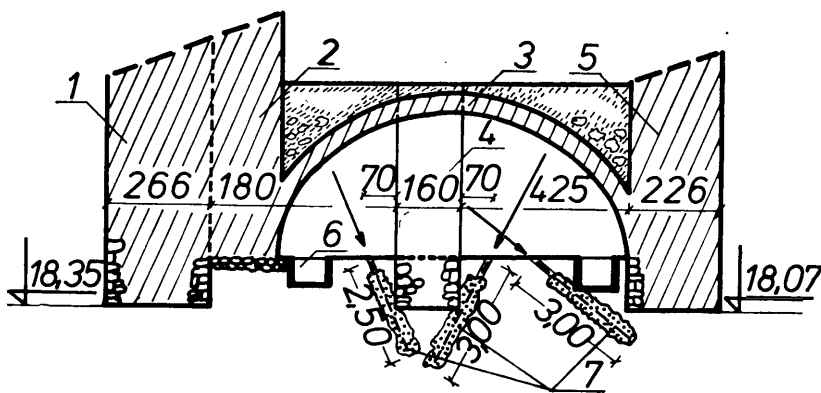
W oparciu o zatwierdzony projekt wstępny powstawały rozwiązania robocze tych konstrukcji, które były potrzebne ze względu na szeroki front robót realizacyjnych. Krótkie terminy i skomplikowane sytuacje wymagały każdorazowych uzgodnień na rysunkach konstrukcyjnych przez zainteresowanych głównych projektantów branżowych i kierownictwa budowy. Było to szczególnie ważne przy wymogach projektu klimatyzacji i wentylacji mechanicznej (gł. proj. inż. Danuta Chruściel) oraz projektu wodno-kanalizacyjnego (gł. proj. inż. Jan Majewski).

Instalacje elektryczne mniej kolidowały z rozwiązaniami konstrukcyjnymi, mimo że było około 25 różnych



2. Przekrój pionowy przez skrzydło saskie: 1 – dach ryzalitu prawego, 2 – ściana ryzalitu, 3 – taras, 4 – konstrukcja stalowa dachu, 5 – stropy żelbetowe, 6 – sklepienia ceglane, 7 – kanały pionowe instalacyjne, 8 – zblokowane kanały pod piwnicami, 9 – poziome kanały instalacyjne w murach, 10 – izolacja pozioma z folii PCV, 11 – izolacja pionowa z folii PCV, 12 – piasek stabilizowany cementem, 13 – izolacja pozioma z 2 mm blachy ołowianej, 14 – mury nośne, 15 – wieńce żelbetowe, 16 – miedziana rynna deszczowa, 17 – prefabrykowany komin (rys. P. Pulikowski)

2. Perpendicular cross-section of the Saxon wing: 1 – roof of the right projection, 2 – wall of the projection, 3 – terrace, 4 – steel construction of the roof, 5 – reinforced concrete ceilings, 6 – brick vaulting, 7 – vertical installation canals, 8 – canals under the cellars, 9 – horizontal installation canals in the walls, 10 – horizontal insulation of PCV foil, 11 – vertical insulation of PCV foil, 12 – sand stabilized with cement, 13 – horizontal insulation of 2 mm lead sheet, 14 – carrying walls, 15 – concrete rims, 16 – copper rain gutter, 17 – prefabricated chimney



3. Piwnice gotyckie – Sala o Dwóch Słupach. Wzmocnienia fundamentów wykonane metodą górniczą: 1 – mur od strony Wisły, 2 – mur późniejszy domurowany, 3 – sklepienie ceglane, 4 – filar murywany, 5 – mur od Dziedzińca Wielkiego, 6 – kanały instalacyjne ogrzewcze, 7 – kierunki wierconych otworów i głębokości wtlaczanego pod ciśnieniem lignozelu lub zaczynu cementowego (rys. P. Pulikowski)

3. Gothic cellars – the Room with Two Pillars. The consolidation of foundations done with a mining technique: 1 – wall from the Vistula's side, 2 – the wall added at a later period, 3 – brick vaulting, 4 – brick pillar, 5 – wall from the Great Courtyard, 6 – installation heating canals, 7 – directions of drilled orifices and depths of the ligneous get pressed in under pressure or cement paste

tematycznie projektów. Przykładowo: oświetlenie, iluminacja, siła, zasilanie awaryjne, telewizja przemysłowa, instalacja ostrzegania przed włamaniem, pożarem, instalacja informacji bezprzewodowej, instalacja tłumaczy, ogrzewania rynien itp. Łączna zainstalowana moc przekracza 4 megawaty.

W zaistniałych warunkach wiosną 1972 roku zwiększono zespół o kilku doświadczonych projektantów (nawet przez ogłoszenia w prasie) i podzielono zadania, jak niżej:

- skrzydło gotyckie – inż. Edward Rybarczyk,
- skrzydło zachodnie – mgr inż. Eligiusz Kupisiewicz, techn. Lucjan Gaś,
- skrzydło południowe – mgr inż. Stanisław Sosnowski,
- skrzydło północne i podpiwniczenie Dziedzińca Wielkiego – inż. Edward Rybarczyk, inż. Barbara Muszyńska-Jochelson,
- skrzydło saskie – mgr inż. Żegota Król, inż. Grażyna Majzel.

Rysunki opracowywali technicy: Małgorzata Świeżaczyńska, Iwona Śniegocka i Teresa Jezierska.

Wymieniając nazwiska nie wolno pominąć mgr. inż. Janusza Dembka z PKZ Gdańsk i mgr inż. Wiesława Płocharza z Biura Projektów Budownictwa Ogólnego z Warszawy, którzy w najcięższym okresie bardzo nam pomogli: pierwszy jako współautor (z A. Pulikowskim) zbiorczej ekspertyzy konstrukcyjno-konserwatorskiej oraz autor projektu fundamentów i kanałów dla części wawzowskiej (skrzydła: południowego, zachodniego i północnego); drugi jako autor projektu fundamentów i kanałów skrzydła saskiego i wykonawca obliczeń komputerowych dla żelbetowych stropów kasetonowych Sali Balowej i Sali Poselskiej. Należy tu dodać, że każdy z projektantów był zobowiązany do pełnienia nadzorów autorskich, które często wymagały wychodzenia na budowę kilka razy dziennie.

### Rozwiązania konstrukcyjne

Schematyczna relacja o zastosowanych elementach konstrukcji w odbudowie Zamku odpowiada kolejności, w jakiej były one projektowane i realizowane. Termin przekazania obiektu w stanie surowym – wyznaczony na 22 lipca 1974 r. – był realny, ale wyłącznie przy pełnej mobilizacji sił i idealnej koordynacji projektowej i wykonawczej. Należy tu wyjaśnić, że „stan surowy” dla tego obiektu oznaczał także pełną obróbkę blacharską helmów, elementów kutych i pozłaczanych iglic, ukończenie dzwonów, zegara z tarczami i

wskazówkami o złożonych elementach, kominów o rzeźbionych, kamiennych czapach itp.

### Fundamenty i kanały żelbetowe

Zamek w okresie przedwojennym nie miał całkowitego podpiwniczenia, a istniejące sklepienie piwnice, w większości niskie bez utwardzonych posadzek, były wykorzystywane na pomocnicze pomieszczenia magazynowe i gospodarcze.

Obecnie konieczność wprowadzenia wielu nowych funkcji i wbudowania nowoczesnych instalacji podyktowała odbudowę wysokich, pełnowartościowych piwnic pod całym obiektem, a ponadto częściowe podpiwniczenie Dziedzińca Wielkiego i wykonanie ciągów dużych, zblokowanych kanałów żelbetowych usytuowanych poniżej piwnic.

Obniżanie poziomu podłóg piwnicznych oraz olbrzymie przekroje kanałów 2×3 m, 1×2 m i 0,8×1,4 m (wymiar większy jest tu wysokością), które muszą się znaleźć pod nimi, powodowały olbrzymie trudności wykonawcze, wobec bardzo powolnej technologii i dużej pracochłonności tradycyjnego podbijania fundamentów grubych murów.

Po przeprowadzeniu rozmów, konsultacji i wstępnych prób w Zakładzie Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego w Mysłowicach podjęta została decyzja ograniczenia podbijania murów do niezbędnego minimum, tj. tylko wówczas, gdy poziom posadowienia jest wyższy lub równy poziomowi podłoża posadzki projektowanej oraz zastosowania wzmocnienia gruntu metodami stosowanymi w górnictwie, jak również hydroizolacji folią górniczą PCW grubości 2 mm.

Podstawą do wykonania tych robót była dokumentacja geologiczno-inżynierska „Hydrogeo”, która wykazała bardzo skomplikowane warunki w podłożu gruntowym. Zalegają w nim utwory czwartorzędowe, zróżnicowane bardzo przewarstwieniami i różnymi poziomami wód gruntowych. Ustalono naprężenia dopuszczalne dla fundamentów od 0,20 do 0,25 MPa (2–2,5 kg/cm<sup>2</sup>).

Obecny fundament Wieży Zegarowej wywiera naciski dwukrotnie większe (0,48 MPa), ale świadomie został pozostawiony bez wzmocnień wobec faktu, że dawna wieża była cięższa i że nie wykazywała spękań wynikłych z różnic osiadania. Decyzja więc była trafna.

Wzmocnienia murów fundamentowych i hydroizolację wykonały ekipy górników (pod kierownictwem inż. Jerzego Polewczyka) na podstawie dokumentacji opra-

cowanej przez A. Pulikowskiego i konsultowanej przez przedstawicieli Zakładu Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego z mgr. inż. Zbigniewem Misiągiem na czele.

