

**ZAKŁAD USŁUGOWY PROJEKTOWANIA,  
NADZORU BUDOWLANEGO i OCENY STANU  
TECHNICZNEGO BUDYNKÓW  
inż. RYSZARD KOWALSKI  
80-180 GDAŃSK      ul. II Brygady 132**

---

Zlecenie 48/696/13

**ORZECZENIE TECHNICZNE  
z  
PROGRAMEM PRAC KONSERWATORSKICH**

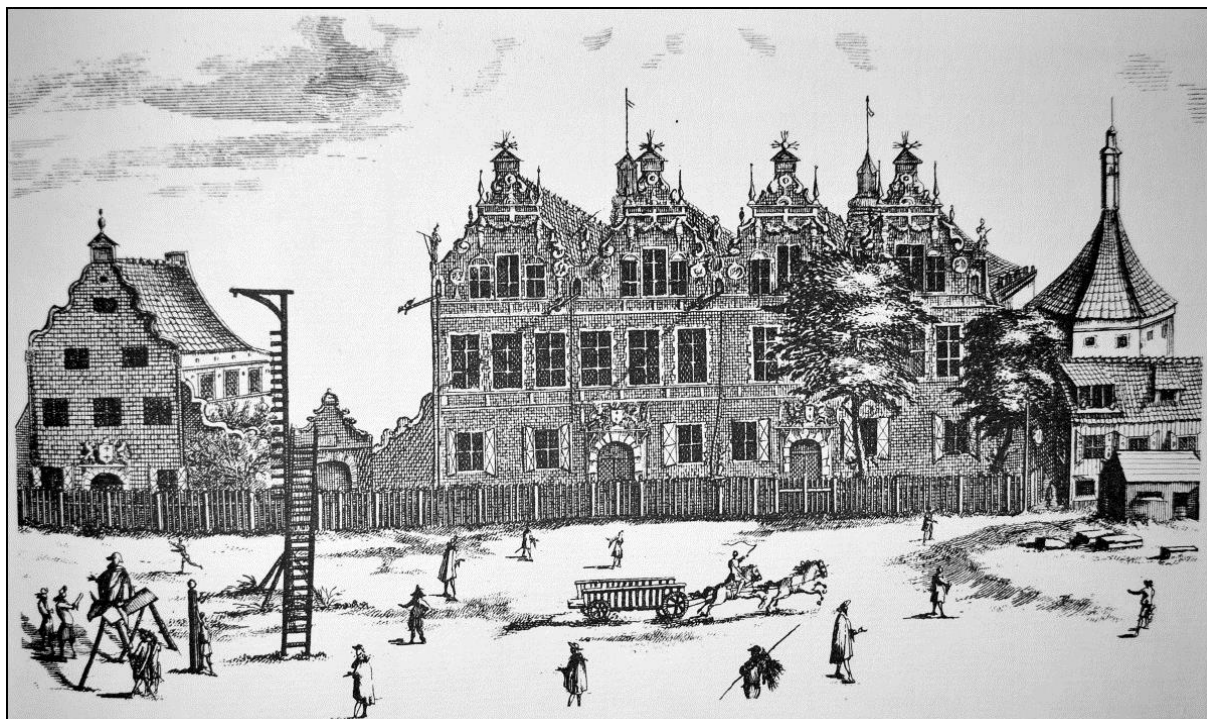
**Dotyczące:      Przyziemia i piwnic Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku**

**Adres:            82-103 Gdańsk, Targ Węglowy 6**

**Zamawiający : Firma projektowa Fischer**

**Sporządzili :    dr Ewa Jachnicka**

**inż. Ryszard Kowalski**



Ryc. P. Willera z roku 1687.

Gdańsk luty 2013

## 1. 1. Część ogólna

- 1.1 Orzeczenie techniczne z programem prac konserwatorskich dotyczące wnętrza przyziemia i piwnic Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku, opracowano na podstawie zlecenia otrzymanego od Zamawiającego.
- 1.2. Stan techniczny obiektu oceniono na podstawie oględzin i badań konserwatorskich w lutym 2013 roku.
- 1.3. Celem opracowania jest analiza stanu zachowania, przygotowanie wytycznych do projektowania oraz zaproponowanie programu prac konserwatorskich i koncepcji naprawy zaistniałego stanu na podstawie istniejącej dokumentacji historycznej oraz badawczej.
- 1.4. Dokumenty wykorzystane do opracowania:
  - L. Sobiecka *Dokumentacja historyczno-architektoniczna Wielkiej Zbrojowni*, materiały PKZ o/Gdańsk, 1980 r.
  - J. Habela *Antoni van Obbergen, architekt i fortyfikator flamandzki z przełomu XVI i XVII wieku*, Gdańsk 1965 r.
  - Z. Jakrzewska-Śnieżko *Gdańsk w dawnych rycinach*
  - J. Gzowski *Badania architektoniczne piwnic Wielkiej Zbrojowni, Gdańsk, ul. Targ Węglowy 6*, Gdańsk 1967 r.
  - J. Szczurek *Sprawozdanie z prac badawczych w przyziemiu i piwnicach Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku*, Kraków 2008 r.
  - J. Stankiewicz *Średniowieczne fortyfikacje Głównego Miasta w Gdańsku. Studia i materiały do historii wojskowości*, tom IV, Warszawa 1958 r.
  - J. Stankiewicz *Strakowscy, fortyfikatorzy, architekci i budowniczowie Gdańscy*, Gdańsk, 1955 r.
  - R. Kowalski *Ekspertyza techniczna mikologiczno – budowlana*, Gdańsk, 2008 r.
  - E. Jachnicka *Piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku, badania konserwatorskie*, Gdańsk, 2008
  - M. Gawlicki *Zabytkowa architektura Gdańska w latach 1945-1951r.* Gdańsk 2012r
- 1.5. Nin. orzeczenie opracowano zgodnie z zamówieniem, w oparciu o obowiązujące przepisy oraz zasady wiedzy technicznej<sup>[1]</sup>, i stanowi ono komplet dokumentacji niezbędnej do realizacji celu, jaki został określony w umowie z Zamawiającym i wchodzi w zakres prowadzonej działalności gospodarczej zarejestrowanej w ewidencji działalności gospodarczej Urzędu Miasta w Gdańsku pod nr 267 w dniu 10-01-1989r.

## 2. 2. Lokalizacja obiektu

Wielka Zbrojownia w Gdańsku znajduje się w zachodniej części średniowiecznych umocnień obronnych Głównego Miasta w bezpośrednim sąsiedztwie dawnej fosy. Obiekt zlokalizowany jest w odległości zaledwie kilkuset metrów od rzeki Motława, stanowiącej jedno z ramion ujściowego odcinka rzeki Wisła, w pradolinie dawnego potoku siedleckiego, w północno – wschodniej części Targu Węglowego, między Basztą Słomianą i Starą Apteką w linii północ – południe oraz Targiem Węglowym i ul. Tkacką w linii wschód – zachód.

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 07-07-1994r prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. nr207 z 2003r poz. 2016 z późniejszymi zmianami).

### 3. 3. Opis omawianych części arsenału

#### 3.1. Przyziemie

Wnętrze przyziemia jest jednoprzestrzenne, czteronawowe i sześćo- przęsłowe o rzucie prostokątnym i wymiarach wewnętrznych około 36 metrów na 50 metrów. Sklepienie krzyżowe, otynkowane, wsparte jest na 15 granitowych, wtórnych filarach o przekroju kwadratowym i ścianach obwiedniowych. Od wschodu i zachodu do wnętrza hali prowadzą po dwie symetryczne stalowe bramy z kutymi nadświetlami. W elewacji wschodniej i zachodniej znajduje się po sześć symetrycznych otworów okiennych, w drewnianych ramach z podziałem krzyżowym. W ścianie południowej, w części zachodniej, znajdują się trzy okna, a w elewacji północnej, niesymetrycznie, dwa. W części środkowej ściany północnej widnieje otwór prowadzący do powojennej klatki schodowej. Otwór przejściowy został wykuty w oryginalnym, renesansowym murze. Przy elewacji zachodniej wtórnie wykonano przebicie i schody prowadzące do piwnicy. W ścianie wschodniej, na wysokości wieżyczek i zejść do piwnicy, widać nisze z łękami. Podobny otwór z łękiem, wykorzystany w okresie powojennym na przeprowadzenie wentylacji, znajduje się w północno – zachodnim narożniku pomieszczenia. Ściany przyziemia pierwotnie wymurowano z żółtej cegły „holenderki” i wyspoinowano zaprawą wapienną. Liczne remonty spowodowały nieodwracalne zmiany architektoniczne doprowadzając większą część materiału oryginalnego do dewastacji. W chwili obecnej brak posadzki przyziemia, a jej poziom obniżono o około 75 cm. Odkryto 8 stalowych płyt wtórnych ułożonych na ceglanych podmurówkach w kluczach sklepienia. Zamontowano je, prawdopodobnie, w celu zniesienia obciążeń punktowych. Poprzez rozebranie posadzki i obniżenie poziomu przyziemia uwidoczniło oryginalne, granitowe bazy granitowych filarów oraz fragment pierwotnego muru pod przejściem północnym.

#### 3.2. Kondygnacja piwniczna

Rzut piwnicy zbliżony jest do prostokąta o wymiarach wewnętrznych około 36 metrów na 50 metrów. Pomieszczenie pierwotnie wsparte piętnastoma, ceramicznymi filarami podtrzymującymi sklepienia, w kilka lat po wybudowaniu podzielono na cztery przęsła podłużne w linii wschód – zachód i dwa „wiatrołapy”(przedsionki) w narożnikach południowym oraz północnym muru wschodniego. Kolejny podział wtórny spowodował rozczłonkowanie hali siatką ścian poprzecznych, podłużnych, częściowo już usuniętych w trakcie ostatnich wyburzeń. Do wnętrza piwnicy prowadzą:

- od zachodu dwa otwory okienne usytuowane w pobliżu naroży budynku
- od strony wschodniej cztery otwory okienne; dwa przy narożach i dwa symetryczne przy osi budynku oraz dwa otwory drzwiowe w linii wieżyczek
- w murze północnym znajduje się wtórne przejście łączące obiekt z powojenną klatką schodową
- w południowo – zachodniej części wtórne zejście na potrzeby użytkownika obiektu; Akademii Sztuk Pięknych
- w centralnej części ściany zachodniej wtórny łącznik piwnicy z przyziemiem.

W wieżyczkach wykonano dwie klatki schodowe tunelowe, w których znajdują się schody kamienne jednobiegowe proste.

Od strony północnej wykonano zewnętrzną współczesną klatkę schodową, ze schodami trójbiegowymi, łamanymi, z podestami i zabiegami, wykonanymi z żelbetu. Klatka schodowa łączy poziom piwnic z parterem i I piętrzem.

W części zachodniej wewnątrz pomieszczenia usytuowana jest klatka schodowa łącząca przyziemie z piwnicą, ze schodami żelbetowymi, dwubiegowymi, łamanymi z podestem.

Mury piwnic zbudowane są z cegły pochodzącej z różnych okresów historycznych łączone na zaprawę wapienną i cementowo-wapienną, a ściany powojenne na cementowo-wapienną i cementową.

Sklepienia kolebkowe z lunetami wsparte są na szerokich filarach o przekroju prostokątnym oraz ścianach obwiedniowych. Zbudowane z cegły oryginalnej, renesansowej z małym wyjątkiem napraw powojennych (betonowy szalunek) w zachodniej części muru południowego. W części północno – zachodniej znajdują się dwa wtórne, powojenne filary podtrzymujące sklepienia z betonowymi żebrami. W środkowej części drugiego przęsła od południa, po wojnie wstawiono przekątną ścianę z dwoma łukami. W chwili obecnej większość posadzek wtórnych usunięto pozostawiając klepisko oraz fragmenty wylewek betonowych. Usunięto również większość wtórnych, szkodliwych nawarstwień i niewłaściwych tynków uwidaczniając wątek ceramicznych.

Pomieszczenia piwniczne wyposażone są w instalację elektryczną, wodociągową, kanalizacyjną odprowadzoną do sieci miejskiej. W pomieszczeniach piwnicznych usytuowany jest węzeł cieplny zasilany z sieci ciepłowniczej, miejskiej oraz wentylatornia obsługująca pomieszczenia ASP.

Powierzchnia użytkowa piwnic 1574,42m<sup>2</sup>

Powierzchnia użytkowa parteru 1839,71m<sup>2</sup>

Łącznie powierzchnia użytkowa 3414,13m<sup>2</sup>

#### 4. Historia obiektu

Istnieje wiele opracowań dotyczących historii obiektu. Część literatury została przywołana w części 1 orzeczenia. W tym opracowaniu zostaną opisane jedynie najważniejsze funkcje wspomnianych pomieszczeń zmieniające się na przestrzeni dziejów oraz ściśle powiązania obiektu z historią otoczenia z okresu rozwoju średniowiecznych i renesansowych fortyfikacji.

##### 4.1. Przyziemie.

Wielka Zbrojownia wzniesiona została w latach 1602 – 1609 jako dopełnienie nowożytnego systemu obronnego miasta.

Autorem projektu arsenału był Antoni van Obbergen, natomiast pracami budowlanymi kierował Jan Strakowski. Projekt zakładał wykorzystanie murów gotyckich po istniejących wcześniej, w miejscu zaplanowanej budowli, kamienicach (od wschodu) oraz muru niskiego obwarowań miejskich (od zachodu). Stąd zachowane relikty murów średniowiecznych w części obwiedniowej piwnic.

Pierwotnie w przyziemiu arsenału przechowywano działa ciężkie, kule armatnie i inny, ciężki sprzęt bojowy. Działa można było wyprowadzać przez dwie wielkie, symetryczne bramy znajdujące się w elewacji wschodniej i zachodniej.

W okresie pruskim strategiczne usytuowanie Wielkiej Zbrojowni straciło na znaczeniu, ponieważ w XIX stuleciu skupiono się bardziej na południowo – zachodnich krańcach miasta, gdzie umacniano fortyfikacje. Wielka Zbrojownia otoczona kamienicami kupieckimi zwolna stała się wielkim magazynem starej broni i amunicji. W tym czasie właściciel obiektu – Ministerstwo Wojny myślało o przekształceniu budynku w salę widowiskową, później muzeum. Jednak w roku 1913, kiedy budynek został przejęty przez miasto, parter przebudowano

na pasaż handlowy. Ważnym wydarzeniem historycznym, które miało znaczący wpływ ubytek substancji pierwotnej spowodowany działaniami wojennymi. W 1945 roku runął dach budynku i wszystkie stropy oraz sklepienia do poziomu posadzki parteru<sup>[2]</sup>. Pozostały relikty ścian obwiedniowych. Po wojnie budynek odbudowano wg historycznych wzorów. W części przyziemia przywrócono funkcję handlową, piętra i piwnice przejęła Państwowa Wyższa Szkoła Sztuk Pięknych, przekształcona w końcu XX wieku w Akademię Sztuk Pięknych. Sklepy i pawilony handlowe w pasażu istniały do 2008 roku. Po 2008 roku przyziemie zostało zamknięte dla ruchu pieszego i handlu, gdyż od tego momentu trwają prace badawcze oraz projektowe i budowlane.

#### 4.2. Piwnice

Bardzo istotnym zagadnieniem dotyczącym problemów technicznych w eksploatacji kondygnacji piwnicznej Wielkiej Zbrojowni jest miejsce wybudowania obiektu w kontekście historii gdańskich umocnień i budowli obronnych. Plany posadowienia arsenału objęły znaczny fragment przymurnego kwartału zachodniego przy wylocie ul. Piwnej, część uliczki przy-murnej oraz pasa murów wysokiego i niskiego. Bardzo znaczącym jest sąsiedztwo zachodniego muru zbrojowni z pierwotną, średniowieczną fosą.

Budowę umocnień Gdańska rozpoczęto 26 marca 1343 roku na mocy przywileju lokacyjnego, uzyskanego od Krzyżaków przez Główne Miasto. Składały się one z ceglanego muru obronnego, podzielonego na odcinki bramami rozmieszczonymi u wylotu ulic oraz charakterystycznymi, czworobocznymi basztami o trzech ścianach zewnętrznych, bez ściany czwartej od strony miasta. Typowym przykładem może być tutaj Baszta Latarniana. Mur i baszty otaczała wypełniona wodą fosa.

W roku 1379 rozpoczęto modernizację południowej i zachodniej linii umocnień polegającą na zasypywaniu starej fosy i wybudowaniu zewnętrznej, nowej. Jej szerokość dochodziła miejscami do 20 metrów. Między starym murem, a nową fosą przebiegał pas ziemi tzw. międzymurza, szerokości ok. 10 m, wzmocniony po stronie zewnętrznej linią nowego muru niskiego (ryc. 1).

Po wojnie 13-letniej, kiedy na mocy przywileju Kazimierza Jagiellończyka wszystkie pozostałe zespoły miejskie zostały podporządkowane Głównemu Miastu, zmierzano do stworzenia jednolitego systemu umocnień. Początkowo doprowadzono jedynie do połączenia poszczególnych odcinków w jeden organizm, wkrótce jednak rozwój sztuki fortyfikacyjnej przyniósł nowe rozwiązania.

U progu XVI wieku, gdy dotychczasowe, średniowieczne systemy obronne straciły na znaczeniu, nastąpiła modernizacja umocnień. Szczególną uwagę zwrócono na najbardziej narażony na ataki nieprzyjaciół front zachodni, gdzie w latach 1571-76 po zachodniej stronie zewnętrznej fosy powstały nowe fortyfikacje ziemne typu bastejowego i bastionowego. Od tej pory datuje się zasypywanie starych fos oraz burzenie i zabudowywanie murów obronnych, ponieważ przestały pełnić swoją funkcję. Dlatego wyburzono Basztę Łaziebną i Basztę Pod Starą Apteką, by na ich miejscu mógł powstać olbrzymi gmach Wielkiej Zbrojowni i sąsiadująca z nim wytwórnia amunicji armatniej zwana Starą Apteką. Jednym z ważniejszych dla historii budowy obiektu przekazów jest aksonometryczny plan Gdańska z lat około 1594 – 1602. Na planie dokładnie widać, w miejscu późniejszego posadowienia arsenału, niezabudowany lub właśnie wyburzony fragment obejmujący 3 do 4 parcel u wylotu ul. Piwnej (ryc.2).