Stosowanie tych metod było tematem wniosku racjonalizatorskiego Dyrekcji PKZ Zamek (inż. inż. Zdzisława Drankowskiego i Włodzimierza Samojły). W zależności od rodzaju gruntu stosowano jedną z trzech metod:

- 1) iniekcję ługiem pusulfitowym z utwardzaczem,
- 2) kotwie żelbetowe,
- 3) iniekcję ługiem i zatłaczanie rzadkiej zaprawy cementowej.

Przy stosowaniu wszystkich tych metod otwory w gruncie wykonywano pneumatycznymi wiertarkami górniczymi (typ PWR-5) w rozstawie od 40–70 cm, najczęściej w 2 rzędach, na głębokość określaną indywidualnie dla miejsca – od 1,5 do 4,5 m. Zeskalanie metodą iniekcji ługiem pusulfitowym, tzw. lignożelem, było aktualne w gruntach piaszczystych, przy wolnym wtłaczaniu płynu ręczną pompą, uzyskującą ciśnienie do 0,2 MPa (2 kg/cm<sup>2</sup>). Wyniki były bardzo pozytywne – zgniatanie próbki wykazywały średnio 1,3 MPa – zeskalanie w gruncie wilgotnym miało większy zasięg, bo średnica zeskalania wynosiła około 70 cm, a w gruncie mało wilgotnym – 40 cm. Wykonano tym sposobem około 240 punktów, głównie w skrzydle północnym i saskim.

Metoda kotwi dawała świetne rezultaty, bo zagęszczała grunt tak przy wypełnianiu otworów rzadką zaprawą cementową 1:1, pod ciśnieniem do 0,6 MPa, jak i przy wbijaniu w wypełniony otwór pręta zbrojeniowego Ø 20 mm. Kotwie były stosowane w gruntach nieprzepuszczalnych (gliny, ropy i piaski gliniaste), najczęściej jako tzw. kozły. Kotwi takich wykonano około 550, większość w skrzydle zachodnim. Metoda trzecia, mieszana, była najbardziej pracochłonna. W pierwszej kolejności wiercono płytkie otwory (1,5–2,0 m) i zatłaczano lignożelem, a po kilku dniach, wiercono obok nowe otwory do głębokości 3–4 m i cementowano pod bardzo dużym ciśnieniem, dochodzącym często do 2 MPa (20 kg/m<sup>2</sup>), wypełniając puste kawerny pod fundamentami.

Tym sposobem zrealizowano około 260 otworów, prawie wyłącznie w piwnicach gotyckich i piwnicy renesansowej.

Łączna liczba otworów wzmacniających wynosiła ponad tysiąc, zużyto ponad 20 ton ługu posulfitowego, około 1800 m prętów zbrojeniowych i ponad 15 m<sup>3</sup> zaprawy cementowej. W zamian zaoszczędzono około 700 000 sztuk cegieł potrzebnych na podbijanie murów, wiele milionów złotych oraz niewymierny, a tak cenny dla tempa odbudowy – czas. Ekipa górnicza realizowała swe prace od listopada 1971 r. do kwietnia 1972 r. pracując w trudnych warunkach atmosferycznych (deszcz i mróz). Wykonywane były robocze zadania, ciepłaki, które podgrzewano kosiakami lub też nagrzewnicami na ropę, co umożliwiało kontynuowanie robót.

Wzmocnienia gruntu były stosowane tam, gdzie przy wykonywaniu kanałów żelbetowych w głębokich wykopach mogło nastąpić usunięcie gruntu spod fundamentów. Kanały wykonywano na izolacji z folii PCW, która tworzyła wodoszczelną wannę, i po ich ukończeniu natychmiast stabilizowano zasypką z piasku i cementu (80 kg cementu na 1 m<sup>3</sup> piasku), tworząc w ten

sposób suche podłoże pod warstwy podłóg piwnicznych. W murach podbijanych wprowadzało się izolację poziomą z folii, która była łączona z folią wanny i jednocześnie po drugiej stronie muru z folią stanowiącą izolację pionową od strony ziemi.

## Piwnice

Piwnice przykryte zostały stropami płaskimi żelbetowymi lub ceramicznymi typu Ackermana.

Zachowane (lub odbudowane) sklepienia ceglane w skrzydle gotyckim i częściowo saskim zostały adaptowane po odpowiednich wzmocnieniach lub po odciążeniu stropem położonym nad sklepieniem.

Na wszystkich murach Zamku, pod wieńcem stropów piwnicznych zastosowano izolację z 1-mm blachy ołowianej, lutowanej na zakład i chronionej z obu stron warstwą papy.

Aby zredukować do minimum zawilgocenia w murach – a szczególnie w tych, które nie były podbijane i zostały bez izolacji poziomej – zespół konstrukcyjny zaproponował dwa typy niezależnych od siebie rozwiązań:

1. Mury piwniczne od strony placu Zamkowego otoczyć kanałem z żelbetowych, prefabrykowanych elementów ceowych, a od strony Dziedzińca Trójkątnego adaptować istniejący kanał murowany; kanały odizolować od zasypki gruntowej i zwentylować grawitacyjnie. Piwnice skrzydeł południowego, zachodniego i północnego od strony Dziedzińca Wielkiego otoczyć korytarzem, który poza funkcją komunikacyjną będzie mieścił ciągi kabli elektrycznych. Zadaniem tych kanałów będzie odprowadzanie wilgoci wychodzącej z murów, a niezależnie od tego umożliwią one dostęp zainteresowanym naukowcom do dobrze zachowanych oryginalnych starych murów. Wszystkie pozostałe mury wyizolować od zewnątrz folią górniczą, chroniąc je w ten sposób przed zawilgoceniem penetrującym od otaczającej ziemi;

2. Wykonać dla skrzydła zachodniego dwa ciągi drenażowe: na zewnątrz, wzdłuż ściany zamkowej i wewnątrz, pod kanałami żelbetowymi, które biegną wzdłuż osi skrzydła. Zadaniem drenażu byłoby odprowadzanie wód podziemnych, których spływ został jednoznacznie zbadany i ukierunkowany od zachodu do Wisły.

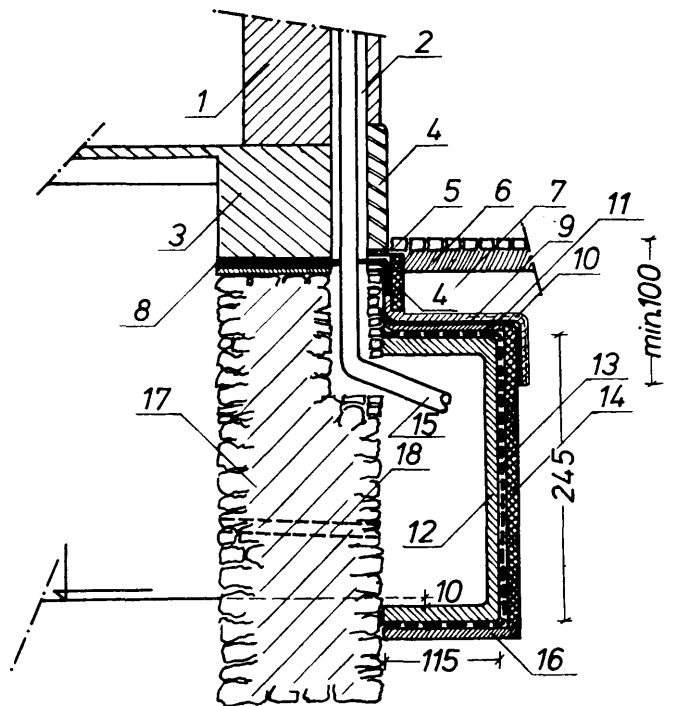
Akceptowane zostały tylko rozwiązania zawarte w punkcie pierwszym, natomiast drenaż po długich dyskusjach Rada Techniczna odrzuciła – o słuszności tej decyzji do dzisiaj nie jestem przekonany. Od strony placu Zamkowego znaleziono ślady starej piwnicy, na której ukośnie nadbudowano mury zamkowe. Została ona odbudowana, ale sklepieniem nośnym jest solidnie zbrojony żelbet, gdyż nawierzchnia placu może być obciążona najcięższymi pojazdami czy dźwigami. Problemy związane z kondygnacjami piwnic kończy zaprojektowanie nowych kubatur dla celów technicznych pod Dziedzińcem Wielkim. Propozycja konstruktorów szła w kierunku całkowitego podpiwniczenia – zdecydowano podpiwniczyć tylko 1/3 Dziedzińca.

Przy pełnym podpiwniczeniu zbędne byłyby mury oporowe utrzymujące parcie naziomu oraz ich izolację, a koszt zdecydowanie mniejszy w stosunku do 1 m<sup>3</sup>, niż w części zrealizowanej. Zakończenie kłopotów ze „stanem surowym” było dla wykonawców i dla projektantów wielkim odprężeniem.

4. Korytarz osuszający oryginalne mury piwnic skrzydła zachodniego – od strony placu Zamkowego: 1 – mur ceglany parteru, 2 – kanał pionowy rynny – wykorzystany na wentylowanie, otwarty pod gzymsem, 3 – wieniec żelbetowy, 4 – cokół kamienny (dolomit), 5 – kostka granitowa pl. Zamkowego, 6 – podłoże betonowe, 7 – zasyпка piaskowa, 8 – izolacja z 2 mm blachy ołowianej w obustronnej otulinie z papy asfaltowej na lepiku typ „Zamek”, 9 – izolacja 2×papa asfaltowa na lepiku „Zamek”, 10 – gładź cementowa zbrojona siatką ciętą-ciągnioną, 11 – szlichta wyrównawcza, 12 – ceowe prefabrykаты żelbetowe, 13 – izolacja z folii PCV grubości 2 mm, łączonej zgrzewaniem, 14 – ścianka ceglana zabezpieczająca, 15 – żeliwna rura spustowa, 16 – warstwa betonu pod izolację, 17 – kamienne mury piwnic, 18 – poziomy kanał nawiewny (rys. P. Pulikowski)

4. The corridor drying out original walls of the cellars in the west wing – from the side of the Castle Square:

1 – brick wall of the groundfloor, 2 – vertical gutter canal used for ventilation, open beneath the moulding, 3 – concrete rim, 4 – stone plinth (dolomite), 5 – granite block in the Castle Square, 6 – concrete base, 7 – sand backfill, 8 – 2 mm leaden sheet insulation in the two-sided covering from asphalt tar board on the glue of the "Castle" type, 9 – insulation 2 × asphalt tar board on the glue of the "Castle" type, 10 – cement coat (reinforced), 11 – levelling dressing, 12 – channel concrete prefabricates, 14 – protective brick wall, 13 – insulation of 2 mm PCV foil, 15 – cast iron conductor, 16 – layer of the concrete under insulation, 17 – stone walls of the cellars, 18 – horizontal aerating canal

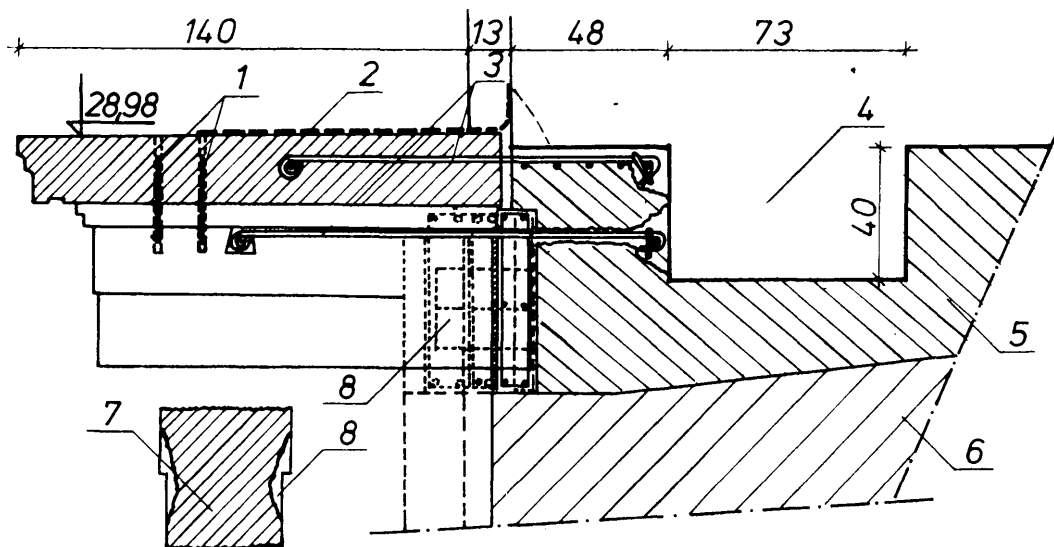


### Mury nowe i elementy zachowane

Założeniem projektowym było odtworzenie murów o dawnej grubości z maksymalnym utrzymaniem zachowanych fragmentów. Tak też udało się je wykonać, mimo że w obecnych murach mieści się wiele kanałów poziomych i pionowych (klimatyzacyjne, wentylacyjne, trasy kablowe itp.) oraz że teraz są one bardziej obciążone ciężkimi stropami żelbetowymi i masywnym, stalowo-ceramicznym dachem. Kanały klimatyzacyjne o dużych przekrojach 40×50 cm, wykonane z blachy mie-

dzianej i otulone warstwą wełny mineralnej, prowadzone były w pionach i poziomach filarów nośnych. Miejsca najbardziej osłabionych filarów wzmocniano wstawkami żelbetowymi.

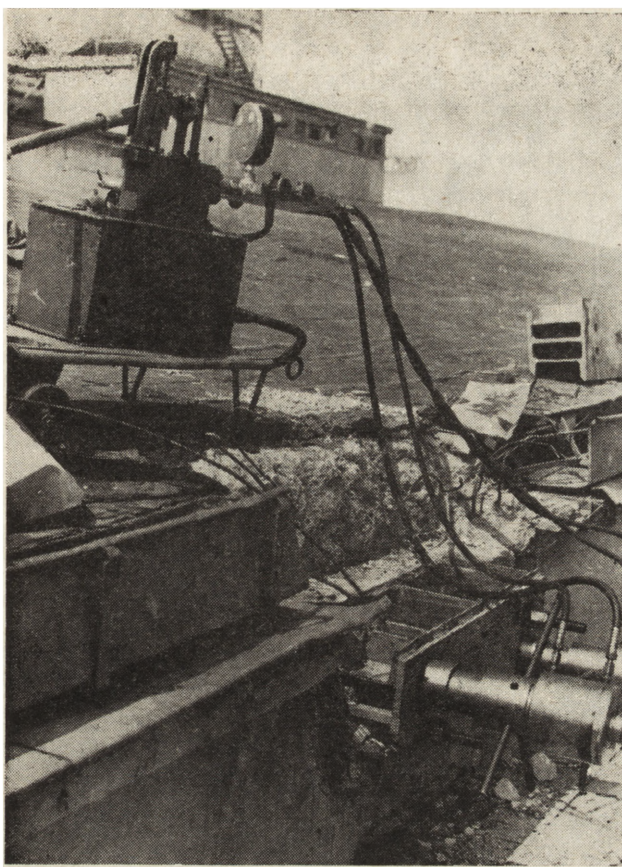
Mury Wieży Zegarowej kryją w sobie dwa olbrzymie kanały – czerpnie powietrza o przekroju 6 m<sup>2</sup>. Wzmocnieniem poddano także oryginalne filary nośne w piwnicach gotyckich, w których wyliczone obciążenia stanowiły do 2 MPa, co przy zaprawie wapiennej jest wartością co najmniej 3 razy za dużą. Spoiny filara wykuwano sukcesywnie na głębokości 6 cm, umiesz-



5. Mocowanie kamiennych wsporników balkonu skrzydła gotyckiego: 1 – bolce mocujące płytę do wsporników, 2 – blacha ołowiana grubości 1 mm, 3 – kotwy  $\Phi$  20 stalowe, ocynkowane, 4 – kanał poziomy w wieńcu, 5 – wieniec żelbetowy, 6 – mur piwnic, 7 – przekrój kamiennego wspornika, 8 – wkucia gwarantujące dobre zamocowanie kamiennego wspornika w wieńcu (rys. P. Pulikowski)

5. Assembling of stone supports of the balcony in the Gothic Wing: 1 – bolts lastening the plate to the supports, 2 – 1 mm lead sheet, 3 – ties  $\Phi$  20 steel, galvanized, 4 – horizontal canal in the rim, 5 – concrete rim, 6 – wall of the cellars, 7 – cross-section of the stone support, 8 – in-forgings insuring proper fastening of the stone support in the rim





6. Dwa dźwigniki hydrauliczne i ręczna pompa osadzona na zbiorniku oleju, z manometrem wskazującym uzyskane ciśnienie. Zestaw ten umożliwił wyprostowanie i zakotwienie wychylonej „sterczyny” do nowych murów (fot. A. Pulikowski)

6. Two hydraulic jacks and mechanical pump on the oil collector with a manometer showing the pressure obtained. This set made it possible to straighten and anchor deflected „pinnacle” to new walls

czano stalowe strzemiona  $\varnothing$  8, łączono spawaniem i wtlaczano zaprawę cementową; na warstwę licową spoiny, używano gruboziarnistej zaprawy wapiennej, podobnej do oryginalnej.

Należy jeszcze wspomnieć o technologii wzmacniania bardzo grubych kamiennych murów w skrzydle gotyckim w piwnicach (grubość 1,5–2,5 m). Skorodowaną zaprawę wytlubywano do głębokości 30 cm i wtlaczano, z dokładnym ubijaniem, mocną zaprawę cementowo-wapienną. Prace wykonywane były małymi fragmentami, po jednej i drugiej stronie, a całość zaspoinowano, jak przy filarach, gruboziarnistą zaprawą wapienną.

Mury nowo wznoszone zawierają wieńce żelbetowe o dużych przekrojach, które wynikają z grubości stropów żelbetowych. Szczególnie duży i silnie zbrojony wieńiec zastosowany został na murach piwnicznych. Łączy on mury zachowane z nadmurowanymi, równomierniej rozkłada naciski od górnych kondygnacji, a ponadto umożliwia też w przyszłości wykonywanie ewentualnych przemurowań wzmacniających, gdyby zachowane fragmenty muru zaczęły pękać, co świadczyłoby o niedostatecznej nośności.

Dużym utrudnieniem była konieczność równoległego wmurowywania elementów wystroju kamiennego podczas wznoszenia murów. Przygotowanie z odpowiednim wyprzedzeniem wymagało wielu badań, ustaleń

i inwentaryzacji tych elementów kamiennych, które ocalały, zostały wydobyte spod gruzów i zmagazynowane. Kamienie brakujące należało odkuć według zachowanych fragmentów, z identycznego materiału dostarczonego wprost z kamieniołomów. Były wypadki, że dzięki dobrej woli ludzi, od których zależały decyzje uruchamiano kamieniołomy stare, już nieeksploatowane, po to aby uzyskać ten sam kamień, na kroksztyny balkonów, płyty balkonowe, gzymsy, portale drzwiowe, obramienia okienne i wewnątrz sal na służki sklepień, bazy i głowice filarów itp.