<sup>2</sup> M. Gawlicki *Zabytkowa architektura Gdańska w latach 1945-1951*. Gdańsk 2012r.

Obszerny plac, który powstał po zasypaniu średniowiecznych fos między dawnymi murami obronnymi, a nowymi wałami i bastionami, zagospodarowano jako plac targowy. Nosił on w swej historii wiele różnych nazw, by w końcu stać się Targiem Węglowym.

Pomimo przeprowadzonej w latach 1996 – 1997 dogłębnej analizy architektonicznej oraz archeologicznej<sup>3</sup> części piwnicznej Wielkiej Zbrojowni nie udało się ustalić charakteru użytkowania tychże pomieszczeń. Biorąc pod uwagę przeznaczenie górnych kondygnacji, można się jedynie domyślać, że piwnice pełniły funkcje magazynowe, choć niekoniecznie przeznaczone do przechowywania militariów, czy amunicji, a raczej wina i piwa, jak to miało miejsce np.; w dwu-kondygnacyjnej piwnicy renesansowego budynku Ratusza Staromiejskiego na ul. Korzennej. Przechowywaniu trunków sprzyja niska, stała temperatura oraz dość znaczna wilgotność, czyli dokładnie takie warunki, na jakie wskazuje stan zachowania oraz rodzaj zniszczeń ścian piwnicy arsenału.

Nie odnaleziono żadnych przekazów odnośnie faktycznego użytkowania obiektu. Jedynie wspomniane powyżej badania archeologiczne przyczyniły się do odkrycia, w warstwach pod obecną posadzką, szczątków ceramicznych (naczyn?), płyt kamiennych oraz zbutwiałego drewna (beczek?).

Koniec XIX i początek XX wieku to okres działalności Pruskiego Zarządu Budownictwa Wojskowego i Rejencji Pruskiej, a co za tym idzie liczne remonty w zbrojowni, nie tylko elewacji i kondygnacji naziemnych. Z tego okresu pochodzi część ścian piwnicznych wykonanych z cegły maszynowej o średnich wymiarach  $\sim 24,5 \times 12 \times 6,2$  cm, spojonej zaprawą wapienno-cementową. Piwnice podzielono na szereg mniejszych pomieszczeń, głównie w partii północnej. Wybito też kilka otworów komunikacyjnych w ścianach pierwotnych wykonanych z cegły „holenderki”. Otwory sklepiono łękami. Takie dzielenie większego pomieszczenia może mieć związek z dzierżawieniem części izb, co było sytuacją zupełnie normalną w ówczesnym okresie.

W czasie I Wojny Światowej lub tuż przed II, w części północno – zachodniej wybudowano schron i podzielono go na mniejsze pomieszczenia zamykane ciężkimi, stalowymi drzwiami zachowanymi do dziś.

Działania z okresu II Wojny Światowej nie oszczędziły również fragmentów kondygnacji podziemnej Wielkiej Zbrojowni. W trakcie remontów w latach 1949 – 1952 powstały dwa nowe słupy podtrzymujące sklepienia w pomieszczeniach zachodnich przęsła północnego oraz skośna ściana konstrukcyjna z dwoma łukami znajdująca się w środkowej części drugiego od południa przęsła podłużnego.

W latach 1952 – 1969 piwnice dostosowano do potrzeb ówczesnej Państwowej Wyższej Szkoły Sztuk Plastycznych, to znaczy podzielono na szereg mniejszych sal i pracowni. Całość kondygnacji otynkowano zaprawą cementową, pomalowano farbą klejową i częściowo lamperią olejną, a pomieszczenia bez wentylacji pozamykano drewnianymi drzwiami. Od strony północnej dobudowano klatkę schodową dla wewnętrznej komunikacji uczelnianej. Do piwnicy można się było dostać również od południa z poziomu dobudowanej, powojennej kamienicy przy ul. Tkackiej. Od tego czasu w piwnicach funkcjonowały: kotłownia, węzeł cieplny, wentylatorownia, magazyny o charakterze technicznym, pracownie i pomieszczenia przygotowane dla potrzeb dydaktycznych.

Piwnice stały się w pełni użytkowe, a co za tym idzie ogrzewane, odizolowane od zewnątrz szczelną powłoką olejną, klejową, betonową i tą z okresu XIX wieku – hydrofobową. Od roku 2008 w piwnicach zaprzestano działań dydaktycznych, prowadzone są prace badaw-

<sup>3</sup> Jacek Gzowski *Badania Architektoniczne piwnic Wielkiej Zbrojowni*, Gdańsk, 1996 - 1997

cze, projektowe, wyburzono kilka współczesnych ścian i zdjęto szkodliwe powłoki cementowo – alkidowe z historycznej ceramiki ścian oraz sklepień.

## 5. 5. Dane o materiałach kondygnacji naziemnej

### 5.1. Cegła

Ściany przyziemia wykonano z cegły ceramicznej ręcznie formowanej, żółtej „holenderki”. Cegła została gruntownie przebadana, a wyniki analiz znajdują się w opracowaniu Jana Szczurka<sup>[4]</sup>. Badania wykonała dr n. tech. Maria Rogóż. Z analiz wynika, że jest to materiał szczególnie bogaty w minerały ilaste, kaolinit. Cegła jest porowata, nasiąkliwa, jasna, (słabo palona, z dodatkiem kaolinitu), bez spieczonego czerepu, źle wymieszana, z widocznymi grudkami ilów. Średnie wymiary cegły to: 23x11x4,9 cm.

Dodatkowe badania cegły pod kątem zawartości pierwiastków chemicznych wykonał mgr Adam Cupa z UMK w Toruniu<sup>[5]</sup>. Cegła zawiera jony Fe, Ca, K, Ti, Si oraz Zn i Pb w ilościach śladowych.

W kilku miejscach widoczne przemurowania cegłą maszynową, współczesną.

Sklepienia częściowo zrekonstruowane w latach powojennych z cegły ceramicznej, czerwonej, maszynowej, współczesnej.

### 5.2. Zaprawa i spoina.

Zaprawą oryginalną murarską i spoinującą cegłę jest zaprawa wapienna, tłusta, dokładnie oblepiająca równe, drobno i średnio ziarnista koloru kremowego. Kruszywo to barwny kwarc rzeczny. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psamitowo-psefitowym. Prawdopodobnie jest to materiał bardzo podobny do przebadanego w piwnicy, łączącego cegły „holenderki” budujące mury podłużne<sup>[6]</sup>. Zaprawa gwałtownie reaguje na kwas

Spoina łącząca cegły współczesne, powojenne składa się z cementu, niewielkiej ilości wapna chudego i żwiru różnej wielkości oraz barwy. Zaprawa typu kontaktowego z wypełniaczem psefitowym.

### 5.3. Tynk.

Podczas prowadzenia prac związanych z I etapem usunięto wtórne tynki ze ścian obwiedniowych i pozostawiono tynki współczesne na sklepieniach. Zarówno jedne, jak i drugie pochodzą z tego samego okresu i zostały przebadane przez dr n. tech. Marię Rogóż. Wyniki analiz znajdują się w dokumentacji Jana Szczurka<sup>[7]</sup>. Okazuje się, że jest to tynk wapienno – cementowy typu kontaktowego, to znaczy z bardzo małą ilością spoiwa i słabo oblepionym kruszywem różnej wielkości oraz barwy. Warstwą oddzielającą oryginalną cegłę i współczesny tynk jest sadza - czerń węglowa oraz śladowe ilości niebieskiego pigmentu – ultramaryny<sup>[8]</sup>.

<sup>4</sup> Jan Szczurek *Sprawozdanie z prac badawczych w przyziemiu i piwnicach Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku.*

<sup>5</sup> Analiza próbki oznaczonej nr1E znajduje się w: E. Jachnicka *Parter i piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku, Program Konserwatorski.* Gdańsk, 2008

<sup>6</sup> Ewa Jachnicka *Piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku. Badania konserwatorskie.* Analizy próbki nr 3E wykonały Dorota Sobkowiak i Elżbieta Orłowska z Torunia.

<sup>7</sup> Jan Szczurek *op. cit.*

<sup>8</sup> Analiza próbki oznaczonej nr1E w: *op.cit.*

#### 5.4. *Kamień*

W obrębie oryginalnych otworów z łękami istniejących w ścianach północnej oraz wschodniej, znajdują się kamienne klince wykonane z pierwotnego materiału, bardzo popularnego w XVII-wiecznym Gdańsku, piaskowca gotlandzkiego. Materiał ten jest bardzo nieodporny na czynniki atmosferyczne, gdyż zbudowany z minerałów ilastych narażony jest na ciągłą pracę struktury podczas zmian wilgotnościowo-temperaturowych. Jest mało wytrzymały pod względem mechanicznym i z powodu drobnoporowatej struktury, charakteryzuje się znaczną nasiąkliwością. Swoją barwę zawdzięcza szaro-zielonemu minerałowi - glaukonitowi.

Wokół okien widać kamienne opaski z piaskowca późniejszego. Jest to piaskowiec o strukturze drobno i średnioziarnistej, barwie kremowo-żółtej i spoiwie krzemionkowo-ilasto-żelazistym.

Wtórne stalowe bramy osadzono w granitowych, nieobrobionych, ciosach.

Na granitowych, pierwotnych bazach posadowiono powojenne filary z szarego granitu strzegomskiego. Granity to materiał nieporowaty, nieprzenikliwy dla wody, charakteryzujący się wysoką wytrzymałością mechaniczną i odpornością na niesprzyjające czynniki atmosferyczne, a przede wszystkim ścierne.

Granity należą do skał magmowych. Powstają wskutek krystalizacji lub zakrzepnięcia magmy w głębi skorupy ziemskiej, lub na jej powierzchni.

Skały magmowe dzieli się w zależności od głębokości zastygania lawy na trzy główne kategorie: skały wylewne, żyłowe i głębinowe.

Dla niniejszego opracowania istotna jest ostatnia z podanych kategorii, gdyż w obiekcie wykorzystano materiał krzepnący głęboko pod powierzchnią ziemi, tworzący intruzje o znacznych rozmiarach. Granity wykorzystane w obiekcie charakteryzują się: dużą wytrzymałością, jasnoszarą i czarną barwą, średnim uziarnieniem biotytowym.

Posadzka wtórna wykonana była również z szarego granitu strzegomskiego. Podczas jej usuwania uwidoczniło się klucze sklepienne piwnic i odnaleziono kilka fragmentów profilowanych gzymsów i detali architektonicznych wykonanych z drobnociarnistego piaskowca z okresu późniejszego niż budowa arsenału. Wydobyto też fragment ciemno – czerwonego wapienia<sup>9</sup>, który mógł być wykorzystany pierwotnie jako budulec posadzki przyziemia arsenału. Bardzo podobny kamień; wapień olandzki, szwedzki, wykorzystywany był do wykładania posadzek w kościołach oraz budynkach użyteczności publicznej gotyckiego i renesansowego Gdańska.

#### 5.5. *Metal*

Metalowe elementy pierwotne właściwie nie istnieją, natomiast do wtórnych można zaliczyć stalowe, dwuskrzydłowe, symetryczne bramy, a także żelazne, kute, ozdobne nadświetla oraz kraty w oknach. Widoczne są znikome pozostałości pierwotnych okuć montowanych w kamiennych kłincach blend z łękami.

Elementami metalowymi są również współczesne, stalowe płyty odnalezione podczas zdejmowania powojennej posadzki. Prawdopodobnie służyły do rozłożenia obciążeń punktowych i zmniejszenia naprężeń w zwornikach sklepień.

<sup>9</sup> Jan Szczurek *op. cit.* Analizę petrograficzną wykonał dr inż. T. Kawiak z Krakowa. Skała pochodzi z serii Rosso Ammonitico.



### 5.6. *Drewno*

Z drewna wykonano jedynie stolarkę okienną -sosna oraz wewnętrzne płaszczyzny bram – dąb. Stolarka malowana jest powierzchniowo farbami olejnymi.

## 6. Dane o materiałach piwnicy

### 6.1. *Mury obwiedniowe*

Mury obwiedniowe podziemnej części zbrojowni, wykonane zostały z cegieł, głównie gotyckich. Należy spodziewać się, że podobnie jak w większości budowli z tego okresu w Gdańsku, mury osadzone zostały na fundamencie z polodowcowych, magmowych gładów narzutowych z wypełnieniem wolnych przestrzeni gliną lub gliną z dodatkiem zaprawy wapiennej. Taki podkład pod mury w gdańskich warunkach sprawdził się i stanowił dość dobre zabezpieczenie przed penetracją wody gruntowej, której lustro w rejonie Targu Węglowego znajduje się obecnie na głębokości około 4 metrów poniżej poziomu gruntu. Niestety posadzkę piwnic posadowiono na głębokości około 5,20 metrów poniżej poziomu gruntu, czyli poniżej lustra wody gruntowej. W czasie, gdy istniały już średniowieczne mury obwiedniowe, piwniczne, na których posadowiono renesansowy budynek zbrojowni, dodatkowo działała woda z zasypanej fosy bezpośrednio sąsiadującej z zachodnimi murami obiektu.

### 6.2. *Ceramika*

W ścianach obwiedniowych zachowały się relikty cegły ceramicznej ręcznie formowanej, spoiastej, intensywnie czerwonej pochodzącej z okresu wcześniejszej, średniowiecznej zabudowy. Struktura cegieł nie jest jednorodna, co wynika z użytego materiału budulcowego oraz metod produkcji. Cegły zostały wykonane z gliny zwałowej, morenowej, stosunkowo chudej, zanieczyszczonej grudkami margla i ziarnami kwarcu, dochodzącymi nawet średnicy 2 cm. Wątek gotycki i krzyżykowy. Średnie wymiary cegieł to 31x15x8 cm.

Odnaleziono trzy rodzaje cegieł z okresu budowy:

- cegły budujące filary do wysokości około 75 cm od poziomu współczesnej posadzki, ręcznie formowane, bardzo nieregularne, o zbitej strukturze, w kolorze żółtawym, wpadającym w zielony, o średnich wymiarach: 19,5x8,5x4 cm.
- Powyżej - cegły z domieszką kwarcu, dobrze wyrobione, o jednolitej strukturze, ciemno – czerwone, o średnich wymiarach 25x12x5,5 cm. Takie same cegły budują sklepienia piwnicy.
- Ściany podłużne, dzielące obiekt na przęsła, dobijające do filarów wykonane z żółtej cegły „holenderki”, bardzo podobne jak materiał oryginalny w ścianach obwiednich przyziemia. Materiał ceglany jest szczególnie bogaty w minerały ilaste, kaolinit. Średnie wymiary cegły to: 23x11x4,9 cm.
- Opłaszczowanie cegłą renesansową dolnej partii całego muru zachodniego, gotyckiego. Zabieg wykonano z cegły formowanej ręcznie, czerwonej, o średnich wymiarach 25x12x5,5 cm. Opłaszczowanie miało na celu wzmocnienie i naprawę mocno zniszczonego i zawilgoconego odcinka muru sąsiadującego z zasypaną w latach 70 –tych XIV wieku fosą.

W II połowie XIX wieku pojawiła się cegła maszynowa, i jako nowość, została wykorzystana do przebudowy wnętrza piwnic. Jest to cegła dobrej jakości, dość dokładnie formowana, czerwona, dobrze wyrobiona, jednorodna, bez skupisk margla, dobrze wypalona. Miejscami charakteryzuje się silnym spiekaniem lica. Średnie wymiary 25,7x6,8x12 cm

Ceramika XX –wieczna przedwojenna:

- Cegła z okresu międzywojennego, budująca ściany schronu w części zachodnio – północnej, pełna, dobrze wyrobiona i wypalona, jasno – czerwona, średni wymiar 25x7x12 cm

Ceramika XX –wieczna powojenna i współczesna:

- Cegła maszynowa, pełna, równomiernie wypalona, jednolita w masie, jasno – czerwona o średnich wymiarach 25x6x12 cm
- Cegła maszynowa „dziurawka”, materiał z fazy adaptacji piwnic dla celów uczelni
- Cegła biała, porowata, również pochodząca z II połowy XX wieku.

### 6.3. Spoina

Oryginalna zaprawa wiążąca i spoina wypełniająca ceramikę **gotycką**, to zaprawa wapienna, dokładnie oblepiająca ziarna kwarcu, choć niedokładnie wymieszana. Do murowania i spoinowania użyto zaprawy wykonanej z wapna dobrze wypalonego, dołowanego, tłustego. Kruszywo to piasek kwarcowy, różnobarwny, rzeczny o zróżnicowanej wielkości ziaren od 0,2 mm do 3 mm. Barwa kremowa. Widoczne niewymieszane grudki wapna wielkości do 4 mm. Pod wpływem kwasu gwałtownie reaguje wydzielając CO<sub>2</sub>. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psamitowo-psefitowym.

Zaprawą oryginalną murarską i spoinującą cegłę pochodząca z **okresu budowy** zbrojowni jest zaprawa wapienna, tłusta, dokładnie oblepiająca równe, drobno i średnio ziarnista koloru kremowego. Kruszywo to barwny kwarc rzeczny. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psamitowo-psefitowym. Jest to materiał, który odnaleziono w partiach sklepień. Parametry masy są zbliżone do zapraw odnalezionych w części naziemnej. Bardzo podobnego materiału użyto do murowania i spoinowania cegły „holenderki” budujące mury podłużne<sup>[10]</sup>, a także opłaszczowanie ściany zachodniej. Kruszywo jest nieco drobniejsze, psamitowe, barwne, rzeczne. Zaprawy charakteryzują się barwą kremową i gwałtownie reaguje na kwas.