Tymi sprawami zajmował się mgr inż. arch. Wiesław Olszowicz. Decyzje o wbudowaniu oraz mocowaniu ocynkowanymi kotwami oryginalnych fragmentów kroksztynów i gzymsów z dolomitu lub piaskowca były podejmowane wspólnie z nim.

Potężny gzyms wieńczący Wieżę Zegarową, o wysięgu 80 cm komplikował montaż tarcz zegarowych o wymiarach  $3 \times 3$  m, których wystrój wraz ze złączeniami w momencie podnoszenia ich dźwigiem był już kompletny. Montażu tego dokonano za pomocą specjalnie zaprojektowanego ramowego zawiesia gwarantującego bezawaryjne zawieszenie i zamocowanie 4 tarcz.

Równolegle na placu budowy wykonywano prefabrykowane, żelbetowe kominy z kamiennymi wystrojami czap i sukcesywnie montowano je na dachach.

Ciekawym etapem prac była inżyniersko-konserwatorska akcja prostowania wychylonej „sterczyny” lewego ryzalitu skrzydła saskiego. Stan techniczny tej ściany był zdecydowanie zły. Wyszczepienie murów zamkowych spowodowało pęknięcia i odspojenia, a wpływy atmosferyczne znacznie ścianę osłabiły. Zaprojektowano obustronny ruszt stalowy z profili dwuteowych I 300, bardzo silnie skrzyżowany między sobą, dołem zaopatrzone w przegub. Wyliczono siły potrzebne do poruszenia ściany i jej wyprostowania (około 25 ton) oraz opracowano system ściąągów stalowych kotwiących wyprostowaną ścianę w trzech wysokościach do wykonanych, nowych murów ryzalitu skrzydła saskiego. Wystarczający naciąg dały dwa sprzężone dźwigniki hydrauliczne, napędzane ręczną pompką, stanowicę własność Politechniki Warszawskiej, a udostępnione wraz z fachową obsługą. Nadzór prowadził dr inż. Wojciechowski.

Operacja, która zawierała przecież duże ryzyko, przeprowadzona została dokładnie według zaprojektowanej technologii. Trwała ona około 1,5 godziny i uznana została za nadspodziewanie udaną.

## Sklepienia

Sklepienia ceglane nośne odtworzono nad wszystkimi salami parteru, a zaś te, które zostały odbudowane w latach pięćdziesiątych (Brama Grodzka, Sala o Dwóch Stupach), adaptowano. Rozpiętość sklepień dochodziła do 8–10 m, a grubość w kluczu wynosiła 27 cm. Parametry te spowodowały pewne trudności w obliczeniach statycznych sklepień. Dopiero zastosowanie graficznej metody wyznaczania sił i obliczenia naprężeń pozwoliło je pokonać.

Inną trudnością, na jaką natknęło się kierownictwo budowy, był brak wykwalifikowanych murarzy, umięjęcych wykonywać skomplikowane sklepienia krzyżowe, cylindryczne z lunetami, kopulaste z lunetami itp. W sklepieniach zamkowych nie było dwóch podobnych konstrukcji. Sklepienia wykonali zatem murarze pracu-

jący pod nadzorem autorskim konstruktora, którzy z biegiem czasu nabrali wprawy i podolali stawianym zadaniom. Po kilkunastu latach eksploatacji należy uznać, że sklepienia wykonano bardzo dobrze. Są to z pewnością ostatnie sklepienia nośne wykonane po wojnie w naszym kraju w tak dużej ilości (około 5000 m<sup>2</sup>).

### Stropy kondygnacji nadziemnych

Dawne stropy istniejące w Zamku były drewniane. Tworzyły je potężne belki modrzewiowe układane w niewielkim rozstawie. Stropy te przy dużych rozpiętościach 12–13 m dawały nadmierne, niedozwolone dzisiaj ugięcia, ale jednocześnie ich wysokość nie przekraczała 50–60 cm.

Przeanalizowano wiele różnych możliwości technicznych rozwiązań i okazało się, że optymalnym rozwiązaniem będzie strop żelbetowy, typu gęstożebrowego, skrzynkowy, z żebrami grubości 16 cm, usytuowanymi w rozstawie osiowym 90 cm, o wysokości 60 do 80 cm i grubości płyt: górnej, nośnej 8 cm i dolnej 3 cm. Największe sale: Balową o wymiarach 15,8×19,3 m i Poselską 13,9×17,6 m przykryto stropem kasetonowym (o przekrojach elementów jak w stropach gęstożebro-

wych). Obliczone ugięcia dla stropów gęstożebrowych o największych rozpiętościach wynosiły blisko 7 cm i aby ugięcia te zmniejszyć wykonywano szalunki nadając im odwrotną strzałkę – o wymiarze 3–3,5 cm. Stropy wylewano z betonów o marce 170 i 200, przy użyciu stali  $Q_r=4200$  kg/m<sup>2</sup> zgrzewanej czołowo, elektrycznie, dla uzyskania potrzebnej długości.

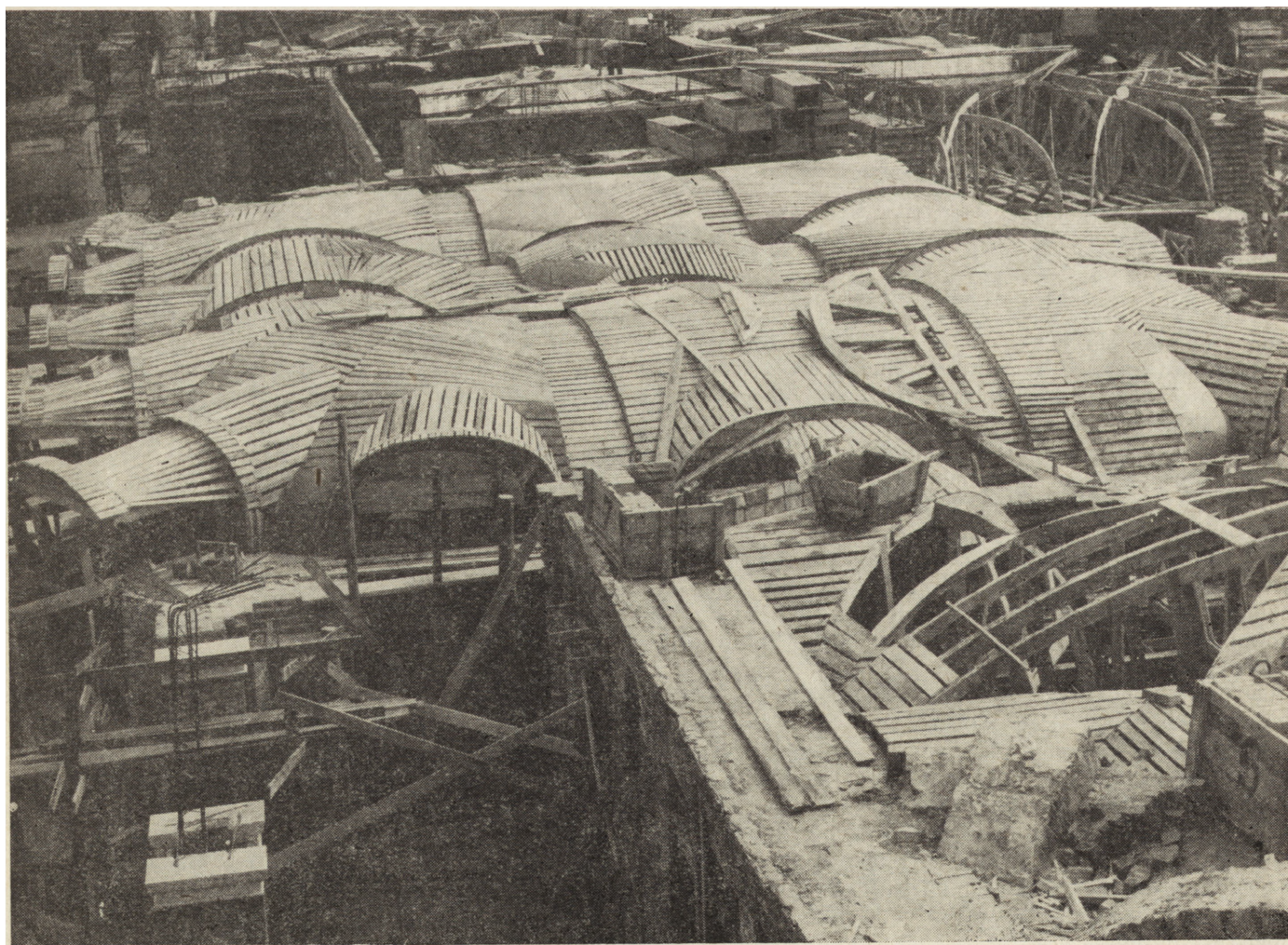
Należy podkreślić, że sufity tych stropów po kilku latach i pod obciążeniem, wbrew obowiązującym normom, zachowały odwrotną strzałkę ugięcia.

Przy rozpiętościach mniejszych (do 7 m) zastosowano stropy typu Ackermana podwyższone cegłą dziurawką, kładzioną na płask, a przy rozpiętościach do 5–6 m, bez cegły. Sporadycznie były stosowane także inne stropy, typu płyty żelbetowej czy płyty na żebrach. Żebra stropów poddasza były dodatkowo obciążone siłami poziomymi od stalowych więzadłów dachu.

### Klatki schodowe i dźwigi

Zamek Królewski ma 10 głównych klatek schodowych, 4 klatki jednokondygnacyjne o znaczeniu gospodarczym i 5 dźwigów.

Większość klatek schodowych ma bogaty wystrój, a



7. Skrzydło saskie – rejon Sali Balowej. Krążyny i deskowania pod sklepienia ceglane nad parterem. Na zdjęciu widoczne są skomplikowane i różnorodne kształty sklepień (tot. A. Puli kowski)

7. The Saxon wing – the region of the Ball Room. Centring and boarding under the brick vaulting over the groundfloor. In the photo to be seen are complex and varied forms of vaultings

8. Dachy skrzydła saskiego i północnego w okresie montażu prefabrykowanych płyt ceramiczno-żelbetonowych na konstrukcji stalowej. W głębi widoczna stalowa konstrukcja dachu nad Salą Balową (fot. A. Pulikowski)

8. Roofs of the Saxon and north wing at the time of assembling prefabricated ceramic and concrete tiles on the steel construction. In the background to be seen a steel construction of the roof over the Ball Room



szczególnie klatka owalna przy Sali Balowej oraz okrągła w Wieży Władysławowskiej. Obie te klatki były trudne do wykonania. Zarówno cieśle, których dziełem są szalunki do betonowania, jak i kamieniarze wykonujący marmurowe okładziny na spiralnych, nieregularnych płaszczyznach, włożyli dużo wysiłku i inwencji.

Klatka zabiegowa przy Wieży Grodzkiej jako jedyna nie ma konstrukcji żelbetonowej, a tylko odkute kamienne elementy z dolomitu takie, jakie istniały poprzednio. Dźwigi zostały wkomponowane we wnętrza poszczególnych skrzydeł w sposób mało widoczny. Na styku skrzydła południowego ze skrzydłem zachodnim zaprojektowany został cichobieżny dźwig osobowy, o napędzie hydraulicznym, obsługujący apartamenty mieszkalne.

Na styku skrzydła południowego i skrzydła gotyckiego usytuowano dźwig towarowy o dużych gabarytach, służący do wymiany wielkowymiarowych urządzeń klimatyzacyjnych, zainstalowanych w kondygnacjach poddaszy.

## Dachy

Dachy zostały zaprojektowane w konstrukcji stalowej. Dźwigary składają się z dwóch elementów „krokwiowych” i jednej „jętki”. Montaż ich odbywał się za pomocą dźwigu metodą skręcenia śrubami trzech elementów oraz zakotwienia śrubami do wieńca stropu poddasza. Po geodezyjnym wyregulowaniu ustawienia wykonywano w trzech złączach górnych dodatkowo łączenie spawaniem elektrycznym.

Dźwigary skonstruowano w Pracowni Projektowej „Mostostal” w Zabrze (gl. proj. inż. Jan Gdula). Stworzono duże, niesymetryczne blachownice, o półce górnej z blachy o przekroju 36×220 mm, półce dolnej 18×360 mm i środniku 12×320 mm. Przyjęto typowy rozstaw dźwigarów 4,5 m. Wykonawcą konstrukcji stalowych był „Mostostal” w Rudniku nad Sanem, a montaż przeprowadziła ekipa „Mostostalu” w Warszawie pod kierownictwem inż. Leszka Miary, któremu należą słowa uznania za organizację pracy i techniczną jakość wykonania. Płyty ceramiczno-żelbetonowe z pustaków Ackermana wyprodukowano w zakładach warszawskich „Betonstalu”.

Płyty te miały odpowiednio wbetonowane elementy stalowe wzdłuż krótszych boków, umożliwiające późniejsze przyspawanie do dolnych elementów blachownic. Na placu budowy płyty nadbudowywano izolacją cieplną ze szkła piankowego czarnego, klejonego lepikiem, przez co uzyskało się bardzo dobry współczynnik przenikania ciepła – poniżej 0,7 W/m<sup>2</sup> K.

Zamontowane na połaciach dachowych płyty były pokryte 3 warstwami pap importowanych, o różnych własnościach, a na nich położono krokwie drewniane, kotwione śrubami do prefabrykowanych płyt. Do krokwi przybijano łąty pod dachówkę.

Montowane elementy drewniane były uprzednio impregnowane metodą moczenia, doskonałym, sprawdzonym doświadczeniem środkiem, który zabezpiecza przeciwogniowo i przeciwgrzybowo.

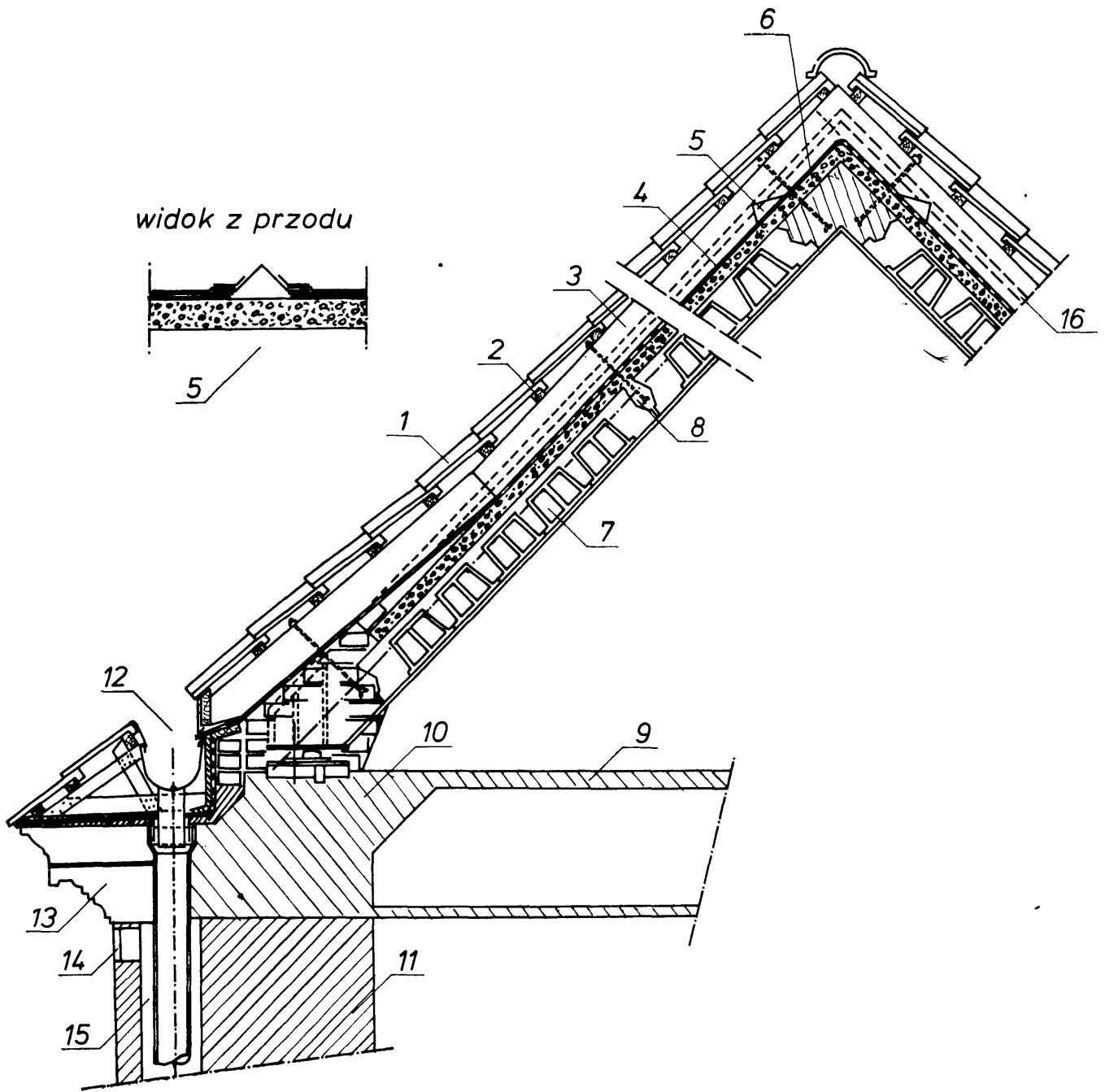
Dachówkę holenderską wyprodukowały specjalnie dla Zamku Zakłady Ceramiczne w Pelplinie. Badane dachówki wykazały bardzo dobre własności wytrzymałościowe i odpowiadały stawianym wymogom. Dachówkę mocowano do łąt specjalnymi miedzianymi zaczepami.

Projektowanie i montaż konstrukcji dachowych był trudny, z uwagi na zasadę utrzymania kalenicy na jednakowym poziomie, przy różnych szerokościach skrzydeł, przy czym skrzydło zachodnie ma nierównoległe mury, o różnicy wynoszącej 2 m. Praktycznie każdy więc dźwigar miał inne wymiary, a dźwigary nad Salą Balową sytuowane były promieniście, co wymagało stosowania płyt prefabrykowanych nieregularnych. Ten fragment dachu kryty jest blachą miedzianą.

## Hełmy wież

Zamek Królewski miał pierwotnie 5 wież zakończonych hełmami. W kolejnych przebudowach 2 wieże na narożach skrzydła zachodniego nie zostały wykonane. W okresie międzywojennym wież narożnych nie było, a dachy miały małe spadki i były kryte blachą.

Obecnie wiernie przywrócono stan historyczny, odtwarzając na podstawie przekazów ikonograficznych wzajemne proporcje dachów, wież i wieńczących je hełmów. Zmieniono tylko materiały, używając do budowy takich, które gwarantują wytrzymałość i trwałość.