W celu sprawdzenia teorii stosowaniu wapna hydraulicznego, nieprzepuszczającego wilgoci, używanego w **XVII wieku** do uszczelniania murów narażonych na migrację wód gruntowych, zbadano spoinę z dolnej partii filara zbudowanego ze zbitej żółto – zielonkawej cegły<sup>[11]</sup>. Próbkę porównano ze spoiną wapienną z górnej partii renesansowej ściany podłużnej, dobijającej do filara<sup>[12]</sup>. Podczas pomiarów wilgotności okazało się, że filary są mniej zawilgocone i lepiej zachowane niż ściany podłużne oraz sklepienia. W trakcie badań wilgotności prowadzonych również współcześnie teoria potwierdziła się. Dolne partie filarów piwnicy są znacznie mniej zawilgocone niż pozostałe elementy ceramiczne.

Zaprawy wiążące materiał ceramiczny z **końca XIX wieku**, czyli okresu pruskiego, to masy wapienne. Ziarno kwarcowe dobrze obtoczone wapnem, materiał jest dobrze wymieszany, kruchy, brak widocznych grudek wapna. Barwa szaro kremowa. Typ zaprawy bazalny z wypełniaczem barwnym, rzeczny psefitowym. Gwałtownie reaguje na kwas. Prawdopodobnie z tego okresu pochodzi hydrofobowa powłoka, która pokryto większość ścian, szcze-

<sup>10</sup> Ewa Jachnicka *Piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku. Badania konserwatorskie*. Analizy próbki nr 3E wykonały Dorota Sobkowiak i Elżbieta Orłowska z Torunia.

<sup>11</sup> Ewa Jachnicka *op. cit.* Aneks, analiza próbki oznaczonej nr2E

<sup>12</sup> Ewa Jachnicka *op. cit.* Aneks, analiza próbki oznaczonej nr3E

gólnie w partii zachodniej. Z badań wynika, że jest to roztwór szkła wodnego potasowego, który miał na celu zamknąć wilgoć piwnicy w jej murach.

Zaprawy wiążące z **początku XX** wieku oraz **okresu późniejszego** to spoiny wapienne lub cementowo - wapienne. Spoina łącząca cegły **współczesne**, powojenne składa się z cementu, niewielkiej ilości wapna chudego i żwiru różnej wielkości oraz barwy. Zaprawy typu kontaktowego z wypełniaczem psefitowym.

#### 6.4. *Elementy kamienne*

Dekoracja kamienna ścian jest bardzo skromna. Składa się głównie z kłińców w otworach wejściowych w murze wschodnim (zejścia wieżyczek) i w ścianach równoległych do muru wschodniego spełniających rolę „wiatrołapów”.

W murze zachodnim widoczne są relikty ciosów kamiennych w ościeżach zamurowanych otworów okiennych.

Kłińce z piaskowca widnieją także w przepruciach ścian renesansowych, podłużnych.

Materiałem kamiennym jest bardzo popularny w XVII –wiecznej Polsce północnej piaskowiec gotlandzki transportowany ze szwedzkiej wyspy Gotland.

Piaskowiec ten jest nie odporny na wilgoć, gdyż zbudowany z minerałów ilastych. Jest mało wytrzymały pod względem mechanicznym i z powodu drobnoporowatej struktury, charakteryzuje się znaczną nasiąkliwością i higroskopijnością. Swoją barwę zawdzięcza szaro-zielonemu minerałowi - glaukonitowi.

W południowym murze obwiedniowym, części wschodniej, odnaleziono podmurówkę z kamienia polnego ze złóż morenowych pochodzenia polodowcowego. Kamień zespolony jest zaprawą wapienną.

W trakcie badań archeologicznych, archeologicznych wykopach przy zachodnio – południowym narożniku budynku odnaleziono fragment różowego piaskowca, który mógł być wykorzystany pierwotnie jako budulec posadzki, ale nie ma na to żadnych dowodów. Kamień nie został szczegółowo przebadany<sup>[13]</sup>.

#### 6.5. *Elementy metalowe*

W kilku ciosach kamiennych z piaskowca gotlandzkiego, które znajdują się w obrębie ościeży, widnieją żelazne, kute pozostałości okuć i haków. Zardzewiałe elementy żelazne spinają opłaszczowanie muru zachodniego.

Z elementów metalowych, współczesnych wymienić należy stalowe, ciężkie drzwi prowadzące do schronu.

#### 6.6. *Drewno*

Jedynymi pozostałościami elementów drewnianych są wypalone szczątki wtórnie zamontowane na zaprawę cementową w pomieszczeniu północno – zachodnim - schronie. Usytuowanie drewnianych fragmentów sugeruje istnienie drewnianej boazerii, z któregoś, współczesnego okresu eksploatacji pomieszczenia. Do elementów drewnianych należy zaliczyć współczesne drzwi deskowe zamykające poszczególne pomieszczenia piwnic. Powierzchnie drzwi pomalowano farbami olejnymi.

<sup>13</sup> Jacek Gzowski *op. cit.*

## 7. **Badania konserwatorskie**

Badania konserwatorskie w obiekcie przeprowadzono na przełomie października i listopada 2008 roku bezpośrednio po zakończeniu I etapu prac remontowych oraz powtórzono i uaktualniono w lutym 2013 przed planowaną adaptacją parteru oraz piwnic Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku. Podczas prac związanych z I etapem usunięto ściany działowe oraz tynki cementowe pochodzące z okresu po II Wojnie Światowej zgodnie z badaniami J. Szczurka oraz programem zatwierdzonym przez Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków w Gdańsku.

W dalszej kolejności wykonano badania konserwatorskie ścian wtórnych pochodzących z przełomu XIX i XX wieku, które wstępnie wytypowano do wyburzenia w II etapie prac remontowych. W drugim etapie prac adaptacyjnych w kondygnacji podziemnej przewidziano wyburzenie ścian wtórnych, zbudowanych w okresie po 1850, a tym samym powrót do wyglądu piwnicy z czasów obejmujących wiek XVII i XVIII. Postanowiono również pozostawić współczesne wymurowania powojenne w postaci dwóch filarów znajdujących się w części zachodnio – północnej oraz ścianki skośnej, dwu-lukowej z południowo – zachodniego fragmentu obiektu. Pozostawienie tych elementów ma związek raczej z utrzymaniem estetyki pomieszczeń oraz zachowaniem niewielkich fragmentów historii II połowy XX wieku, niż ze wzmocnieniami konstrukcji obiektu naruszonej podczas działań wojennych. Ściany do usunięcia wstępnie wytypowano na podstawie badań architektonicznych i planów piwnicy sporządzonych przez Jacka Gzowskiego w 1997 roku. Jednakże badania te, jak sam autor podkreśla, wykonano metodą odkrywek, jedynie w miejscach dostępnych, z pominięciem pracowni fotograficznych, czyli części północno – wschodniej i magazynów pasażu handlowego, czyli części północno – zachodniej. W trakcie prowadzenia zabiegów usuwania wtórnych tynków cementowych przez cały czas kontrolowano zadanie pod kątem istnienia polichromii w piwnicach.

Obecnie planowana jest adaptacja przyziemia oraz piwnic zbrojowni, a do realizacji projektu przygotowuje się firma architektoniczna FISHER. W związku z tym podjęto prace związane z aktualizacją badań konserwatorskich oraz programu konserwatorskiego z wytycznymi do projektowania. Ułatwieniem dla analiz było odsłonięcie ścian poprzez wcześniejsze skucie tynków cementowych, usunięcie niedyfuzyjnych warstw współczesnych, a tym samym uczytelnienie wątków ceglanych wraz z zaprawami wcześniejszymi. Głównym celem uaktualnienia badań była kontrola wilgotności, temperatury panującej w pomieszczeniach piwnicznych, analiza stanu zachowania pomieszczeń udroźnionych podczas ostatniego remontu, przewartościowanie wytycznych do projektowania oraz uaktualnienie programu prac konserwatorskich. Szczególną uwagę zwrócono na problem zawilgocenia, zasolenia murów i metodykę izolacji wodochronnych obiektu.

W trakcie analiz prowadzonych w roku 2008 oraz współcześnie opisywano wygląd i wymiar cegieł fragmentu badanej ściany, watek otoczenia, pobierano próbki spoin do badań mikroskopowych, mierzono temperaturę i wilgotność muru na wysokości około 1,50 m. W 2008 roku wilgotność masowa murów zewnętrznych przy posadzce piwnic, mierzona metodą suszarkowo-wagową przy użyciu wagosuszarki AXIS ADS100 wynosiła  $6,6 \div 18,6\%$ , co było równoważne  $35 \div 100\%$  wilgotności względnej i klasyfikowało mury od stanu zawilgoconego do stanu mokrego. Natomiast zawartość wody w powietrzu pomierzona przy użyciu termohigrometru „AZ 8703” wynosiła  $4,2 \div 5,7\text{g}$  na każdy kilogram powietrza, co odpowiadało wilgotności względnej (RH)  $47,9 \div 61,6\%$  przy temperaturze powietrza wynoszącej  $9,5 \div 12,2^\circ\text{C}$ . Wilgotność względna powietrza w piwnicy w dniu badań, w 2013 roku, wynosiła  $46,9\%$  przy temperaturze powietrza  $12^\circ\text{C}$ . W tym mikroklimacie kondensacja pary wodnej występowała przy spadku temperatury poniżej  $6,4^\circ\text{C}$ .

Z wyników badań można wysnuć wniosek, iż wysoka wilgotność murów wywołana została kondensacją pary wodnej

**Tabela 1. Opis wykonanych badań. Porównanie pomiarów z roku 2008 i 2013**

Badana ściana	Materiał badanego miejsca	Wilgotność i temperatura badanego miejsca w 2008 roku	Wilgotność i temperatura badanego miejsca w 2013 roku
Ściana 1 i 5	Cegła: maszynowa, ciemno – czerwona, porowata, mocno zniszczona, pozbawiona lica. Wątek mało czytelny, przeważnie rząd główek na przemian z wozówkami. Średnie wymiary cegieł 25,5x6,5x11,5 cm  Spoina: zaprawa cementowo – wapienna, kremowa, widoczne grudki wapna, kruszywo słabo oblepione spoiwem, widoczne czarne, małe punkty (biotyt?, popiół?). słaba reakcja na kwas.	RH : 50,8% T : 11,6 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =9,1%	W : 5,1% T : 3 <sup>0</sup> C
Ściana 2	Ściana XVII -wieczna z zamurowanym otworem cegłą maszynową, jasno - czerwoną o wymiarach 24,5x6x12. We fragmencie współczesnego wymurowania wstawka z wtórnie użytej cegły żółtej, „holenderki”	RH : 50,8% T : 11,6 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =8,1%	W : 8,9% T : 3 <sup>0</sup> C
Ściana 3	Cegła: maszynowa, współczesna, jasno – czerwona o średnich wymiarach 24,5x6x12, Spoina: zaprawa cementowa, jasno kremowa, ziarna kwarcu słabo oblepione spoiwem, kruszywo kwarcowe o różnej barwie i wielkości od 0,1 – 0,5 – 2 mm. Nie widać grudek wapna, bardzo słaba reakcja na kwas, ale tylko składników wapiennych pochodzących z cementu.	RH : 50,9% T : 11,6 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =9,1%	W : 5,1% T : 3 <sup>0</sup> C
Ściana 4	Cegła oryginalna, renesansowa, kontynuacja ściany oznaczonej nr 2 z zamurowanym otworem cegłą współczesną o wymiarach i wyglądzie jak wyżej. Obok resztki wcześniejszego wymurowania z cegły ciemniejszej o wymiarach 25x7x12 cm.	RH: 50,8% T : 11,6 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =8,1%	W : 8,9% T : 3 <sup>0</sup> C
Ściana 6 i 10	Cegła maszynowa, współczesna, powojenna, we fragmentach dolnych ściana wymurowana z cegły czerwonej i białej na przemian. Od strony wschodniej, w części górnej, pokryta resztkami zaprawy cementowej	RH: 49,8% T : 11,5 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =8,0%	W : 5,1% T : 3 <sup>0</sup> C
Ściana 7	Widoczne miejsce dostawienia ściany współczesnej, oznaczonej nr 6, do oryginalnej, XVII – wiecznej.	RH: 49,9% T : 11,5 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =8,0%	W: 4,5% T : 2,5 <sup>0</sup> C
Ściana 8	Oryginalna ściana z XVII wieku wymurowana z cegły „holenderki” o średnich wymiarach 23x11x4,9 cm. Powierzchnia ściany przesycona charakterystyczną dla ścian pierwotnych brązo-czerwoną warstwą hydrofobową.	RH: 49,9% T : 11,5 <sup>0</sup> C W <sub>w</sub> =9,0%	W: 4,5% T : 2,5 <sup>0</sup> C

Ściana 9	<p>Cegła maszynowa, ciemno – czerwona, wążek zaburzony, fragmentami naprzemiennie poziom główek i wozówek, średnie wymiary cegieł to: 25x6,5x11,8 cm.</p> <p>Spoina to zaprawa cementowo – wapienna, bardzo chuda. W strukturze zaprawy widać małe grudki wapna i czarne punkty (biotyt?). Ziarna kwarcu drobne, słabo oblepione spoiwem, zbliżonej wielkości od 0,5 – 1 – 1,5 mm. Reakcja na kwas słaba. Kolor kremowy.</p>	<p>RH: 49,8% T : 11,5°C W<sub>w</sub>=8,0%</p>	<p>W: 4% T : 3,5°C</p>
Ściana 11,13,14	<p>Ściany z jednego okresu historycznego, (prawdopodobnie z lat międzywojennych) przewiązane ze sobą. Cegła maszynowa, z odciśniętym nr „10” równa, czerwona, o średnich wymiarach 24x6x12 cm, wążek nieczytelny, fragmentami naprzemienny wozówkowy i główkowy.</p> <p>Wstawki ciemnych cegieł o mocnym spieku i wymiarach 25x6,5x12 cm. Cegły wykorzystano wtórnie podczas powojennego remontu. Ściany nr 13 i 14 dostawione, bez przewiązania z wcześniejszą ścianą oznaczoną nr 12.</p>	<p>RH: 50,9% T : 11,4°C W<sub>w</sub>=8,1%</p>	<p>W: 5,1% T : 1°C</p>
Ściana 12,15,16,17	<p>Równoległe ściany łączące fragmenty północnego muru obwiedniego z pierwotnymi filarami pierwszej od północy ściany podłużnej. Cegła maszynowa, ciemno – czerwona, jednolita, o dobrze wymieszanej masie, porowata, o silnym spieku i ciemnym licu. Średnie wymiary cegieł 25x6,5x12, wążek miejscami czytelny: poziom wozówek i poziom główek. Ściany mocno połatane późniejszymi przemurowaniami, liczne otwory na przewody i wentylacje. Spoina to zaprawa wapienna z dodatkiem cementu, kruszywo równe, drobne o wymiarach od 0,3 – 0,5 rzadko 1 mm. Ziarna słabo oblepione spoiwem, zaprawa bardzo chuda, mocno kruszy się. Widoczne małe, czarne punkty (biotyt?). Niewielka reakcja na kwas. Barwa zaprawy kremowa.</p>	<p>RH: 52,3% T : 10,8 - 12°C W<sub>w</sub>=8,4%</p>	<p>W: 23% T : 4°C</p>
Ściana 18	<p>Mocno zniszczona ściana w narożu wschodnio – północnym, zbudowana z oryginalnej cegły „holenderki”. W okresie powojennym w ścianie wycięto trzy duże otwory drzwiowe. Największy z otworów mieści się w obrysie pierwotnego, zamkniętego łukiem i z pozostałościami klinców gotlandzkich w ościeżach. Ściana nr 18 dostawiona jest do pierwotnej, podłużnej, zbudowanej z tego samego materiału. Być może nieco późniejsza, ponieważ dobija do podłużnej. Prawdopodobnie zamykała pomieszczenie spełniające rolę XVII – lub XVIII - wiecznego „wiatrołapu”. Spoina wapienna, spoiwo tłuste, „masłowate”, dokładnie oblepia ziarna kwarcu. Kruszywo równe, drobne od 0,5 do 1,5 mm. Pod</p>	<p>RH: 57,1% T : 13,7°C W<sub>w</sub>=10,3%</p>	<p>W: 3,8% T : 4°C</p>

	wplywem kwasu silnie „burzy”, co potwierdza znaczną ilość wapna w próbce. Kolor kremowy.		
Ściana 19	Ściana wymurowana z czerwonej cegły maszynowej w wątku naprzemiennym: poziom wozówek i poziom główek bez przesunięcia spoiny. Wymiar cegieł 25x6,5x12 cm. Widoczne dwa otwory zamknięte łukiem z cegły maszynowej, zamurwane również cegłą maszynową, ale jaśniejszą, współczesną, z wykorzystaniem żółtych cegieł rozbiórkowych. Spoina to zaprawa cementowo – wapienna, bardzo chuda, dość mocna, porowata, dużo pustych przestrzeni. Ziarna kwarcu różnicowane wielkością i kolorem; od 0,5 – nawet do 2mm. Słaba reakcja na kwas, kolor zaprawy szaro-kremowy.	RH: 57,2% t : 12,1 <sup>o</sup> C W <sub>w</sub> =9,2%	W <sub>w</sub> : 3,9% t : 4 <sup>o</sup> C
Ściana 20,21,23,24, 25,26,27	Ściany wymurowane z cegły maszynowej, ciemnoczerwonej, przedwojennej. Widoczne liczne przemurowania i zamykanie otworów cegłą współczesną, powojenną. W narożu ściany oznaczonej nr 20, przy styku z murem gotyckim, widoczne osmalenie od pożaru, a w ścianie nr 26 powojenne przemurowanie cegłą „holenderką” pochodzącą z gruzu. Wątek przeważnie główkowo – wozówkowy z przesunięciem spoiny. Średni wymiar cegieł 25x6,5x12 cm. Spoina: zaprawa wapienna, bardzo chuda, krucha, rozpada się, prawie sam żwirek różnej wielkości od 0,2 – 1,5 mm. Kolor zaprawy ciemny, beżowy.	RH: 52,4% t : 14 <sup>o</sup> C W <sub>w</sub> =8,4%	W <sub>w</sub> : 4,1% t : 3 <sup>o</sup> C
Ściana 28	Krótką ścianą podłużną dostawioną do muru zachodniego w środkowej części przeszła drugiego od południa. Cegła ciemno – czerwona trudna do określenia (maszynowa, ręcznie formowana?). Średni wymiar 25x6,6x11 cm, wątek wozówkowo – główkowy z przesuniętą spoiną. Spoina: zaprawa wapienna, bardzo dobrej jakości, spoiwo tłuste, dokładnie oblepiające kruszywo. Piasek kwarcowy równy, wielkości od 0,5 – 1,5 mm. Silna reakcja „burzenia” pod wplywem kwasu. Barwa kremowa.	RH: 55,2% t : 13,2 <sup>o</sup> C W <sub>w</sub> =9,9%	W <sub>w</sub> : 22,4% t : 4 <sup>o</sup> C
Ściana 31,32	Cegła maszynowa, czerwona o średnim wymiarze 25x6,5x12, na niektórych ceglach widoczne odcisnięte numery. Ściana 32 bardzo mocno przemurowana również ceglami z powojennego gruzu („holenderka”).	RH: 52,1% t : 13,7 <sup>o</sup> C W <sub>w</sub> =8,3%	W <sub>w</sub> : 22,4% t : 4 <sup>o</sup> C
Ściana 33	Oryginalna ściana wymurowana z żółtej cegły „holenderki” zamykająca narożnik południowo – wschodni w rodzaj „wiatrolapu”, analogiczny jak w narożu północno – wschodnim. Podobny otwór wejściowy wykończony łukiem, a w ościeżach piaskowcem gotlandzkim obecnie zamurowany cegłą maszynową.	RH: 52,7% t : 13,5 <sup>o</sup> C W <sub>w</sub> =9,5%	W: 18,4% t : 3 <sup>o</sup> C
Ściana 34	Cegła maszynowa, ciemno – czerwona z domieszką kwarcu, jednolita, równo wymieszana, dobrze wypalona. Struktura porowata. Lico	RH: 51,1% t : 13,5 <sup>o</sup> C W <sub>w</sub> =8,2%	W <sub>w</sub> : 24% t : 4 <sup>o</sup> C

	<p>ciemniejsze, twardsze, spieczone. Wymiary 25,7x6,8x12 cm, wątek regularny, wozówkowo – główkowy bez przesunięcia spoiny.</p> <p>Spoina to zaprawa wapienna z dodatkiem cementu, bardzo chuda, słabo oblepiająca kruszywo, widoczne małe grudki wapna i czarne punkty (biotyt?). Kruszywo równe, drobne, o średniej wielkości od 0,20 – 1mm. Barwa kremowa</p>	
--	--	--

W ścianach gdzie wilgotność względna  $W_w$  jest mniejsza niż 10% zawilgocenie wystąpiło na skutek kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu, po zetknięciu się z wychłodzoną powierzchnią ścian. Wynika to z pomiaru temperatury i wilgotności powietrza w badanym pomieszczeniu. Dla tych warunków mikroklimatycznych temperatura *punktu rosy*, poniżej której następuje kondensacja pary wodnej, wynosi 6,4°C. W dniu badań (luty 2013) temperatura ścian wynosiła od 1°C do 7,5°C. Zróżnicowana wilgotność ścian wynika z wielu czynników, między innymi zmiennych warunków klimatycznych badanego miejsca, czy zróżnicowanego podłoża.

**Tabela 2. Opis badań uzupełniających w piwnicy wykonanych w 2013 roku**

Badany punkt	Materiał badanego miejsca	Wilgotność i temperatura badanego miejsca w 2013 roku
A. Mur obwiedni, wschodni część środkowa	<p>Cegły ceramiczne, ręcznie formowane, czerwone, pochodzącej z okresu średniowiecznej zabudowy. Wątek gotycki i krzyżkowy. Średnie wymiary to 31x14x8 cm. Spoina wapienna, bardzo tłusta, dobrze oblepiająca ziarna kwarcu rzecznoego, barwnego, średnioziarnistego. Widoczne grudki wapna wielkości do 4 mm. Masa gwałtownie reaguje z kwasem wydzielając CO<sub>2</sub></p> <p>Barwa kremowa. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psefitowo-psamitowym.</p>	<p><math>W_w</math> : 21,3% t : 2,5°C</p>
B. Mur obwiedni, wschodni część południowa	<p>Cegły ceramiczne, ręcznie formowane, czerwone, pochodzącej z okresu średniowiecznej zabudowy. Wątek gotycki i krzyżkowy. Średnie wymiary to 31x14x8 cm. Spoina wapienna, bardzo tłusta, dobrze oblepiająca ziarna kwarcu rzecznoego, barwnego, średnioziarnistego. Widoczne grudki wapna wielkości do 4 mm. Masa gwałtownie reaguje z kwasem wydzielając CO<sub>2</sub></p> <p>Barwa kremowa. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psefitowo-psamitowym.</p>	<p><math>W_w</math> : 14,6% t : 4,5°C</p>
C. Mur obwiedni, północny (blenda z łękiem gotyckim)	<p>Cegły ceramiczne, ręcznie formowane, czerwone, pochodzącej z okresu średniowiecznej zabudowy. Wątek gotycki i krzyżkowy. Średnie wymiary to 31x14x8 cm. Spoina wapienna, bardzo tłusta, dobrze oblepiająca ziarna kwarcu rzecznoego, barwnego, średnioziarnistego. Widoczne grudki wapna wielkości do 4 mm. Masa gwałtownie reaguje z kwasem wydzielając CO<sub>2</sub></p> <p>Barwa kremowa. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psefitowo-psamitowym.</p>	<p><math>W_w</math> : 21% t : 4,5°C</p>



<p>D. Oryginalny filar, fragment cokołowy, centralna część obiektu</p>	<p>Cegły budujące filary do wysokości około 75 cm od poziomu współczesnej posadzki, ręcznie formowane, bardzo nieregularne, o zbitej strukturze, w kolorze żółtawym, wpadającym w zielony, o średnich wymiarach: 19,5x8,5x4 cm. Spoina wapienna z dodatkiem hydraulicznym, barwa beżowa.</p>	<p><math>W_w : 7,4\%</math> <math>t : 4^{\circ}\text{C}</math></p>
<p>E. Mur obwiedni, zachodni, część południowa</p>	<p>Cegły ceramiczne, ręcznie formowane, czerwone, pochodzącej z okresu średniowiecznej zabudowy. Wątek gotycki i krzyżykowy. Średnie wymiary to 31x14x8 cm. Spoina wapienna, bardzo tłusta, dobrze oblepiająca ziarna kwarcu rzecznoego, barwnego, średnioziarnistego. Widoczne grudki wapna wielkości do 4 mm. Masa gwałtownie reaguje z kwasem wydzielając <math>\text{CO}_2</math> Barwa kremowa. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psefitowo-psamitowym. Opłaszczowanie cegłą „holenderką” dolnej partii całego muru zachodniego, gotyckiego. Zabieg wykonano z cegły formowanej ręcznie, a więc w okresie do połowy XIX wieku. Miał on na celu wzmocnienie i naprawę mocno zniszczonego i zawilgoconego odcinka muru sąsiadującego z zasypaną w latach 70 –tych XIV wieku fosą. Zaprawa zbliżona do oryginalnej, renesansowej.</p>	<p><math>W_w : 21,1\%</math> <math>t : 6,5^{\circ}\text{C}</math></p>
<p>F. Mur obwiedni, zachodni, część środkowa</p>	<p>Cegły ceramiczne, ręcznie formowane, czerwone, pochodzącej z okresu średniowiecznej zabudowy. Wątek gotycki i krzyżykowy. Średnie wymiary to 31x14x8 cm. Spoina wapienna, bardzo tłusta, dobrze oblepiająca ziarna kwarcu rzecznoego, barwnego, średnioziarnistego. Widoczne grudki wapna wielkości do 4 mm. Masa gwałtownie reaguje z kwasem wydzielając <math>\text{CO}_2</math> Barwa kremowa. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psefitowo-psamitowym. Opłaszczowanie cegłą „holenderką” dolnej partii całego muru zachodniego, gotyckiego. Zabieg wykonano z cegły formowanej ręcznie, a więc w okresie do połowy XIX wieku. Miał on na celu wzmocnienie i naprawę mocno zniszczonego i zawilgoconego odcinka muru sąsiadującego z zasypaną w latach 70 –tych XIV wieku fosą. Zaprawa zbliżona do oryginalnej, renesansowej.</p>	<p><math>W_w : 7\%</math> <math>t : 7,5^{\circ}\text{C}</math></p>
<p>G. Mur obwiedni, zachodni, część północna</p>	<p>Cegły ceramiczne, ręcznie formowane, czerwone, pochodzącej z okresu średniowiecznej zabudowy. Wątek gotycki i krzyżykowy. Średnie wymiary to 31x14x8 cm. Spoina wapienna, bardzo tłusta, dobrze oblepiająca ziarna kwarcu rzecznoego, barwnego, średnioziarnistego. Widoczne grudki wapna wielkości do 4 mm. Masa gwałtownie reaguje z kwasem wydzielając <math>\text{CO}_2</math> Barwa kremowa. Zaprawa typu bazalnego z wypełniaczem psefitowo-psamitowym. Opłaszczowanie cegłą „holenderką” dolnej partii całego muru zachodniego, gotyckiego. Zabieg wykonano z cegły formowanej ręcznie, a więc w okresie do połowy XIX wieku. Miał on na celu wzmocnienie i naprawę mocno zniszczonego i zawilgoconego odcinka muru sąsiadującego z zasypaną w latach 70 –tych XIV wieku fosą. Zaprawa zbliżona do oryginalnej, renesansowej.</p>	<p><math>W_w : 10,8\%</math> <math>t : 4,5^{\circ}\text{C}</math></p>

H. Mur poprzeczny, wtórny, przeszło północne, część centralna obiektu	Cegła z okresu pruskiego, pełna, dobrze wyrobiona i wypalona, jasno – czerwona, średni wymiar 25x7x12 cm. Spoina wapienna charakteryzuje się barwą jasnokremową, ziarno zaprawy dobrze obtoczone wapnem, materiał jest dobrze wymieszany, kruchy, brak widocznych grudek wapna. Typ zaprawy porowy z wypełniaczem barwnym, rzeczonym psefitowym. Zaprawa reaguje na kwas.	W <sub>w</sub> : 7% t : 7,5 <sup>0</sup> C
I. Skośna ściana wtórna, wbudowana w przeszło środkowe	Cegła z okresu powojennego, pełna, dobrze wyrobiona i wypalona, czerwona, średni wymiar 25x7x12 cm. Spoina cementowa, mocna, szara w kolorze, nie reaguje na kwas.	W <sub>w</sub> : 4,9% t : 4 <sup>0</sup> C

### Wyniki badań

W trakcie badań przeanalizowano 43 punkty i fragmenty ścian pochodzące z różnych okresów historycznych od średniowiecza, poprzez czas budowy obiektu, czyli renesans, przełom XIX i XX wieku, okres powojenny i współczesny. Analizy podparto dokumentacją, historyczną, fotograficzną oraz szczegółowymi badaniami na pobranych próbkach. Prowadząc nadzór konserwatorski podczas trwania prac związanych z I etapem, czyli wyburzaniem ścian powojennych oraz zdejmowaniem cementowych tynków ze ścian, murów, filarów oraz sklepień, wykonano jednocześnie badania na obecność polichromii. Nie stwierdzono żadnych pierwotnych wymalowań prócz współczesnych klejowy i alkidowych.

Ściany analizowano biorąc pod uwagę:

- **cegłę**, jej lico oraz strukturę, barwę, sposób opracowania, watek i wymiary
- **zaprawę, spoinę**, barwę, kruchość, porowatość oraz skład, wielkość i kolor kruszywa, obklepienie ziaren spoiwem, dodatki do zaprawy, stopień reagowania na kwas. Prowadzono badania mikroskopowe
- sposób **łączenia**; przewiązania lub dostawienia ścian
- obserwowano **przemurowania** i kontrolowano jakiego rodzaju cegłą wypełniano wcześniejsze otwory
- znaleziono kilka **gatunków cegieł**; pięć pierwotnych (średniowieczne i renesansowe), dwie połowy XIX wieku oraz z przełomu XIX i XX wieku, jedna z okresu międzywojennego i trzy współczesne
- zwrócono też uwagę na różne spoiwo i kruszywo w poszczególnych **spoinach**; zaprawy XIX –wieczne i te z przełomu wieków mocno różniły się od pierwotnych oraz współczesnych. XIX –wieczne zaprawy z piwnicy porównano z zaprawą szczegółowo przebadaną przez dr n. tech. Marię Rogóż, a pochodzącą z tego samego okresu historycznego ze ściany parteru arsenału<sup>14</sup>. Z analiz wynika, że jest to materiał wapienno – cementowy z piaskiem kwarcowym różnego koloru, z domieszkami popiołu, węgla, biotytów. Na obecność cementu wskazuje wysoki wskaźnik hydrauliczny ~ 14%. Skład chemiczny cegły podał A. Cupa z UMK w Toruniu<sup>15</sup>. Stwierdził obecność takich pierwiastków jak: Fe, Ca, K, Ti, Si, znikome ilości Zn i Pb.
- do szczegółowych badań pobrano **próbki spoin** oryginalnych, wapiennych ze ściany XVII –wiecznej, podłużnej, łączącej filary (próbka oznaczona nr 3E) oraz fragment fugi z dolnej, mniej nasiąkliwej partii filara (próbka nr 2E). Celem badań było sprawdzenie, czy w zaprawach znajdują się zwiększone ilości minerałów ilastych odpowiadających za hydrauliczność, a tym samym odporność na wilgoć. Probka 3E to typowa

<sup>14</sup> J. Szczurek, *op. cit.*

<sup>15</sup> Ewa Jachnicka *Parter i piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku, Program Konserwatorski*. Gdańsk, 2008

zaprawa wapienno – piaskowa, w skład której prócz  $\text{CaCO}_3$  wchodzi: kwarc, skalenie, glaukonit, znikome ilości węgla drzewnego, włókien drewnianych i materiałów ilastych bez znaczenia dla hydrauliczności spoiny<sup>[16]</sup>.

- W trakcie badań zwrócono uwagę na brunatno – czerwoną warstwę hydrofobową, wtopioną w mury i ściany oryginalne tzn. gotyckie oraz renesansowe. Pobrano próbkę, oznaczono nr 4E i poddano szczegółowym badaniom. Badania wykazały, iż jest to roztwór szkła wodnego potasowego, który miał za zadanie poprawić izolacyjność ścian.
- W trakcie prowadzenia badań w 2008 roku wykonano pomiar wilgotności pomieszczeń na wysokości około 1,50 m i temperatury otoczenia przy wytypowanych ścianach.
- Badania współczesne wykonane w lutym 2013 roku prowadzono w tych samych miejscach, jak 5 lat wcześniej i zestawiono w porównawczej tabeli nr 1.
- Dodatkowo zbadano kilka punktów i ścian wcześniej nie badanych, a wyniki zestawiono w tabeli nr 2.

### Wnioski

W trakcie analiz posługiwano się planem piwnic z wykonanymi i zaznaczonymi przez Jacka Gzowskiego badaniami architektonicznymi. Plan był punktem odniesienia, który należało zweryfikować w nowej rzeczywistości, tzn. korzystając z wszystkich udostępnionych do badań ścian pozbawionych tynku cementowego. Aby uczynić analizy przygotowane dla niniejszego opracowania sporządzono nowy plan z naniesionymi poprawkami oraz wskazanymi miejscami pobrania próbek do szczegółowych badań (rzut 1). Każda badana ściana, jej fragment lub punkt zostały opisane kolejnym numerem, literą alfabetu, skatalogowane i oznaczone. Szczegółowe rozważania doprowadziły do następujących wniosków:

- Ściany określone nr 1,4,5,9 charakteryzują się wieloma podobieństwami i pochodzą z jednego okresu remontów w II połowie XIX wieku.
- Ściany o nr 12,15,16,17,34, to kolejna przebudowa, prawdopodobnie z przełomu wieków, ale na pewno przed okresem międzywojennym.
- Ściany o nr 11,13,14 powstały przed II Wojną Światową, postawiono je budując schron.
- Przedwojenne ściany to również te, oznaczone nr 19,20,21,23,24,25,26.
- Ściana oznaczona nr 28 to prawdopodobnie ściana powojenna, ale spoinowana tradycyjnie przy użyciu historycznych recept materiałowych.
- Ściany oznaczone nr 3,6,10,29,30,31 i 32 to elementy współczesne, powojenne. Nie ma żadnych przeciwwskazań, aby powyższe ściany usunąć w razie konieczności przystosowania obiektu do nowych funkcji.

Natomiast absolutnie nie można burzyć ścian oznaczonych nr **8,18,33**, gdyż są to elementy pierwotne, wykonane z oryginalnej, żółtej cegły „holenderki” i stanowią najwyższą wartość historyczną oraz zabytkową.

Najwięcej problemów sprawiła ściana nr **28** wykonana z cegły trudnej do określenia (maszynowej, ręcznie formowanej?), i wyspoinowanej czystą zaprawą wapienną. Jest to ściana wymurowana w okresie eksploatacji arsenału, w XIX wieku (?). Mimo wielu nieścisłości związanych z badaną ścianą, należy ją uszanować i pozostawić.

<sup>16</sup> Aneks, analiza próbki nr 3E

## 8. Stan zachowania i przyczyny zniszczeń.

### 8.1. Posadowienie obiektu w terenie

Posadzka budynku spoczywa na poziomie -5,20m p.p.t. tj. +2,00m n.p.m. W poziomie posadowienia zalegają namuły gliniaste ciemnoszare oraz namuły gliniaste przewarstwione torfem o miąższości 2,5m. Jest to grunt słabonośny, o małej wodoprzepuszczalności. Na wysokości ścian piwnicznych zalegają nasypy składające się z piasku średniego oraz gruzu budowlanego. Poziom wody nawiercono na głębokości około 2,0m p.p.t. tj. +5,2m n.p.m.

Utwory nasypowe spoczywają na starszych czwartorzędowych osadach składających się z namułów gliniastych i torfów. Spąg nasypu może wyznaczać poziom przebiegającego w XVI wieku dna fosy, a jednocześnie koryta cieką wodnego.