9. Pionowy przekrój dachu. Warstwy pokrycia, izolacji, ocieplenia i płyt dachowych prefabrykowanych:  
 1 - dachówka ceramiczna-esówka, 2 -łaty drewniane impregnowane „Fungosilem”, 3 - krokwie drewniane, impregnowane jak wyżej, 4 - trzy warstwy papy: Alfabit S - prod. jugosl., Bibumal 10/11 - produkcji jugosłowiańskiej i papa perforowana z gruboziarnistą podsypką - prod. polskiej, układane na lepiku asfaltowym, prod. INCO - typ „Zamek”, 5 - wywietrznik wilgoci z warstw izolacji papowej, 6 - szkło piankowe czarne 12 cm, 7 - płyty prefabrykowane ceramiczno-żelbetowe, 8 - kotwienie krokwi cynkowanymi śrubami stalowymi, 9 - strop żelbetowy, skrzynkowy, 10 - wieniec żelbetowy, 11 - mur nośny zewnętrzny, 12 - rynna miedziana, 13 - gzyms kamienny, 14 - kratka wentylacyjna z kanału rury spustowej, 15 - kanał rury spustowej, 16 - usytuowanie górnej półki więzara stalowego (rys. P. Pulikowski)

9. Vertical cross-section of the roof. Layers of the roofing, insulation, warming and prefabricated roof tiles:  
 1 - ceramic roofing pantile tiles, 2 - wooden patches impregnated with „Fungosil”, 3 - wooden rafters impregnated as above, 4 - three layers of the tar board: Alfabit S - made in Yugoslavia, Bibumal 10/11 - made by Yugoslavia and perforated tar board with coarse grain undercoat, Polish make, put on asphalt glue, made by INCO, the "Castle" type, 5 - ventilator of the dampness from the layers of tar board insulation, 6 - black foam glass 12 cm, 7 - prefabricated ceramic and concrete tiles, 8 - anchoring of the rafters with galvanized steel bolts, 9 - reinforced concrete ceiling, 10 - rim of reinforced concrete, 11 - outside carrying wall, 12 - copper gutter, 13 - stone moulding, 14 - ventilation grate from the canal of the conductor, 15 - canal of the conductor, 16 - location of the upper shelf of the steel roof truss



10. Mury Wieży Zegarowej z osadzonymi tarczami zegara gotowe do montażu hełmu (fot. A. Pulikowski)

10. Walls of the Clock Tower with the set-in clock faces, ready for the assembling of the cupola

Konstrukcja hełmów zaprojektowana została ze stali. Elementy kratowe, spawane, o długościach nieprzekraczających 4 m, były zabezpieczane cynkowaniem w wannach Stoczni Gdańskiej, następnie łączono je spawaniem elektrycznym w szkielet, do którego dospawywano górną iglicę, wykonaną z rur o różnych średnicach ze stali nierdzewnej. Spawane złącza, po czyszczeniu piaskowaniem, zostały pokryte ocynkowaniem natryskowym, a następnie zabezpieczone powłokami malarskimi. Na tak wykonanym szkielecie mocowano modrzewiowe krążyny i deskowanie, uprzednio impregnowane preparatem podwójnego działania (jak krokwie i łąty) i pokrywano blachą miedzianą. Ostatnią pracą na placu budowy było uzbrojenie iglic w sztyce, chorągiewki i kule. Kula na iglicy Wieży Zegarowej ma średnicę 90 cm. Jest ona wykonana z blachy miedzianej, złocona galwanicznie czystym złotem o grubości 30 mikronów i polerowana do połysku kamieniem zwanym cegatem. Problemem pozłocenia tak dużej kuli zajmował się Instytut Mechaniki Precyzyjnej.

Hełmy i technologię ich montażu zaprojektowano pod kątem możliwości technicznych dźwigów. Hełm Wieży Zegarowej skonstruowany został w dwóch częściach: górna o masie 18 ton i wysokości 21 m i dolna o masie 9 ton i wysokości 3,6 m.

Montaż został wykonany za pomocą największego w Polsce dźwigu przewoźnego firmy „Coles-Centurion”, który w ciągu jednego dnia podniósł i ustawił do zamocowania kolejno: mechanizm zegara, dzwon większy, dzwon mniejszy, część dolną hełmu i w końcu najtrudniejszą, bo wysoką, ciężką i z bogatym wystrojem górną część hełmu.

Operacja montażu największego hełmu była bezbłędna, a pomiary geodezyjne wykonane po wstępnym ustawieniu potwierdziły prawidłowość montażu.

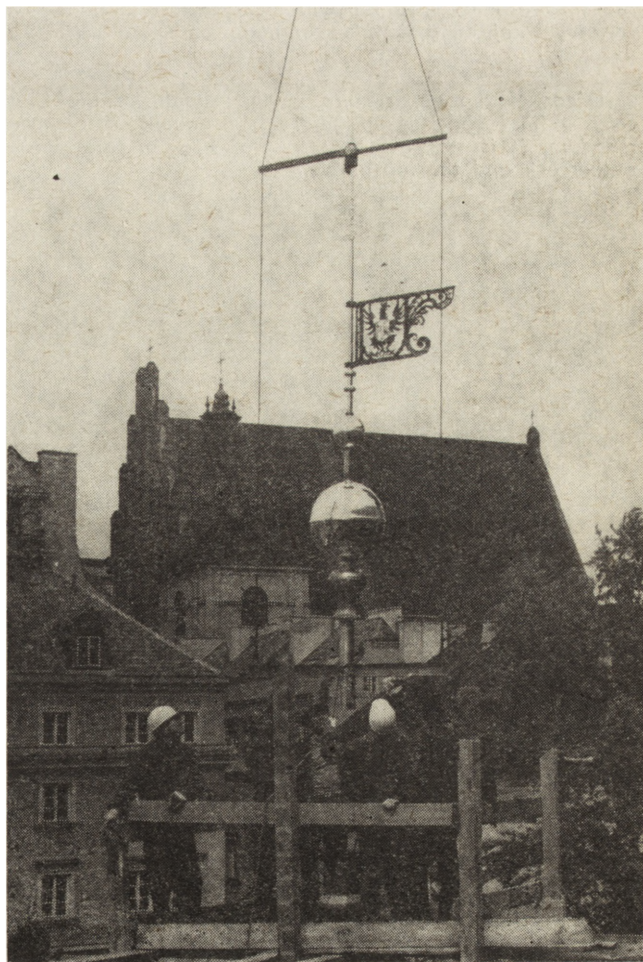
Drugi co do wielkości hełm Wieży Władysławowskiej był także dzielony (część górna 6,2 i dolna 12 t, przy łącznej wysokości 16,8 m) i zamontowany za pomocą dźwigu ZB-20, który mógł wjechać na Dziedziniec Wielki.

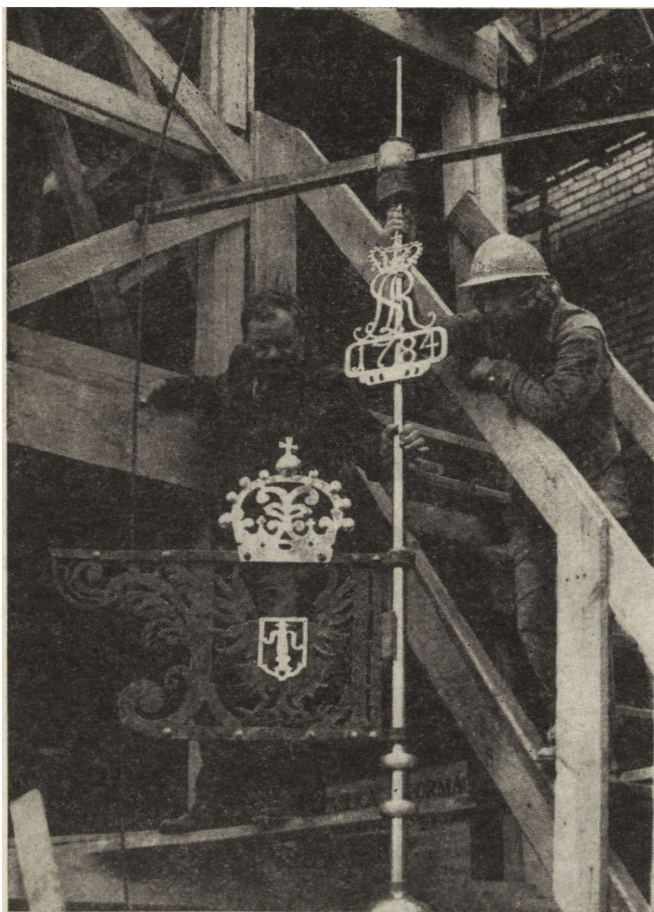
Hełmy obu wież narożnych są mniejsze, mają masę 9,2 t i wysokość 10,9 m. Były one montowane jednoetapowo za pomocą dźwigu „Grove-800”. Najniższy z hełmów na Wieży Grodzkiej został przez cieśli wykonany z drewna. Przy jego montażu korzystali oni z rusztowań. Pokryty on został także blachą miedzianą i ma kutą iglicę ze złoconą kulą. Projektantem stalowych konstrukcji hełmów był inż. G. Hanzel z „Mostostalu” Zabrze.

Po montażu hełmów Zamek w stanie surowym uroczyście przekazano 22 lipca 1974 roku Obywatelskiemu Komitetowi Odbudowy Zamku Królewskiego.

11. Montaż górnej iglicy, ze złoconą kulą o średnicy = 90 cm, hełmu Wieży Zegarowej (fot. A. Pulikowski)

11. Assembling of the upper spire, with a golden ball with 90 cm diameter onto the cupola of the Clock Tower





12. Wystrój górnej iglicy helmu Wieży Zegarowej – ostateczne sprawdzenie przed dalszym montażem. Widać tu skalę wielkości kutej chorągiewki i górnego emblematu (fot. A. Pulikowski)

12. Décor of the upper spire of the cupola of the Clock Tower – final checking-up before subsequent assembling procedure. It is possible to see the size of the forged weathercock and the top emblem



13. Ukończony całkowicie helm Wieży Zegarowej czeka na podniesienie dźwigiem. Obok budynku widać wyższą część, a z prawej dolną część helmu. Mały helm narożny został już zamontowany (fot. A. Pulikowski)

13. The completed cupola of the Clock Tower awaits lifting with a crane. Next to the building one can see the upper part and from the right side – the bottom part of the cupola. The small corner cupola has already been fixed



14. Dzwony gotowe do przeniesienia dźwigiem na przygotowane łóża wewnątrz konstrukcji helmu Wieży Zegarowej. Pośrodku (w okularach) stoi twórca dzwonów ludwisarz, Antoni Kruszewski (fot. A. Pulikowski)

14. Bells ready to be transferred with a crane inside the construction of the cupola of the Clock Tower. In the middle (in glasses) stands the creator of bells, Mr Kruszewski, bell-founder



15. Moment montażu helmu narożnego na murach skrzydła zachodniego

15. The assembling of the corner cupola on the walls of the west wing

### Dalsza działalność konstruktorów

Zakres prac projektowych i nadzorów autorskich zmniejszył się zdecydowanie pod koniec 1974 r., ale nadal pozostało do wykonania wiele mniejszych, nietypowych, bardzo trudnych technologicznie projektów. Przykładowo przytoczę tu kilka:

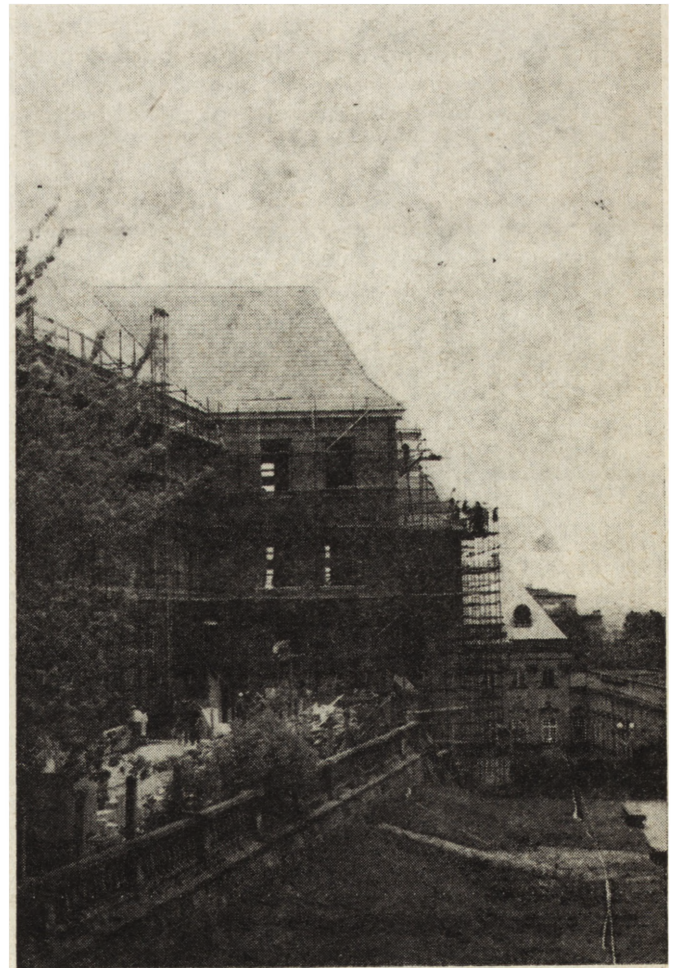
- kotwienie rzeźb figuralnych na tympanonach,
- fasety stalowe sal zamkowych,
- podwieszenie oryginalnych fragmentów malowanych w Gabinetce Konferencyjnym,
- adaptacja wnętrza drugiego piętra skrzydła zachodniego i południowego na apartamenty,
- wbudowanie w drugie piętro skrzydła gotyckiego potężnej konstrukcji żelbetowej skarbcza,
- kanały nawiewne i wywiewne w poddaszu,
- fundamentowanie urządzeń klimatyzacyjnych w poddaszu i wiele innych.

Stalowe konstrukcje faset, na przykład Sali Balowej, były umocowane do ścian i stropu kasetonowego, tworząc duże puste przestrzenie. Stal była cynkowana.

W Gabinetce Konferencyjnym zachowane były prawie w całości elementy dawnego malowanego sufitu. Fragmenty te, wzmocnione od góry siatką mosiężną i zaprawą, mocowane były do stalowego rusztu, podwieszono go do żelbetowego stropu za pomocą śrub, którymi regulowano bardzo dokładnie poziome ustawienie jednolitej płaszczyzny.

Poważnym zagadnieniem było zaprojektowanie i zrealizowanie skarbcza w zakończonej już konstrukcji odbudowanego Zamku.

Skarbiec jest żelbetowym pudłem o wszystkich ścianach zbrojonych warstwowo. Obciążenie od skarbcza należało przerzucić na zewnętrzne ściany, tworząc ramową konstrukcję nośną, nad podłogą i pod sufitem. Płytę podłogową skarbcza wykonano zatem na warstwie suchego piasku przykrytego blachą i ujętego w omurowanie, a płytę sufitową betonowano przez otwory wykute w stropie poddasza. Na czas robót skrzydło, w którym znajduje się skarbiec, podstemplowano we wszystkich kondygnacjach. Po miesiącu rozebrano omurowanie, a piasek wydmuchano sprężonym powietrzem, uzyskując zawieszenie skarbcza wyłącznie na ramach.



16. Widok od strony zachodniej na skrzydło południowe i Wieżę Grodzką zwieńczoną najmniejszym helmem (fot. A. Pułlikowski)

16. View from the west on the south wing and the Grodzka Tower topped with the smallest cupola

Trudne było też stosowanie starych technologii. Przykładem są tu stiukowe kolumny, wykonywane w poziomie, do późniejszego montażu we wnętrzu Sali Balowej. Na konstrukcji drewnianej, składającej się z trzpienia, krążynek i listwowania, nawijany był ściśle pleciony warkocz słomiany, na który nakładano od powiednie warstwy zaprawy. Ostatnią warstwę stanowił stiuk gipsowy, z odpowiednim wzorem kolorowanym. Technologia nakładania warstw wymagała ciągłego okręcania na łożyskach pionowo ustawionej kolumny. Na zakończenie podam mało znany, ale autentyczny fakt.

Inż. Aleksander Król, autor najlepszej monografii o Zamku, wielki zwolennik jego odbudowy i członek Obywatelskiego Komitetu Odbudowy Zamku, w okresie nieprzychylnym sprawie Zamku doprowadził swym uporem do „zadołowania” na podzamczu w latach pięćdziesiątych dużej ilości wapna lasowanego. Roboty te wykonano dyskretnie. Po jego śmierci zapomniano o istnieniu takiego skarbu i postawiono na tym miejscu barak biurowy PKZ. Dopiero później zgłosił się mieszkaniec Starówki, który pamiętał kopanie dołu i lasowanie wapna. Dół i ukryte w nim wapno o tak znakomitych własnościach szybko zlokalizowano. Użyto go na tynki wewnętrzne.

### Refleksje końcowe

Restytucja Zamku Królewskiego przebiegała w zupełnie innej atmosferze niż „normalna” budowa. Zaangażowanie ludzi było tak duże, że już dzisiaj wydaje się wręcz nieprawdopodobne. Wyczuwana na każdym kroku przychylna, a nawet entuzjastyczna atmosfera społeczna pomagała w przewyżczeniu trudności.

Konstruktorzy mieli poza tym pełną satysfakcję ponieważ tworzyli rozwiązania ciekawe i niepowtarzalne, które były realizowane na ich oczach i pod ich nadzorem.

### PROBLEMS OF CONSTRUCTION AND AUTHOR'S SUPERVISION

In the post-war period the site of the Castle, destroyed by the Germans, was cleared of rubble and the preserved parts of the Grodzka Gate and Tower, Gothic Cellars as well as projection of the Saxon wing got protected. 25 years of delay in the reconstruction brought about major deterioration in a technical condition of original walls caused by excessive dampness.

On the 20th January 1971 the Government issued a decree on the reconstruction of the Royal Castle in Warsaw. The Atteliers for the Conservation of Cultural Property were appointed General Constructors and they established the Works Management and Design Office. Early in the spring that year pulling-down, research and design works were already initiated. In order to have the possibility of a quicker reconstruction, archaeological, historic and architectonic studies were carried out, practically for the first time, along with design and constructional work. A draft design was submitted for approval on November 3rd, 1971 and by then sorting-out work, removal of rubble from the cellars had already been done, while mining brigades had begun ceiling of the foundations and their consolidation by means of a chemical petrification technique or reinforced-concrete ties. Much physical work was done at that time voluntarily by groups of students, pupils and soldiers, while a number of research studies was carried out on a free of charge basis by specialists from various organizations such as Mostostal or Research and Experimental Department of the Mining Construction.