Nawiercone sączenia wody związane są z opadami atmosferycznymi infiltrującymi bezpośrednio w podłoże gruntowe i predyspozycjami litologicznymi podłoża, w którym występują namuły gliniaste i torfy. Jest to woda zawieszona na słabo przepuszczalnych przewarstwieńiach i jej poziom może wahać się w zależności od intensywności opadów atmosferycznych.

W przypadku podjęcia decyzji o odkopaniu budynku od zewnątrz (wymaga to wykonania badań archeologicznych): wokół ścian budynku należy wymienić grunt na przepuszczalny (piasek średni i gruby, pospółka nienormowana), a ponadto zaleca się wykonać drenaż opaskowy. Drenaż należy ułożyć poniżej poziomu posadzki piwnicy, lecz powyżej spodu murów fundamentowych.

Wykonanie opaski wokół murów ze żwiru płukanego o granulacji 16-32mm zapewni możliwość odparowywania wody gruntowej, a także zabezpieczy przed nawilgacaniem murów wodą rozbrzygową, pochodzącą z opadów atmosferycznych.

### 8.2. Przyziemie

Podczas prac związanych z I etapem zdjęto wtórne posadzki i odsłonięto ściany obwiedniowe pozostawiając tynk na sklepieniach. Okazało się, że stan zachowania oryginalnego lica muru jest zły, fragmentami mocno zdeintegrowany mechanicznie z powodu wielu przepruć i wykuciu otworów na różne instalacje. W kilku miejscach pierwotne lico zachowało się dość dobrze pomimo zacierania ścian kolejnymi warstwami zapraw cementowych i malowania farbami klejowymi<sup>17]</sup>. Być może dzięki warstwie, którą odnaleziono na ścianie południowej. Warstwa składa się głównie z czerni węglowej (sadzy) i śladowych ilości naturalnej ultramaryny<sup>18]</sup>. Ta tłusta powłoka stanowiła swoistego rodzaju izolację oddzielającą materiał oryginalny od wtórnych zacierek cementowych i podczas ich usuwania, na szczęście nie uszkodzono lica cegieł.

Na ścianach nie występują spękania i zawilgocenia, jednak struktura ścian jest osłabiona, a w partii przyposadzkowej, szczególnie w obrębie muru północnego części wschodniej, zasolona. Obiekt przez kilka lat po wojnie stał otwarty i niezabezpieczony z powodu braku sklepień w tym miejscu, a tym samym narażony na bezpośrednie, szkodliwe działanie atmosfery. Do wnętrza przyziemia dostawała się woda, śnieg, które zalegały, a zimą zamarzały. Głównymi mieszkańcami obiektu były gołębie. Oryginalna cegła „holenderka” występująca w murach obwiedniowych jest materiałem bardzo porowatym, nasiąkliwym, o nierównej

<sup>17]</sup> Jan Szczurek *op. cit.* Badania próbki wtórnego tynku z monochromią (warstwy żółcieni, czerwieni, jasnego różu na zaprawie wapienno – cementowej typu kontaktowego) wykonała dr n. tech. M. Rogóż.

<sup>18]</sup> Aneks. Analiza próbki oznaczonej nr 1E.

strukturze i teksturze. Z badań wynika, że zawiera dość duże ilości ilów w postaci kaolinitu. Wszystkie wymienione cechy mają wpływ na jej stan zachowania tzn.: liczne drobne wykruszenia, odspojenia i ogólne osłabienie materiału. W dużej części brakuje oryginalnej spoiny.

Tynki wapienno – cementowe sklepienia są dość dobrze zachowane z niewielkimi fragmentami odspojen od wątku ceglanego. Na ich powierzchni nie stwierdzono wysoleń.

Współczesne, ozdobne bramy stalowe, od strony wewnętrznej obłożone drewnem dębowym są zniszczone, ale podlegają konserwacji. Podobnie współczesne kraty okien i nadświetla. Drewniane okna, również współczesne, wykonane z drewna sosnowego wymagają drobnych napraw oraz renowacji.

Odkryte podczas zdejmowania posadzki oryginalne, granitowe bazy filarów są miejscami obtłuczone i z widocznymi zaciekami lepiku. Ich stan jest zadawalający, struktura nie osłabiona, stanowią dość solidne podstawy pod współczesne elementy. W momencie kładzenia nowej posadzki zostaną ponownie przykryte.

### 8.3. Piwnice

Stan zachowania piwnic jest zdecydowanie gorszy, co wynika przede wszystkim z poziomu zawilgocenia murów. Budynek posadowiono na głębokości około 5,20 m. poniżej przyległego terenu i jedną z przyczyn stałego zawilgocenia murów jest brak skutecznej bariery przeciwwilgociowej, czyli izolacji wodochronnej od zewnętrznej strony murów. Drugą bardzo istotną przyczyną jest kondensacja pary wodnej znajdującej się w powietrzu wewnętrznym, podczas kontaktu z wychłodzonymi murami.

Izolację wodochronną ścian zewnętrznych arsenału pierwotnie wykonano prawdopodobnie z gruntu spoistego, ilastego, jak to zazwyczaj praktykowano w obiektach budowanych w tamtym okresie na terenie Gdańska. Podczas wielokrotnych prac remontowych oraz wykonywania przyłączy do budynku naturalna izolacja mogła ulec uszkodzeniu.

Skutkiem nieskuteczności izolacji na części ścian obwiedniowych jest przesączenie wilgoci przez mur zachodni bezpośrednio sąsiadujący z zasypaną w końcu XIV wieku fosą, a także wysokie zawilgocenie ścian północnej i wschodniej. Do czasów współczesnych była fosa stanowi naturalne koryto cieków wodnych spływających w kierunku Motławy.

Na stan zawilgocenia murów fundamentowych wpłynęło także porządkowanie terenu wokół budynku tzn. położenie bruku i płyt granitowych. Uszczelnienie nawierzchni wokół budynku powoduje zakłócanie cyrkulacji gazów i par między glebą, atmosferą oraz murami obiektu.

Mury piwnic w części południowo-zachodniej, wschodniej między kłatkami schodowymi oraz północnej w części wschodniej są w całej strukturze przesycone wilgocią, na skutek bezpośredniego kontaktu z wodą gruntową i podciągania kapilarnego. Zjawisko jest szczególnie widoczne w części południowo – zachodniej, gdzie w narożu obiektu, na posadzce, ciągle stoi woda. Kontrola stanu zawilgocenia prowadzona w 2013 roku potwierdziła duży problem z wilgocią w tych miejscach.

Objawy zniszczeń spowodowane podciąganiem wilgoci, zaleganiem śniegu i wody deszczowej, odpryskowej widoczne są również w partii przyziemia po obwodzie całego budynku.

Na fragmentach ścian wewnętrznych piwnicy widać wysolenia, głównie w części muru północnego. Analiza chemiczna pobranych próbek wykazała występowanie na murach soli siarczanowych oraz azotanów i chlorków w stopniu średnim (wg instrukcji WTA nr 2-9-

04/D)<sup>[19]</sup>. Sole azotanowe i chlorkowe w murach budynku mogą pochodzić z nieuszczelnionych instalacji sanitarnych lub niezabezpieczonych dołów kloacznych. Związki siarczanowe występujące w murach pochodzą z minerałów, z których wykonano cegły oraz zaprawy cementowe, a także ze ścieków bytowych.

Mury, sklepienia oraz słupy konstrukcyjne zbudowano z oryginalnej, ceramicznej cegły ręcznie formowanej, niskiej jakości, źle przerobionej glinie, w niewielkim stopniu zanieczyszczonej marglem oraz skupiskami CaCO<sub>3</sub> i żwiru. Lepiej zachowane są filary niż ściany podłużne, gdyż w filarach zastosowania do murowania spoiwa hydrauliczne. Ściany i sklepienia są mocniej zawilgocone pomimo tego, że cegła je budująca jest mniej nasiąkliwa niż materiał filarów.

Krystalizacja oraz hydratacja soli mineralnych spowodowała wiele ubytków, zarówno we wtórnym tynku, naturalnym kamieniu, jak i pierwotnych partiach ceglanych. Struktura tych materiałów jest osłabiona, a wręcz zdeintegrowana i osypuje się.

Kolejną przyczyną mającą wpływ na zwiększony poziom wysolenia na powierzchniach ścian miało podjęcie użytkowania gospodarczego pomieszczeń piwnicznych. Pomieszczenia te, od początku istnienia budynku, były prawdopodobnie tylko magazynami. W momencie przekształcenia kondygnacji piwnicznej na sale dydaktyczne i pracownie ASP, co skutkowało znacznym podwyższeniem temperatury powietrza w pomieszczeniach, wilgoć wraz z roztworami solnymi próbowała w sposób bardzo intensywny przedostać się do wnętrza obiektu. Sytuacja była utrudniona, ponieważ na powierzchni ścian pojawiła się betonowa, szczelna warstwa powojennych tynków z wymalowaniami klejowymi i alkidowymi, a na ścianach oryginalnych, pod wtórnymi tynkami, odnaleziono mało przepuszczalną warstwę hydrofobową<sup>[20]</sup>. Sole w sposób ciągły, z powodu braku skutecznej izolacji wodochronnej, wnikały w strukturę muru jako roztwory, a po stronie wewnętrznej, ogrzewanej, zaczynały krystalizować. W miejscach, gdzie wtórnym nałożono grube warstwy szczelnych zapraw i dodatkowo zamknięto powierzchnię parowania powłoką farb, sól krystalizowała pod tymi warstwami rozsadzając je i krusząc. Ponadto sole wnikające wraz z wodą gruntową powodują reakcje chemiczne wewnątrz murów ze związkami wchodzącymi w skład materiałów ceramicznych oraz zapraw, na skutek, których powstają związki chemiczne w postaci łatwo wymywanych glinokrzemianów oraz wodorotlenków. W konsekwencji procesy te powodują nieodwracalną zmianę struktury materiałów.

Ciągle panująca wilgoć w murze, oraz nieskuteczna wentylacja części pomieszczeń stwarzała dogodne warunki dla rozwoju mikroorganizmów, zwłaszcza grzybów. Na powierzchni ścian w części środkowej piwnicy stwierdzono występowanie grzybów strzępkowych.

Na powierzchni murów nie stwierdzono rys i spękań. Należy jednak wspomnieć o zniszczeniach mechanicznych, spowodowanych bezmyślną działalnością człowieka, to znaczy o drastycznym przekuwaniu, burzeniu ścian pierwotnych i licznych przeróbkach mających na celu dostosowanie pomieszczenia do nowych funkcji użytkowych.

## 9. Założenia i wytyczne konserwatorskie.

Wielka Zbrojownia to bardzo cenny obiekt zabytkowy. Niewiele tego typu budowli zachowało się do naszych czasów. Dlatego prawidłowo przeprowadzona konserwacja oraz remont zarówno części piwnicznej, jak i parteru są, nie tylko dla Gdańska, ale i całego kraju,

<sup>19</sup> WTA (Wissenschaftlil für Denkmalpflege und Altbausaniierung) – niemiecka Naukowo-Techniczna Grupa Robocza Ochrony Zabytków i Renowacji Starego Budownictwa.

<sup>20</sup> Aneks 3

szczególnie ważne. Obiekt, jak sugeruje już sama nazwa – Wielka Zbrojownia, zajmuje znaczną powierzchnię i od początku przewidziany był, szczególnie w partii przyziemia oraz piwnic, do pokazania ogromnej przestrzeni bez dzielenia hal na mniejsze pomieszczenia. Głównymi elementami wnętrza zabytku są ściany obwiedniowe i filary podtrzymujące miernie opracowane sklepienia krzyżowe. Przestrzeń oraz wielkość to charakterystyczne cechy dla budowli o charakterze wojskowym, których jednym z zadań było pokazanie potencjalnym wrogom potęgi militarnej miasta. Wprawdzie od ponad 100 lat funkcja obiektu zmieniła się diametralnie i nie zostanie przywrócona, ale przy pomocy odpowiednich zabiegów oraz środków artystycznych można przypomnieć historię, a także pierwotną oprawę wnętrza piwnicy oraz parteru gdańskiego arsenału.

Głównym założeniem konserwatorskim jest zachowanie, w jak największym stopniu materiałów pierwotnych i możliwe wierne utrzymanie oryginalnej estetyki. Proponowane środki konserwatorskie muszą „współpracować” z elementami pierwotnymi i zapewnić trwałość przeprowadzonej renowacji.

W celu doprecyzowania czasu powstania poszczególnych fragmentów murów piwnicznych wykonano szczegółowe badania konserwatorskie zarówno w zakresie stratygrafii powłok, jak i analiz techniczno-materiałowych, petrograficznych ceramiki, zapraw, spoin, elementów kamiennych<sup>[21]</sup>. Przeprowadzone badania uczytelniły elementy pierwotne, historyczne, wtórne i pomogły podjąć decyzje związane z wyburzeniem ścian XX-wiecznych i zbudowanych po 1850 roku. Tym samym powraca się do wyglądu piwnicy z czasów obejmujących wiek XVII i XVIII z małymi wyjątkami w postaci pozostawienia elementów późniejszych, korzystnych dla koncepcji architektonicznych i współczesnych koncepcji związanych z funkcją obiektu. Postanowiono pozostawić współczesne wymurowania powojenne w postaci dwóch filarów znajdujących się w części północno-zachodniej oraz ścianki skośnej, z dwoma łękami z południowo – zachodniego fragmentu kondygnacji piwnicznej. Pozostawienie tych elementów ma związek z jednej strony z utrzymaniem estetyki pomieszczeń oraz zachowaniem niewielkich fragmentów historii II połowy XX wieku, oraz ze wzmocnieniami konstrukcji obiektu naruszonej podczas działań wojennych.

Przebadano 43 punkty na ścianach piwnicznych pochodzących z różnych okresów historycznych. Analizy podparto dokumentacją historyczną, prowadzonymi wcześniej badaniami architektonicznymi, konserwatorskimi oraz szczegółowymi badaniami na pobranych próbkach<sup>[22]</sup>.

Prowadząc nadzór konserwatorski podczas trwania prac związanych z I etapem, czyli wyburzaniem ścian powojennych oraz zdejmowaniem cementowych tynków ze ścian, murów, filarów oraz sklepień, wykonano jednocześnie badania na obecność polichromii w piwnicach. Nie stwierdzono żadnych pierwotnych wymalowań prócz współczesnych monochromii olejnych, olejnych i alkidowych. Natomiast w części naziemnej, na ścianie południowej i fragmencie zachodniej odnaleziono relikty ultramaryny. Bardzo drogiego i cenionego historycznie pigmentu.

Badania i analizy konserwatorskie ścian, które wstępnie określono jako elementy z przełomu XIX i XX wieku, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- Wszystkie sklepienia (prócz niewielkiego fragmentu w części południowo – zachodniej naziemia i podziemia; naprawy po zniszczeniach wojennych), ściany obwiedniowe, filary pierwotne, ściany podłużne piwnic na linii wschód – zachód oraz dwie ściany poprzeczne w narożach północno – wschodnim i południowo – wschodnim piwnic

<sup>21</sup> J. Szczurek *op.cit.*, E. Jachnicka *Piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku*, Gdańsk, 2008

<sup>22</sup> E. Jachnicka *Piwnice Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku*, Gdańsk, 2008

należy bezwzględnie pozostawić jako materiał oryginalny, średniowieczny i renesansowy.

- Na ścianach i murach piwnicy Wielkiej Zbrojowni nie odnaleziono żadnych śladów polichromii, zarówno na elementach oryginalnych, jak i wtórnych. Sposób murowania, materiał oryginalny, odnaleziona powłoka hydrofobowa na ścianach pierwotnych<sup>[23]</sup> (próbka 4E) sugerują o ekspozycji lica ceglanego bez tynków, czy pobiał.
- Ściany poprzeczne znajdujące się w linii północ – południe wykonane z cegły maszynowej na zaprawie wapienno – cementowej można usunąć, jeżeli będzie to konieczne dla celów projektowych i adaptacyjnych. Usunięcie wytypowanych ścian z pewnością uczytelni pierwotny zamysł XVII – wiecznego projektanta i architekta.
- Nie należy usuwać dwóch powojennych słupów i betonowych ozebrowań sklepień znajdujących się w części północno - zachodniej oraz skośnej ściany dwu-lukowej podtrzymującej sklepienia w drugim od południa przęśle części zachodniej. Elementy te należy zachować i potraktować, jak świadka historii II połowy XX wieku.
- Niejasna jest sytuacja krótkiej, wąskiej ściany podłużnej(parawanu), dostawionej do muru zachodniego, znajdującej się w II przęśle od południa między podłużnymi ścianami XVII –wiecznymi. Trudno zdecydowanie określić, czy jest to cegła maszynowa, czy ręcznie wyrabiana, ale fuga z pewnością jest wapienna, dobrej jakości i przypomina spoinę oryginalną. Prawdopodobnie element ten jest najwcześniejszą ścianą XIX – wieczną i należy ją uszanować.
- Usunięcie wytypowanych ścian w piwnicach pozwoli powrócić do wartości estetycznych i rozwiązań formalnych zamierzonych przez projektanta i budowniczego arsenału z zachowaniem nieodwracalnych zmian późniejszych, możliwych do zaakceptowania w nowej funkcji obiektu.
- Usunięcie przyczyn i skutków destrukcji oraz zabezpieczenie przed dalszym niszczeniem murów w przyszłości pozwoli na przetrwanie obiektu w dobrej kondycji kolejne lata. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na ochronę przeciwwodną obiektu, odsolenie, wzmocnienie i prawidłowe udrożnienie materiałów porowatych, drobne rekonstrukcje oraz wypełnianie ubytków właściwymi materiałami.
- Pełnej konserwacji podlegają fragmenty określone mianem „świadka historii”, które szczegółowo powinny zostać omówione na komisjach z udziałem przedstawicieli PWKZ w Gdańsku.
- Zaproponowane poniżej w programie prac rozwiązania, a także technologia zabiegów, środki i materiały, zostały sprawdzone z dobrym skutkiem na wielu obiektach zabytkowych, stąd przekonanie, że sprawdzą się i tym razem, pod warunkiem, że będą stosowane w sposób właściwy i przez odpowiednich fachowców.