Dla mnie była to realizacja mego życia, bo trwała przecież 11 lat. Dużo wcześniej, także w pracowni PKZ, byłem projektantem części Teatru Wielkiego, Opery i Baletu. Problemy były różne i nieporównywalne. Jestem przekonany, że Zamek Królewski był trudniejszy, bo wymagał większej ilości opracowań specjalnych, dyktowanych potrzebą wiernej restytucji zabytku. Teatr natomiast ma tylko częściowo odtworzone stare elewacje.

W trakcie przygotowywania tego artykułu dotarła do moich rąk książka prof. Stanisława Lorentza pt. *Walka o Zamek 1939–1980*. Odczucia z jej lektury nie były dla mnie budujące; starałem się czytać jak zwykły czytelnik, a nie jak człowiek związany emocjonalnie z Zamkiem. Z treści książki dowiedziałem się o wielu przygotowaniach do odbudowy, o ludziach przekazujących na konto swe oszczędności, ale zabrakło faktów o odbudowie, o oddziałach PKZ-tów i innych przedsiębiorstwach. Zabrakło też nazwisk tych, dzięki trudowi których sylweta Zamku znów zrosła się z widokiem Starego Miasta.

W tym miejscu chciałbym, zaapelować, aby twórcy Zamku nie byli nadal bezimienni i żeby powstało opracowanie z wykazem ich nazwisk, specjalności, zakresu i czasu wykonanych robót oraz przedsięwzięciom, w ramach których działali.

Nie ulegną wówczas zapomnieniu nazwiska majstrów i brygadzystów, odpowiedzialnych kierowników budowy i dyrektorów oraz ludzi, których warto zapamiętać, takich jak ludwisarz Antoni Kruszewski, który wraz z synami odlewał dzwony, pan Zalewski, który tworzył mechanizm zegara, pan Stasiak z synami z Kępna, który układał dachówkę, pan Stromecki, który obecnie jeszcze kończy stiukowe kolumny Sali Balowej i wielu, wielu innych.

*inż. bud. ląd. Adam Pulikowski  
PP PKZ – Oddział Zamek  
Warszawa*

The Polish society and Polonia paid spontaneously Polish zlotys and hard currency for the reconstruction of the castle and it is with that money that the building exists again.

The day of July 2, 1974 was agreed as the date of completing "the Castle's block", which must have had a complete décor such as a clock with gilded faces and hands, domes with wrought elements and gilded globes, all stone and smithery elements including a stone surface in the squares. After then there came the time for very sophisticated technological building and conservation work inside the castle on the scope unprecedented in the restoration of Polish historic structures.

To put it briefly, the following may be said about designed and supervised constructions carried out on this particular structure:

- the existing cellars have been deepened and new ones have been put in the parts that did not have them. The Wielki (Great) Courtyard has also been provided partially with cellars. It became necessary to acquire technical cubatures for mechanical ventilation, which were built under the floors of the cellars in form of huge canals in reinforced-concrete with a cross-section of  $2 \times 3, 1 \times 2$  m that go to make compound runs;
- preserved original walls of the cellars have been adapted after strengthening, protection and installing complex damp-proof insulations;
- the cellars have been isolated from the walls of the



- ground-floor with a membrane made from 1 mm leaden sheet laid on all walls;
- ground walls house in them a number of horizontal and vertical passages required for air-conditioning installations;
- bricked carrying vaultings built traditionally on carpentry centrings, totalling 5 thousand square m., have been reconstructed over the ground-floor rooms;
- rib-and-slab, caisson, concrete and solid slab floors have been put over high rooms (over 7-14 m in height) of the 1st and 2nd floor, replacing thus huge larchwood beams;
- staircases have been rebuilt in reinforced concrete construction; only the staircase at the Grodzka Tower has been reconstructed in a cut form with stairs forged in dolomite;
- steel plain girders have been used for roof constructions, assembled by means of a crane with screwed and then welded joints;
- steel construction has been covered with ceramic and concrete plates, prefabricated together with an insulating layer;
- a three-fold layer of specially chosen tar boards has been glued to the plates; wooden rafters have been put on this surface by means of screws, battens - nailed and roofing tiles were put on copper catches; all wooden elements were always impregnated with fungicides and fire-proof agents;

- cupolas of castle's towers have been designed in galvanized steel construction and upper spires have been made of stainless steel piping. Centrings and boardings under copper sheet were made of larch, impregnated just like rafters;
- cupolas have been built on the site of the construction work with regard paid to technical possibilities of cranes that were used when putting them on towers. For example, the biggest cupola of the Clock Tower, because of its weight (27 tons) and height over 25 m, had to be assembled in two parts and its assembling was done by means of the self-propelled crane, the largest in Poland, made by Coles - Centurion. At the time of their assembling, the cupolas had already their full final décor.

The second stage of the construction covered finishing works combined with the reconstruction of the interiors. Old technologies have been employed when making stuccos and gildings. Still, other interesting modern techniques, e.g. at suspending original preserved parts of the paintings in the Royal Room or when reconstructing huge bed-moulding in the Ball Room have also been applied.

Scientifically and practically proven construction techniques, combined with **enthusiasm, eagerness and "master touch"** of craftsmen - specialists have all contributed to a faithful reconstruction of the Royal Castle in Warsaw.

JERZY BIGOSZEWSKI

## SPECYFIKA ZADAŃ INWESTORSKICH PRZY ODBUDOWIE ZAMKU KRÓLEWSKIEGO

Restytucja Zamku Królewskiego w Warszawie stała się faktem. Teraz wszystkim się wydaje, że stał on tu zawsze. A przecież zapomina się powoli o tym, że jego odbudowa wymagała wykonania ogromnie skomplikowanych i różnorodnych działań. Zamek Królewski został przekazany użytkownikowi, ale proces inwestycyjny nie został jeszcze zakończony. Nadal prowadzi się prace rekonstrukcyjne w Sali Balowej. Do wykonania pozostało jeszcze: wyposażenie ruchome wnętrza, elewacja saska z tarasem górnym oraz ukształtowanie i urządzenie ogrodów zamkowych. Ich zakończenie planuje się na rok 1990.

Przy tego typu budowach rola inwestora jest na ogół niedoceniana. Działa on w cieniu biur projektowych i wykonawców. Nie ma jednak sprawy w procesie inwestycyjnym, w której nie uczestniczyłby inwestor. Jest on koordynatorem wszystkich poczynań dokumentacyjnych, realizacyjnych i rozliczeniowych, w których ma głos decydujący. Reprezentuje interes przyszłego użytkownika. Dlatego jedna z pierwszych decyzji, przed przystąpieniem do odbudowy Zamku Królewskiego, dotyczyła powołania inwestora zastępczego. Inwestorem bezpośrednim był Obywatelski Komitet Odbudowy Zamku Królewskiego, który nie miał własnej służby inwestycyjnej. Zwrócono się więc do instytucji wykwalifikowanej, wyspecjalizowanej i mającej już pewne doświadczenia przy odbudowie obiektów zabytkowych. Instytucją tą była Dyrekcja Rozbudowy Miasta (DRM) Warszawa-Wschód<sup>1</sup>, która została zobowiązana przez przewodniczącego Rady Narodowej m.st. Warszawy do podjęcia obowiązków inwestora zastępczego przy odbudowie Zamku Królewskiego w Warszawie.

<sup>1</sup> Dyrekcja Rozbudowy Miasta Warszawa-Wschód - jedna z czterech pokrewnych Dyrekcji, działających w organizacji Stołecznego Zarządu Rozbudowy Miasta, będąca bezpośrednim kontynuatorem tradycji służby inwestycyjnej Zakładu Osiedli Robotniczych - ZOR, powstałego w 1948 r. W pierwszych latach działalności DRM odbudowano zabytkowe budynki wzdłuż ulic: Bednarskiej, Krakowskiego Przedmieścia, Nowego Świata. W latach pięćdziesiątych odbudowano Stare i Nowe Miasto, zbudowano wiele osiedli mieszkaniowych na Grochowie, Pradze i Targówku oraz w centrum Śródmieścia. W następnych latach - nowe osiedla mieszkaniowe oraz ciąg zabytkowy przy ul. Kanonia, skrzydło kuchenne Zamku z „Bacciarellówką”.

Organizatorem działalności inwestycyjnej przy odbudowie Zamku był inż. Dominik Grad, który w czerwcu 1971 r. zostaje naczelnym inżynierem, a w 1974 r. objął stanowisko naczelnego Dyrektora DRM Warszawa-Wschód. Kolejnym naczelnym inżynierem został mgr inż. Andrzej Jabłoński, który od 1975 r. przejął wszystkie sprawy związane z restytucją Zamku Królewskiego.

Prowadzenie spraw dokumentacji Zamku powierzono mgr inż. Barbarze Sumnik, działającej w ścisłym porozumieniu z kierownictwem działu i pionu. Na początku 1976 r. działalność tę przejmują mgr Jadwiga Cielecka. W planach ekonomicznym i finansowym w związku z przejęciem odbudowy Zamku wydzielono odpowiednie zespoły. Bezpośredni nadzór techniczny powierzono Zespołowi Inspektoratów Nadzoru-Śródmieście, jednemu z trzech Inspektoratów DRM, będącemu spadkobiercą zespołów odbudowujących Bednarską, Nowy Świat, Stare Miasto, którego kierownikiem był inż. Jan Kowalski. W składzie Zespołu znajdowało się kilku inspektorów działających od początku, lub prawie od początku, istnienia ZOR.

Inspektorem nadzoru robót budowlanych został inż. Andrzej Głowacki, robót sanitarnych - inż. Stanisław Bartosiak; robót elektrycznych - inż. Piotr Filipek. Od czerwca 1971 r. kierownictwo Zespołu Inspektoratów Nadzoru obejmuje inż. Jerzy Bigoszewski.