### **Wytyczne do projektowania.**

- Na podstawie wykonanych wcześniej badań konserwatorskich w 2008 roku, a powtórzonych w 2013 założono bezwzględną ochronę sklepień, ścian obwiedniowych, w partiach wykonanych z cegły gotyckiej i renesansowej, filarów, a w piwnicach dodatkowo ścian podłużnych i dwóch poprzecznych znajdujących się w przedsiionkach przy murze wschodnim.

<sup>23</sup> Aneks 3



- Należy wykorzystać istniejące wejścia do obiektu w części przyziemia przez wrota wschodnie, zachodnie, klatkę schodową północną. Dopuszczalne jest zachowanie współczesnego zejścia do piwnic w zachodniej części obiektu.
- Należy wykorzystać istniejące oryginalne wejścia do części piwnicznej obiektu od strony elewacji wschodniej wychodzących na ulicę Tkacką oraz przez współczesną klatkę schodową północną i współczesny łącznik między poziomami obiektu w części południowej. Otwory przejściowe w piwnicy można projektować jedynie w miejscach wtórnych przekuć bez ich powiększania.
- Relikty niebieskich monochromii wykonanych ultramaryną w części parteru należy zabezpieczyć i przykryć bezpiecznym dla obiektu tynkiem wapiennym (aneks 2, próbka 1E).
- Posadzki obu kondygnacji muszą stanowić jedną płaszczyznę i należy je wykonać z materiału jednorodnego, odpowiedniego dla każdego z pomieszczeń, i w taki sposób, aby zapewnić swobodną wymianę par i gazów. W części parteru posadzki należy wykonać z granitowych płyt, w piwnicy z cegieł ułożonych wozówkowo. W obu przypadkach dla umożliwienia odprowadzenia pary wodnej (oddychania sklepien i posadzek) dopuszcza się układanie posadzki jedynie na piasku lub zaprawie wapiennej.
- **W części naziemnej** można odsłonić watek ceramiczny we wszystkich łękach na ścianach obwiedniowych z wyjątkiem miejsc, gdzie odkryto relikty ultramaryny. Dopuszczalne jest wyeksponowanie fragmentu zabytkowej monochromii po wytypowaniu i określeniu wielkości fragmentu na komisji konserwatorskiej<sup>[24]</sup>.
- W związku z planowanym powrotem do pokazania pierwotnego lica cegły należy poddać szczegółowym zabiegom konserwatorskim wytypowane powierzchnie. Sklepienia parteru należy pozostawić w formie otynkowanej i scalonej barwnie. Kolorystykę tynku zaprojektować w ciepłych odcieniach kremowo-ugrowych. Można wybrać jeden z kolorów wg wzornika NCS S 2005 - Y20R, S 2010 - Y20R, S 2020 - Y20R. W części parteru dopuszczalne jest montowanie lekkich, przeziernych konstrukcji oddzielających przeszła południowe oraz północne od pasażu środkowego. Konstrukcje częściowo oszklone, częściowo ażurowe należy mocować do współczesnej posadzki bez naruszenia zabytkowych elementów ścian. Dopuszczalne jest montowanie unikatowych lamp zwieszonych w zwornikach sklepiennych. Współczesny otwór przejściowy prowadzący z poziomu parteru do klatki schodowej północnej należy zachować w istniejących wymiarach bez naruszenia ceramiki oryginalnej.
- **W części podziemnej** można odsłonić watek ceramiczny w partii filarów i sklepień. Zachowane po wyburzeniach ściany poprzeczne i podłużne można wyeksponować bez pokrywania tynkami, po wykonaniu izolacji i odsoleniu metodami tradycyjnymi. W związku z planowanym powrotem do pokazania pierwotnego lica cegły należy poddać szczegółowym zabiegom konserwatorskim wytypowane powierzchnie. Na wszystkich powierzchniach murów obwiedniowych należy ułożyć tynki renowacyjne, solochłonne i zabezpieczyć farbami mineralnymi w kolorze naturalnego tynku. Montowanie ewentualnych lekkich przepierzeń należy wykonać w posadzce bez naruszenia zabytkowej ceramiki. Oświetlenie w piwnicach należy wykonać bez naruszenia reliktyw ceramiki.

<sup>24</sup> Aneks 2

- Bardzo ważną czynnością będzie wykonanie izolacji, a tym samym odcięcie murów oraz posadzek od dopływu wód gruntowych wg zaleceń podanych w niniejszym opracowaniu.
- Należy też przeanalizować konieczność ustabilizowania warunków mikroklimatycznych w piwnicy. Ze względu na możliwość wystąpienia wysoleń temperatura powietrza nie powinna przekroczyć 18°C, natomiast temperatura ścian nie powinna obniżyć się poniżej 12°C (przez cały rok).

## 10. Program prac konserwatorskich.

### 10.1. Czynności wstępne

#### 10.1.1. Prace wykonane w I etapie.

W pierwszym etapie wyburzono ściany piwnicy z przełomu XIX i XX wieku, początku oraz II połowy XX stulecia. Dokładny plan murów pierwotnych znajduje się w opracowaniu dotyczącym badań konserwatorskich w piwnicy wykonanych w listopadzie 2008 roku<sup>25</sup>. Wytypowano kilka fragmentów wątku ceramicznego do ekspozycji zarówno w części piwnicznej, jak i naziemnej. W tym celu udrożniono wskazane otwory i nisze pierwotne, wtórnie zamurowane cegłą maszynową. Uporządkowano wiązki przewodów, usunięto skorodowane rury kanalizacyjne, odkryto wtórne kanały znajdujące się w ścianach piwnicy i parteru.

#### 10.1.2. Miejscowa dezynfekcja.

Przerwa technologiczna trwa od 2009 roku i mimo, że przeprowadzono już wstępną dezynfekcję, zabieg należy powtórzyć, aby mieć pewność, że zniszczono wszystkie siedliska mikroorganizmów, tym bardziej, że w ostatnim okresie zauważono ślady korzystania z pomieszczeń podziemnych, z czym wiązało się zamknięcie i uszczelnienie niektórych wnętrz, ograniczenie wymiany powietrza, a tym samym prawdopodobieństwo wzmożonego wzrostu mikroorganizmów. Po udrożnieniu i przywróceniu wentylacji w piwnicach należy przeprowadzić wstępną dezynfekcję. Czynność ta powinna być wykonana przed rozpoczęciem kolejnych zabiegów technologicznych, aby zarodniki mikroflory nie były przenoszone w trakcie prac z jednych elementów na inne. Dezynfekcji należy poddać wszystkie miejsca porażone grzybami. W tym celu należy zastosować roztwór czwartorzędowych soli amonowych - preparat o fabrycznej nazwie Boramon. Substancję należy nanieść metodą natrysku, lub smarowania. Dlatego dla wzmocnienia efektu należy profilaktycznie nanieść mieszankę na zagrożone miejsca raz jeszcze po zakończeniu zabiegów.

Likwidacja rozwoju mikroorganizmów bardzo ściśle związana jest z obniżeniem zawilgocenia murów oraz poprawą wentylacji.

#### 10.1.3. Miejscowe wzmocnienie osłabionych elementów ceglanych, kamiennych oraz reliktyw tynku.

W miejscach, gdzie struktura materiałów przeznaczonych do konserwacji jest na tyle osłabiona, że mogłaby ulec uszkodzeniu lub zniszczeniu w trakcie czyszczenia, usuwania nawarstwień, czy innych zabiegów, należy ją wzmocnić w stopniu umożliwiającym dalszą, bezpieczną pracę. Należy zastosować któryś z popularnych i powszechnie stosowanych preparatów opartych na tetraetoksylanie. Wybór preparatu będzie należał do wykonawcy prac,

<sup>25</sup> Ewa Jachnicka *op. cit.*

jednakże musi to być produkt sprawdzony. Należy pamiętać, że optymalnymi warunkami dla prawidłowego przebiegu reakcji wiązania związków tetraetoksylanu jest wilgotność względna powietrza około 70 %. Materiał przed nasyceniem nie może być mokry, a po wprowadzeniu środka chroniony przed nadmierną wilgocią przez okres dwóch tygodni.

## **10.2. Konserwacja cegły, część piwniczna.**

### **10.2.1. Zabezpieczenie murów piwnicznych przed wodą gruntową**

Podstawową sprawą dla omawianego obiektu jest odcięcie jego murów od wpływu wód gruntowych. Z badań oraz obserwacji wynika, że arsenał nigdy nie posiadał skutecznej, izolacji wodochronnej, dodatkowo jego mury zachodnie wciąż przesączane są ciekami wodnymi.

Mury piwniczne, znajdujące się poniżej poziomu terenu narażone są na wpływ wody gruntowej, której swobodne zwierciadło od strony zachodniej znajduje się na rzędnej 5,2mn.p.m., tj. około 3m powyżej poziomu posadzki piwnicy. W celu zabezpieczenia murów piwnicznych przed wodą gruntową należy wykonać skuteczną izolację wodochronną. Z uwagi na wartości historyczne murów, izolację wodochronną należy ograniczyć do minimum, umożliwiającego użytkowanie obiektu. Z tych względów izolację przewiduje się wykonać jedynie na fragmentach ścian piwnicznych, których obecny stan zawilgocenia znacznie odbiega od pozostałych murów. Przewiduje się wykonanie izolacji poziomej w postaci przepony hydrofobizującej mur, uszczelnienie ewidentnych przecieków muru i wykonanie izolacji strukturalnej na fragmentach muru południowego i zachodniego, wykonanie izolacji kurtynowej przy murze wschodnim, oraz izolacji powłokowej w otwartym wykopie na murze północnym.

Miejsca wykonania konkretnych izolacji zostaną określone na komisji konserwatorskiej.

#### **10.2.1.1. Wykonanie przeciwwilgociowej izolacji poziomej.**

Dla zabezpieczenia murów piwnicznych przed podciąganiem kapilarnym wód gruntowych należy wykonać przeponę hydrofobową poziomą we wszystkich murach piwnicznych na wysokości 5 - 10cm powyżej posadzki piwnicy. Izolację należy wykonać metodą iniekcji niskociśnieniowej przy użyciu mikroemulsji silikonowych W przypadku stosowania estrów kwasu krzemowego zachodzi konieczność uprzedniego obniżenia stanu zawilgocenia murów do poziomu około 12% wilgotności masowej.

Istnieje możliwość wykonania izolacji grawitacyjnej przy użyciu kremów iniekcyjnych na bazie siloksanów, które eliminują problem pustych przestrzeni w murze.

Iniekt należy aplikować w poziomo wywiercone otwory o średnicy 8-14mm, w zależności od posiadanych iniektorów (przy iniekcji niskociśnieniowej), lub o średnicy 20mm przy iniekcji grawitacyjnej.

Po wykonaniu iniekcji i sprawdzeniu skuteczności izolacji, otwory iniekcyjne należy zamknąć zaprawą systemową. Głębokość otworów i ciśnienie robocze aplikacji należy ustalić na budowie, w zależności od wytrzymałości cegły. Iniekcję zaleca się wykonać w spoinach.

#### **10.2.1.2. Wykonanie przeciwwilgociowej izolacji pionowej strukturalnej**

Na fragmentach ścian południowej i zachodniej należy wykonać izolację strukturalną na wewnętrznej powierzchni ściany.

Izolacja strukturalna polega na wykonaniu siatki otworów iniekcyjnych o średnicy 8-14mm (w zależności od posiadanych iniektorów) w rozstawie co 20cm i głębokości około

10cm, w które wprowadzany jest pod ciśnieniem roboczym 3-6 bar (0,3 – 0,5MPa) w zależności od struktury cegły, iniekt w postaci estrów kwasu krzemowego. Po sprawdzeniu skuteczności izolacji oraz zamknięciu otworów iniekcyjnych zaprawą systemową, należy całą powierzchnię muru pokryć płynem iniekcyjnym w celu skrzemiankowania muru i następnie ułożyć warstwę sztywnego szlamu mineralnego.

Na tak zabezpieczoną powierzchnię muru należy ułożyć tynk renowacyjny o grubości około 2cm.

### 10.2.1.3. Wykonanie izolacji pionowej kurtynowej

Izolację kurtynową należy wykonać od strony zewnętrznej w miejscach gdzie niemożliwe jest wykonanie izolacji wodochronnej pionowej w otwartym wykopie. Izolację kurtynową zaleca się wykonać na ścianie wschodniej (od ulicy Tkackiej).

Izolacja kurtynowa polega na wprowadzeniu iniektu w postaci żelu akrylowego lub pianki poliuretanowej za pomocą lanc wprowadzonych do gruntu wzdłuż ściany budynku. Rozstaw lanc uzależniony jest od rodzaju i struktury gruntu. W tym obiekcie należy przyjąć rozstaw około 50cm. Lanc należy wprowadzić do gruntu na głębokość posadowienia obiektu i powoli wyciągać, aplikując iniekt.

### 10.2.1.4. Wykonanie izolacji pionowej w otwartym wykopie

Izolację wodochronną w otwartym wykopie należy wykonać na ścianie północnej, która znajduje się na wewnętrznym dziedzińcu będącym w zarządzie Teatru Wybrzeże.

Izolację należy wykonać z grubopowłokowej masy bitumicznej typu KMB, po uprzednim oczyszczeniu i wyrównaniu zaprawą cementową powierzchni muru. Grubość powłoki po utwardzeniu nie może być mniejsza niż 3mm. Powierzchnię izolacji należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi polistyrenem ekstrudowanym lub folią budowlaną.

Po wykonaniu izolacji wykop należy zasypać mieszanką piaskowo-żwirową lub piaskiem średnim. Zaleca się wykonać drenaż opaskowy, ułożony poniżej poziomu posadzki w piwnicy, lecz powyżej spodu fundamentów. Wodę z drenażu odprowadzić do kanalizacji deszczowej. Opaskę wokół budynku należy wykonać o szerokości 50cm, wypełnioną żwirem płukanym o frakcji 16-32mm.

### 10.2.1.5. Wykonanie izolacji poziomej podposadzkowej

Po usunięciu wtórnych, współczesnych posadzek piwnicy należy wykonać w tych miejscach podłoże betonowe, na którym ułożyć izolację poziomą z elastycznej zaprawy na mikrokrzemionce (szlam uszczelniający). Grubość powłoki nie powinna być mniejsza niż 3mm. Relikty oryginalnych posadzek należy pozostawić bez izolacji. Na izolacji ze szlamów uszczelniających można układać bezpośrednio posadzki z cegły na piasku lub też zaprawie wapiennej, w celu umożliwienia dyfuzji pary wodnej. Przy wykonywaniu innych warstw wykończeniowych, izolację należy zabezpieczyć warstwą wyrównawczą z zaprawy cementowej.

#### 10.2.1.1. Zamykanie wypływu wody przez ściany

W pobliżu wypływu wody gruntowej przez ściany piwniczne należy nawiercić otwory pod kątem 45° i przez otwory wprowadzić iniekt w postaci pianki poliuretanowej. Pianka zatamuje wypływ wody. Następnie w miejscach przecieków należy rozkuć mur i po skrzemiankowaniu otworu uszczelnić zaprawą systemową na bazie cementów bezskurczowych. Po zakończeniu uszczelniania, na powierzchnię muru ułożyć szlam uszczelniający.

### **10.2.2. Przemurowania i wymiana licówki.**

Przemurowanie licówki należy wykonać jedynie na partiach murów oryginalnych wytypowanych do ekspozycji. Należy zachować i poddać pełnej konserwacji: poprzeczne ściany w narożnikach północnym i południowym muru wschodniego – „wiatrołapy”, w których zachowały się elementy pierwotnych przejść z relikami kamiennych kłińców. Godne pokazania są fragmenty pięknie wymurowanych sklepień oraz filarów - piwnica. Dokładne wskazanie elementów do ekspozycji nastąpi w trakcie prac i komisji konserwatorskich. Partie ścian stropów i filarów o znacznym stopniu uszkodzenia należy przemurować na głębokość wynikającą ze stopnia destrukcji. Do przemurowania należy użyć podobnego materiału, jak oryginalny. Można tu skorzystać, po raz kolejny, z żółtej lub czerwonej cegły rozbiórkowej, która wtórnie znalazła się w wymurowaniach powojennych.

Wymianie podlegają cegły, których ubytki przekraczają 50%. Przy wypełnianiu ubytków należy zachować wąż otoczenia, a do spoinowania zastosować fugę o podobnych parametrach fizyko – chemicznych i optycznych, jak oryginalna.

### **10.2.3. Oczyszczanie powierzchni ścian wytypowanych do ekspozycji.**

Powierzchnie pierwotnych ścian gotyckich i renesansowych pokryto substancją hydrofobową<sup>[26]</sup> zabezpieczającą mury oraz sklepienia przed przesiąkaniem wilgoci do wnętrza piwnicy. Jak wynika z badań substancji zabieg wykonano prawdopodobnie w wieku XIX wieku. Dzięki powłoce zabezpieczającej – izolującej udało się zdjąć wtórny tynk cementowy bez uszkodzenia licówki. Pozostały jedynie niewielkie fragmenty zapraw, które należy usunąć bardzo delikatnie, doczyszczając powierzchnie mechanicznie. W tym celu należy zastosować metodę strumieniową, suchą, używając drobnego kruszywa np.; szklanego frakcji pylistej. Można też zastosować mikropiaskarki z odpowiednio dobranym, delikatnym materiałem czyszczącym. Delikatne doczyszczenie z resztek zapraw i powłok wtórnych spowoduje uestetyzowanie lica pierwotnego wytypowanego do ekspozycji.

### **10.2.4. Odsalanie**

W miejscach, gdzie mury pozostaną odkryte oraz we wschodniej i środkowej partii muru północnego należy przeprowadzić zabieg odsalania metodą swobodnej migracji soli rozpuszczalnych w wodzie do rozszerzonego środowiska. Tym środowiskiem jest kompres zakładany na ścianę na mokro. Proponowany skład: pulpa celulozowa, czysty piasek kwarcowy oraz bentonit jako glina jonowymienna. W przypadku występowania siarczanu wapnia wskazany jest niewielki dodatek węglanu amonu.

### **10.2.5. Wzmocnienie struktury materiałów**

W miejscach, gdzie struktura materiałów jest nadal osłabiona, ma tendencję do łuszczenia się, a wręcz osypywania, należy ją wzmocnić. Proponuje się zastosowanie preparatu opartego na tetraetoksylanie metodą nasycania przez pędzlowanie. Metodę pracy opisano w p. 10.1.3. niniejszego opracowania.

### **10.2.6. Likwidacja ubytków w ceglach**

Duże ubytki muru i cegieł należy likwidować metodami opisanymi w punkcie dotyczącym przemurowań i wymiany licówki.

<sup>26</sup> Aneks 3

Ubytki drobne i płytkie należy wypełnić gotową masą ze sztucznej cegły, dostępną w ofercie handlowej większości znanych i cenionych firm produkujących materiały konserwatorskie np.: Remmers, Keim, Baunit.

### **10.2.7. Spoinowanie.**

Kształt oraz skład uzupełnianych spoin musi być zgodny z oryginałem lub przynajmniej nawiązywać do technologii, charakteru i kształtu fug zachowanych. Proponuje się zastosowanie spoinowania płaskiego, nieco obniżonego w stosunku do powierzchni lica cegieł.

Do spoinowania zaleca się użyć gotowe zaprawy produkowane do celów konserwatorskich, o właściwościach hydraulicznych, z zawartością tufów wulkanicznych np. z trassu reńskiego. Należy dobrać masę o odpowiedniej barwie, strukturze i cechach mechanicznych. Przy doborze materiału należy zapoznać się z wynikami wykonanych badań na oryginalnych próbkach zapraw wapiennych.

### **10.2.8. Scalenie kolorystyczne licówki ceglanej**

Lico muru stanowi mieszankę cegieł z różnych epok historycznych w tym również z odbudowy. Dojdą do nich cegły z planowanych uzupełnień i przemurowań. Konieczne będzie scalenie kolorystyczne, ale tylko powierzchni cegieł nowych, różniących się barwą. W tym celu można użyć powszechnie stosowanych, gotowych laserunków do cegieł, produkowanych przez wiele cenionych firm lub przygotować odpowiednie preparaty we własnym zakresie. Scalenie należy wykonać delikatnie i tylko w miejscach tego wymagających.

### **10.2.9. Położenie tynków renowacyjnych w piwnicy**

Większa część ścian przesyconych solami zostanie pokryta tynkiem renowacyjnym. Dużym problemem w przeprowadzeniu tego zabiegu jest pierwotne przesączenie ścian powłoką hydrofobową. Warstwa ta przez wieki spełniała swoje zadanie, jednak współcześnie nie jest już tak szczelna. Przy hipotetycznym zastosowaniu zwykłych tynków wapiennych lub cementowo – wapiennych pojawiłby się problem przyczepności. Obecne rozwiązania techniczne pozwalają na podjęcie tematu.

Należy usunąć resztki słabo przylegających pozostałości zapraw wtórnych doczyszczając ściany metodą strumieniową, suchą. Następnie zastosować specjalną obrzutkę szczepną i tynk renowacyjny na bazie cementu romańskiego. Można zastosować produkty firmy Remmers w technologii – obrzutka Salzspeichtelputz z niewielkim dodatkiem Haftfestu w wodzie zarobowej i tynk renowacyjny Kompressenputz bez gładzi. Jest to technologia bezpieczna dla oryginału i całkowicie odwracalna. Jedynym mankamentem produktu końcowego jest szara barwa, którą można zmienić stosując powierzchniową farbę otwartą dyfuzyjnie; silikonową lub wapienną. Z szerokiej gamy produktów firmy Remmers współpracujących ze wskazanym tynkiem można zastosować Sanierputzfarbe lub Historic Kalk-Volltonfarbe.

## **10.3. Konserwacja elementów kamiennych.**

### **10.3.1. Oczyszczenie powierzchni.**

Przy tym typie kamienia (piaskowiec gotlandzki) i rodzaju zabrudzeń proponuje się użyć technologię czyszczenia przegrzaną parą pod ciśnieniem jako najbardziej bezpieczną a jednocześnie skuteczną. Lepszą metodą ze względu na rodzaj obiektu – pomieszczenie, byłoby czyszczenie suche, strumieniowe, jednak zabieg wymaga ogromnej delikatności, wprawy i cierpliwości.

### **10.3.2.Odsolenie**

Na pierwotnych elementach kamiennych wykonanych z piaskowca gotlandzkiego można zaobserwować zniszczenia spowodowane między innymi krystalizacją soli rozpuszczalnych w wodzie. Wskazane jest zatem zastosowanie kompresów o składzie identycznym jak opisany w punkcie dotyczącym odsalania cegieł.

### **10.3.3.Wzmocnienie struktury kamienia porowatego.**

Proponuje się zastosowanie technologii opisanej wyżej w punkcie dotyczącym wzmacniania struktury muru ceglanego.

### **10.3.4.Likwidacja ubytków.**

Rekonstrukcję brakujących elementów, jak również flekowanie dużych ubytków kamienniarki, należy wykonać materiałem o barwie, strukturze i pozostałych cechach podobnych do uzupełnianego kamienia. Do wypełnienia ubytków małych należy użyć gotowych, starannie dobranych mas sztucznego piaskowca, maksymalnie zbliżonych wszystkimi parametrami do naprawianego materiału. Zaprawy takie produkowane są przez wiele znanych firm i dlatego właściwy wybór nie powinien sprawić trudności. W przypadku większych ubytków należy zastosować flekowanie podobnym piaskowcem naturalnym.

### **10.4. Posadzka piwnicy.**

Należy usunąć wszelkie wtórne podłoża typu płytki ceramiczne, lastryko oraz PCV wyrównując poziom posadzki. Na istniejącej, powojennej posadzce betonowej zaleca się wykonać podłogę podniesioną, modułową, pod którą można przeprowadzić wszelkie instalacje oraz wentylację uruchamianą czujnikiem higrosterowalnym. Przy określaniu wysokości podniesienia podłogi należy wziąć pod uwagę wysokości istniejących otworów drzwiowych w ścianach historycznych, których nie dopuszcza się rozkuwać podnosząc nadproża. Posadzka piwnicy powinna być traktowana jako całość bez różnicowania rodzaju, barwy i faktury materiału nawierzchniowego. Powinna nawiązywać do charakteru pomieszczenia. Z punktu widzenia estetycznego oraz technologicznego na posadzkę kondygnacji piwnicznej najlepiej nadaje się ceramika.

### **10.5. Elementy metalowe**

Pozostałości oryginalnych, żelaznych klamer, bolców, zawiasów należy mechanicznie oczyścić z produktów korozji przy pomocy metalowych szczotek. Następnie, na oczyszczone powierzchnie nałożyć pasty konserwujące – zabezpieczające na bazie kwasu ortofosforowego z dodatkiem inhibitora oraz pasty zobojętniającej. Na koniec należy położyć powłokę ochronną zapobiegającą dalszemu korodowaniu. W tym celu można zastosować związki taniny. Po wyschnięciu preparatu na powierzchni metalu należy rozprowadzić warstwę twardego mikrowosku np.: Cosmoloid 80H.

### **10.6.Wentylacja piwnic**

Konieczne jest wykonanie skutecznej wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej w piwnicy. Należy w tym celu wykorzystać istniejące przeprucia ścian lub skorzystać z przestrzeni pod podłogą modułową.

### **10.7. Konserwacja cegły części naziemnej**

Proponowana technologia pracy przy ścianach obwiedniowych parteru jest identyczna do zabiegów dotyczących konserwacji materiałów w piwnicy.

#### **10.7.1. Przemurowania i wymiana licówki.**

Przemurowanie licówki należy wykonać jedynie na partiach oryginalnych wytypowanych do ekspozycji, czyli wszystkie ściany obwiedniowe, bez sklepień i części ścian pokrytych reliktnymi niebieskiej monochromii. Partie ścian o znacznym stopniu uszkodzenia należy przemurować na głębokość wynikającą ze stopnia destrukcji. Do przemurowania należy użyć podobnego materiału, jak oryginalny. Wymianie podlegają cegły, których ubytki przekraczają 50%. Przy wypełnianiu ubytków należy zachować wąż otoczenia, a do spoinowania zastosować fugę o podobnych parametrach fizyko – chemicznych i optycznych, jak oryginalna.

#### **10.7.2. Oczyszczanie powierzchni ścian wytypowanych do ekspozycji.**

Pozostały niewielkie fragmenty wtórnych zapraw, które bardzo delikatnie należy usunąć. W tym celu można zastosować metodę mechaniczną, strumieniową, suchą, używając drobnego kruszywa np.; szklanego frakcji pylistej. Można też zastosować mikropiaskarki z odpowiednio dobranym, delikatnym materiałem czyszczącym. Zabieg spowoduje uestetyzowanie lica cegły wytypowanej do ekspozycji.

#### **10.7.3. Odsalanie.**

W miejscach, gdzie mury pozostaną odkryte należy przeprowadzić zabieg odsalania metodą swobodnej migracji soli rozpuszczalnych w wodzie do rozszerzonego środowiska. Proponowany skład kompresu: pulpa celulozowa, czysty piasek kwarcowy oraz bentonit jako glinika jonowymienna. W przypadku występowania siarczanu wapnia wskazany jest niewielki dodatek węglanu amonu. Okłady nakłada się na mokro i zdejmuje po wyschnięciu wraz z wykrystalizowanymi solami. W razie potrzeby zabieg można powtórzyć.

#### **10.7.4. Wzmocnienie struktury materiałów.**

W miejscach, gdzie struktura materiałów jest osłabiona, ma tendencję do łuszczenia się, a wręcz osypywania, należy ją wzmocnić. Proponuje się zastosowanie preparatu opartego na tetraetoksylanie metodą nasycania przez pędzlowanie. Metodykę pracy opisano w p. 10.1.3. niniejszego opracowania.

#### **10.7.5. Likwidacja ubytków w ceglach.**

Duże ubytki muru i cegieł należy wypełnić metodami opisanymi w punkcie dotyczącym przemurowań i wymiany licówki.

Ubytki drobne i płytkie trzeba zamknąć gotową masą ze sztucznej cegły, dostępną w ofercie handlowej większości znanych i cenionych firm produkujących materiały konserwatorskie np.: Remmers, Keim, Baunit.

#### **10.7.6. Spoinowanie.**

Kształt oraz skład uzupełnianych spoin musi być zgodny z oryginałem lub przynajmniej nawiązywać do technologii, charakteru i kształtu fug zachowanych.

Do fugowania zaleca się użyć gotowe zaprawy produkowane do celów konserwatorskich, o właściwościach hydraulicznych, z zawartością tufów wulkanicznych np. z trasy reńskiego. Należy dobrać masę o odpowiedniej barwie, strukturze i cechach mechanicznych.



Przy doborze materiału należy zapoznać się z wynikami wykonanych badań na oryginalnych próbkach zapraw wapiennych<sup>[27]</sup>.

#### **10.7.7. Scalenie kolorystyczne licówki ceglanej.**

Lico muru stanowi mieszankę cegieł z różnych epok historycznych w tym również z odbudowy. Dojdą do nich cegły z planowanych uzupełnień i przemurowań. Konieczne będzie scalenie kolorystyczne, ale tylko powierzchni cegieł nowych, różniących się barwą w miejscach wytypowanych do ekspozycji. W tym celu można użyć powszechnie stosowanych, gotowych laserunków do cegieł, produkowanych przez wiele cenionych firm lub przygotować odpowiednie preparaty we własnym zakresie. Scalenie należy wykonać delikatnie i tylko w miejscach tego wymagających.

#### **10.7.8. Położenie tynków wapiennych i farb**

W trakcie badań obiektu, w południowo-zachodnim narożu odnaleziono szaro – niebieską warstwę miejscami pokrywającą watek ceglany. Okazało się, że prócz czerni węglowej odnaleziono śladowe ilości ultramaryny naturalnej (1E)<sup>[28]</sup>. Jest to warstwa pierwotna kryjąca cienką powłokę pobiałą wapiennej. Niebieskiego pigmentu jest niewiele, ma charakter naukowy i historyczny. Wariant zachowawczy zakłada zabezpieczenie i przykrycie tynkiem wapiennym całego fragmentu z monochromią. Tynk w każdej chwili można usunąć bez szkody dla oryginalnej powłoki i lica muru. Jest to technologia bezpieczna dla oryginału i całkowicie odwracalna. Na powierzchnię otynkowaną należy położyć farbę otwartą dyfuzyjnie; silikonową lub wapienną w kolorze uzgodnionym komisyjnie. Wariant drugi zakłada wytypowanie najlepiej zachowanego fragmentu z widoczną ultramaryną, pełną konserwację miejsca barwnego i ekspozycję bez tynku. Oba warianty należy przedyskutować podczas komisji konserwatorskiej.

#### **10.8. Konserwacja tynków sklepień.**

Zaprawy cementowo – wapienne ułożone na powojennych sklepieniach parteru są w kilku miejscach odspojone w niewielkim stopniu. Charakteryzują się one powierzchniowymi zabrudzeniami. Jednak ich faktyczny stan należy potwierdzić bezpośrednimi badaniami z rusztowań.

Jeżeli badania z rusztowań nie wykażą rozwarstwień i pęcherzy – wystarczy je tylko umyć przegrzaną parą i odświeżyć. Miejsca odspojone usunąć, ubytki zastąpić materiałem o podobnym składzie, porowatości, nasiąkliwości i granulacji. Na koniec tynki sklepień należy scalić kolorystycznie farbą otwartą dyfuzyjnie o spoiwie wapiennym lub silikonowym.

#### **10.9. Konserwacja kamienia**

Z niewielkimi istniejącymi w dekoracji ścian elementami wykonanymi z piaskowca należy postąpić identycznie, jak zaproponowano w piwnicach. Natomiast powojenne, granitowe filary wymagają jedynie drobnej kosmetyki polegającej na powierzchniowym oczyszczeniu przegrzaną parą i wzmocnieniu w kilku miejscach. Zabezpieczenie powierzchniowe wskazane jest ze względu na wystąpienie zanieczyszczeń wynikających z eksploatacji po-

<sup>27</sup> Ewa Jachnicka op. cit. Próbkki oznaczone nr 2E i 3E, oraz Aneks 1 niniejszego opracowania.

<sup>28</sup> Analiza próbki oznaczonej nr 1E znajduje się w aneksie opracowania. Aneks 2

mieszczenia (dotykanie, ślady od butów). Hydrofobizacja skały zbitej to zabieg pomocny przy ewentualnym usuwaniu zabrudzeń powierzchniowych.

#### **10.10. Posadzka części naziemnej.**

Na grzbiecie sklepienia piwnicy należy ułożyć porowatą posadzkę z szeroką spoiną przepuszczającą parę wodną i umożliwiającą wymianę gazową. Jeżeli zapadnie decyzja o ułożeniu materiału małoporowatego, należy zastosować np.: maty drenujące odprowadzające wilgoć nad posadzkę oraz szeroką, co najmniej 10 mm porowatą fugę. Trzeba pamiętać, że hala przyziemia jest pomieszczeniem jednoprzestrzennym, otwartym i równie całościowo należy potraktować posadzkę. Powinna być wykonana z jednolitych i dużych płyt.

#### **10.11. Renowacja bram wejściowych.**

Powojenne, stalowo - drewniane bramy wejściowe zachowane są w dość dobrym stanie. Wymagają jedynie remontu. Należy wypełnić drobne ubytki oraz rysy, i usunąć lakier pokostowy pastą lub żelem przeznaczonym do usuwania farb olejnych. Usunąć ślady korozji i zabezpieczyć metal w podobny sposób jak to opisano powyżej w pkt. 10.5. Dopuszczalne jest pokrycie bram farbą antykorozyjną, grafitową, półmatową, odpowiednią do malowania powierzchni metalowych.

Kute kraty naświetli są elementami wtórnymi, podobnie jak bramy wejściowe, ale dobrze wykonane i dopasowane do obiektu. Wymagają drobnej renowacji polegającej na usunięciu niewielkich punktów korozji i przemalowaniu półmatową farbą antykorozyjną do stali w kolorze grafitowym. Podobnie należy postąpić z nadświetlami i kratami okien. Pomimo tego, że są elementami zewnętrznymi stanowią całość z bramami oraz oknami.

#### **10.12. Renowacja stolarki okiennej.**

Pierwszy wariant zakłada, że powojenne okna wykonane z drewna sosnowego należy poddać remontowi. Oczyszczyć powierzchnię usuwając stary lakier i zastąpić nowym na bazie tworzyw sztucznych, odpowiednim do ochrony drewna oraz sprawdzonym w praktyce konserwatorskiej. Barwa impregnatu powinna być podobna do istniejącej. Wariant drugi dopuszcza wymianę okien na nowe w formie zbliżonych do istniejących.

#### **10.13. Dokumentacja konserwatorska powykonawcza**

Zgodnie z wymogami prawa budowlanego i przyjętą praktyką przy realizacji robót w obiektach objętych ochroną konserwatorską należy wykonać powykonawczą dokumentację opisową oraz fotograficzną.

Dokumentacja powykonawcza powinna składać się z czterech części:

- I część – dokumenty formalno-prawne – wszelkiego rodzaju pozwolenia, badania i decyzje wydane przed przystąpieniem do realizacji robót, łącznie z oświadczeniami osób pełniących samodzielne funkcje w budownictwie.
- II część – projekty powykonawcze, dziennik budowy, protokoły z posiedzeń komisji konserwatorskiej, dokumentacja fotograficzna, badania i sprawozdania wykonywane w trakcie realizacji robót i po zakończeniu, inwentaryzacja powykonawcza, oświadczenie kierownika budowy i kierowników robót o zakończeniu budowy, decyzja lub zgłoszenie do użytkownika, jeżeli jest wymagane.

W szczególności należy precyzyjnie zinwentaryzować wykonaną izolację wodochronną obiektu.

III część certyfikaty, deklaracje zgodności, atesty higieniczne, karty techniczne i inne dokumenty identyfikujące wbudowane materiały, z podaną na nich informacją w którym elemencie został dany materiał wbudowany.

IV część - instrukcja użytkowania obiektu, która powinna zawierać m. in.:

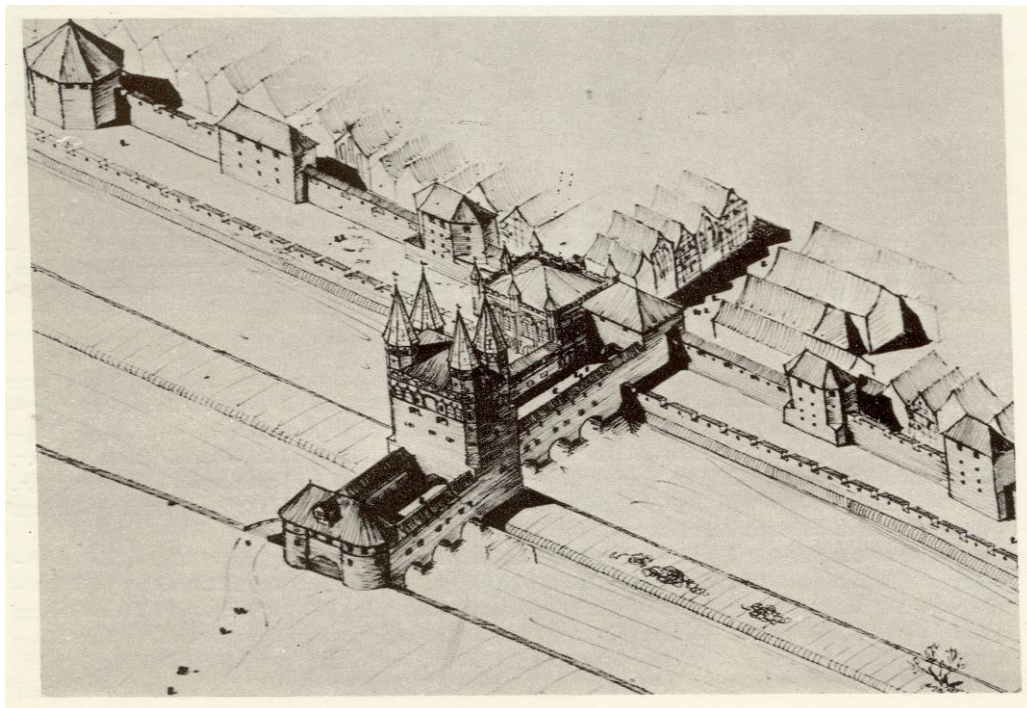
- profilaktyczne uwagi dla użytkownika obiektu.
- zestawienie czasokresu wykonywania konkretnych czynności zapewniających bezusterkową eksploatację obiektu

udzielone gwarancje na poszczególne roboty i urządzenia.

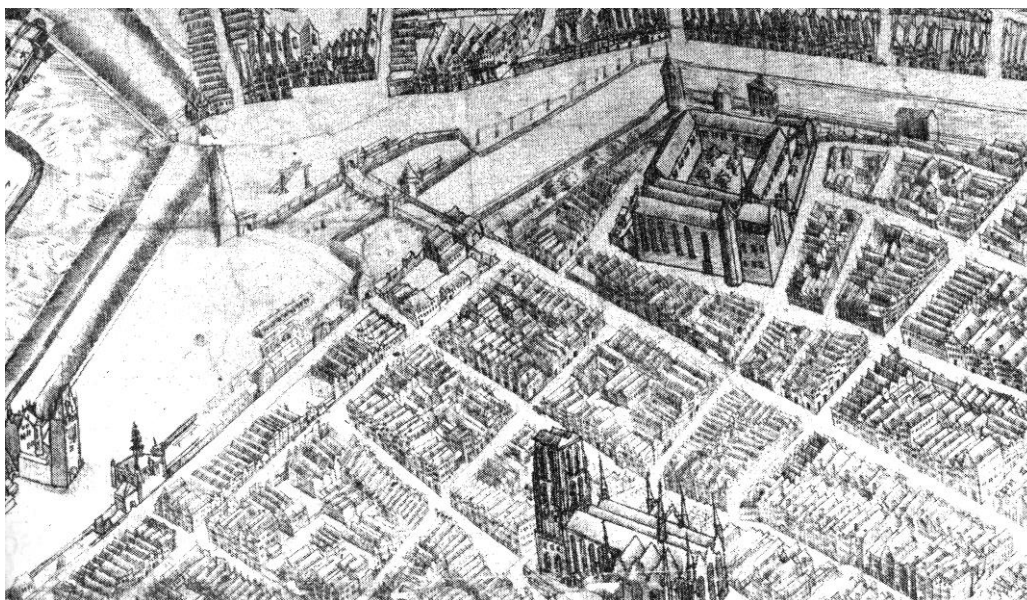
Dokumentacja fotograficzna musi ilustrować stan obiektu bezpośrednio przed zabiegami, w trakcie trwania prac, oraz po ich zakończeniu.

## 11. Wnioski końcowe

- 11.1. Stan techniczny obiektu jest zły i kwalifikuje się niezwłocznie do wykonania prac konserwatorskich wykazanych w programie prac.
- 11.2. Program prac konserwatorskich wyszczególniony w punkcie 10 niniejszego opracowania winien być uzupełniany i korygowany w trakcie trwania prac, w miarę poszerzania wiedzy o obiekcie i stanie jego zachowania. Wszelkie zmiany programu wymagają akceptacji autorów opracowania i Urzędu Pomorskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Gdańsku.
- 11.3. W przypadku wystąpienia wątpliwości na etapie projektowania lub wykonawstwa robót konserwatorskich i budowlanych opisanych w niniejszym opracowaniu, należy się zwrócić do autorów o dodatkowe informacje lub wyjaśnienia.
- 11.4. **Prace renowacyjne winny być wykonywane przez specjalistyczne ekipy, posiadające doświadczenie w realizacji robót w obiektach zabytkowych, przeszkolone w stosowaniu systemów naprawczych przez producentów, pod nadzorem konserwatora zabytków (technologa) i specjalisty mykologa.**
- 11.5. Wszystkie materiały użyte do prac powinny być dopuszczone do stosowania i posiadać stosowne atesty bądź certyfikaty.



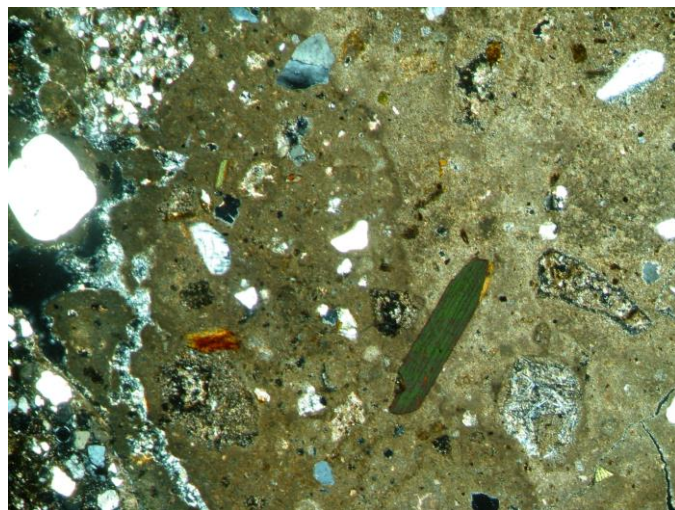
Ryc. 1. Rekonstrukcja wyglądu fragmentu zachodnich umocnień obronnych Gdańska na pocz. XVI w. W górnym, lewym narożniku widać Basztę Słomianą przyległą do Wielkiej Zbrojowni.



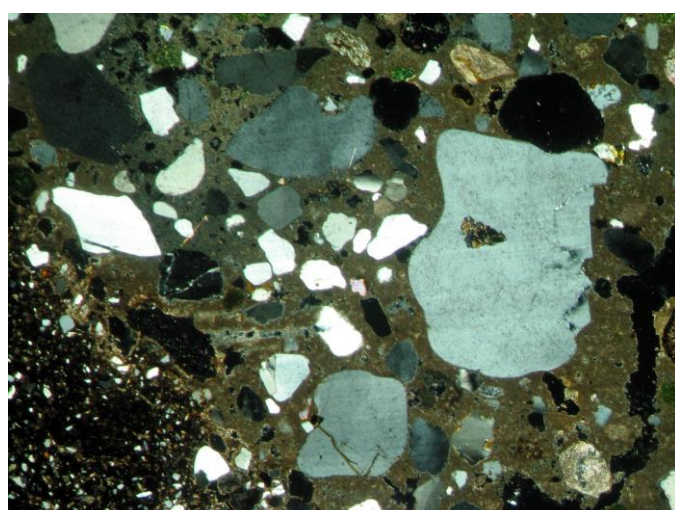
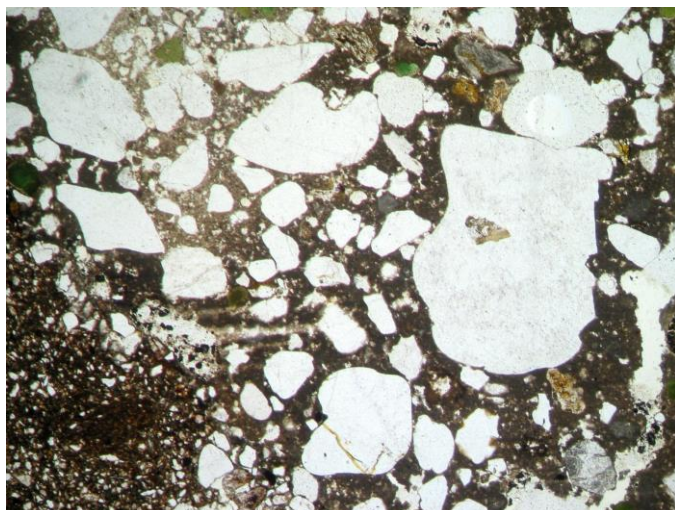
Ryc. 2. Plan aksonometryczny Gdańska z lat ok. 1595 – 1602 ukazujący teren pod budowę Wielkiej Zbrojowni. Archiwum Marynarki Wojennej w Sztokholmie.

**Aneks 1.**

Analiza petrograficzna próbek zapraw pobranych z piwnicy. Badania wykonał dr Wojciech Bartz, Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego, Zakład Petrologii Eksperymentalnej.



**Próbka 2E ( zaprawa wapienna z filara piwnicy Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku, zaprawa o właściwościach hydraulicznych).**



**Próbka 3E (zaprawa z muru podłużnego, XVII –wiecznego z piwnicy Wielkiej Zbrojowni w Gdańsku.**

<b>1. Numer próbki:</b> <b>ZW1201</b> <b>(2E)</b>	<b>2. Rodzaj skały:</b>  zaprawa	
<b>3. Barwa próbki:</b>  kremowo-szara	<b>4. Zwięzłość próbki:</b>  zwięzła	<b>5. Reakcja z HCl:</b>  burzliwa
<b>6. Szkielet ziarnowy</b>	<b>6a. Typ szkieletu ziarnowego:</b> silnie rozproszony	
<p><b>6b. Skład mineralny:</b> kwarc, skalenie, glaukonit, biotyt, amfibol, fragmenty skał, spieki.</p> <p><i>Kwarc</i> – stanowi podstawowy składnik szkieletu ziarnowego, choć występuje stosunkowo rzadko, jako pojedyncze ziarna rozmieszczone bezładnie w otaczającym je spoiwie mikrytowym. Spowodowane jest to silnie rozproszonym charakterem szkieletu ziarnowego. Wielkość ziaren kwarcowych może dochodzić maksymalnie do około 1,0 mm, tak duże są nieliczne, ich ilość ogranicza się do kilku osobników w skali preparatu mikroskopowego. Przeważająca większość to osobniki których wielkość nie przekracza 0,3 mm. Forma ziaren zróżnicowana, dominują głównie ziarna izometryczne, obok których rzadziej spotyka się formy średnio- czy silnie wydłużone. Praktycznie wszystkie ziarna to monokryształy, wzrost polikrystalicznych zasadniczo nie obserwuje się. Stopień obtoczenia ziaren kwarcowych zróżnicowany, podobnie jak ma to miejsce w wypadku morfologii. Zwykle ziarna reprezentują dobry stopień obtoczenia, są obtoczone do półobtoczonych. Nieco mniej liczne są osobniki słabiej wyoblone, zwykle półostrokrawędziste a bardzo rzadko ostrokrawędziste. Przy jednym nikolu ziarna kwarcowe są bezbarwne i niepleochroiczne, pozbawione łupliwości, wykazują stosunkowo niski relief. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują niskie, szare I rzędu barwy interferencyjne. Wrostków w ziarnach kwarcu nie spotyka się, obecne jedynie niekiedy licznie nagromadzone banieczki inkluzji ciekło-gazowych, których obecność powoduje zmętnienie ziaren kwarcu.</p> <p><i>Skalenie</i> – występują akcesorycznie, stanowiąc niewielki ułamek wszystkich ziaren szkieletu. Przy jego rozproszonym charakterze powoduje to że w skali preparatu mikroskopowego ilość skaleni ogranicza się do kilku ziaren. Są one reprezentowane przez odmiany skaleni alkalicznych, reprezentowanych przez ziarna mikroklinów, oraz skaleni sodowo-wapniowych, reprezentowanych przez ziarna plagioklazów. Mikrokliny posiadają charakterystyczną siatkę zbliźniaczeń mikroklinowych, w postaci krzyżujących się pod kątem prostym lamelek bliźniaków wielokrotnych, które często wyklinowują się i nie kontynuują do granic ziarna. Ziarna skaleni sodowo-wapniowych posiadają zbliźniaczenia polisyntetyczne, które w odróżnieniu od bliźniaków w mikrolinie posiadają równą grubość i kontynuują się do granic kryształu. Wielkość ziaren skaleni nie przekracza 0,3-0,4 mm. Są one najczęściej lekko wydłużone, półobtroczone do półostrokrawędzistych. Przy jednym nikolu skalenie są bezbarwne i niepleochroiczne, wykazują niski, zbliżony do kwarcu relief, niekiedy posiadają łupliwość, zwykle podkreślona lokującymi się wzdłuż jej śladów minerałami wtórnymi. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują niskie, szare barwy interferencyjne I rzędu, często są zbliźniaczone. Skalenie zwykle dość dobrze zachowane, jedynie lekko zwietrzałe, przyprószone drobnymi wrostkami minerałów wtórnych.</p> <p><i>Glaukonit</i> – jest to składnik akcesoryczny, wykształcony w typowy sposób dla osadowych glaukonitów, jako owalnego kształtu skupienia o wielkości dochodzącej maksymalnie do około 0,3 mm. Rozproszony szkielet i akcesoryczny charakter tego minerału powodują że w skali preparatu obecne jedynie kilka skupień. Składają się one z drobnołuseczkowego glaukonitu, który ma trawiastozielone zabarwienie. Skupienia są lekko zwietrzałe, posiadają niewielkiej miąższości obwódki, gdzie glaukonit traci zielone zabarwienie na rzecz barwy żółtawobrunatnej.</p> <p><i>Biotyt</i> – również ma charakter składnika akcesorycznego, występuje jako pojedyncze blaszki, wielkości zwykle nie przekraczającej 0,3 mm. Są one barwne i pleochroiczne, żółte do brunatnych, widoczny jest jeden system doskonałej łupliwości. Przy skrzyżowanych nikolach barwa tego minerału maskuje II rzędu barwy interferencyjne. Blaszkki biotytu zwykle są świeże, mniej liczne wykazują osłabiony pleochroizm, nato-</p>		

<p>miast nie obserwuje się typowych produktów rozpadu biotyty w postaci zielono zabarwionego chlorytu.</p> <p><i>Amfibol</i> – podobnie jak biotyty ma charakter składnika akcesorycznego. Są to krótkie słupki o zaokrąglonych zakończeniach, wielkości kilku dziesiątych części milimetra. Wykazują dodatni relief, posiadają dobrą łupliwość, barwne i pleochroiczne od brunatnozielonego do ciemnozielonego. Przy skrzyżowanych nikołach wykazują II rzędu barwy interferencyjne.</p> <p><i>Fragmety skał</i> – występują rzadko, natomiast stanowią dość mocno zróżnicowaną litologicznie grupę. Najczęściej w składzie szkieletu spotyka się ziarna wapieni. Mają one wielkość dochodzącą do maksymalnie 0,5 mm, choć obecny jeden duży zrost polikrystaliczny kryształów kalcytu, pochodzący prawdopodobnie z większego ziarna wapienia, o wielkości około 2,0 mm. Ziarna mają zróżnicowany kształt, zwykle wydłużony choć obecne są również ziarna izometryczne. Wapienie są obtoczone, choć w niektórych osobnikach można dostrzec słabo zachowane, zaokrąglone naroża. Ziarna wapieni składają się z mikrytowego tła, w obrębie którego występują ziarna sparytu. Obok wapieni spotyka się również ziarna piaskowców. Jeden rodzaj, reprezentowany przez kilka ziaren, to piaskowiec kwarcowy, o spoiwie składającym się z minerałów rudnych, nieprzezroczystych przy jednym i dwóch nikołach. Drugie ziarno to piaskowiec subarkozowy, o mieszanym spoiwie kalcytowo-ilastym, podobny do piaskowców gotlandzkich. Oba rodzaje ziaren mają lekko wydłużone kształty, są średnio obtoczone. Największe (gotlandzki) ma wielkość około 3,0 mm, pozostałe nie przekraczają wielkości 0,6 mm. Obok ziaren skał osadowych obecne jedno ziarno skały magmowej – wylewnej, o składzie zbliżonym do bazaltu. Zbudowane jest ono z czarnego, amorficznego tła, w obrębie którego występują drobne porfirokryształy minerałów ciemnych, oraz liczne pory. Ma ono wielkość około 2,0 mm, jest wydłużone, średnio obtoczone.</p> <p><i>Spieki</i> – w obrębie spoiwa spotyka się relatywnie dość liczne ziarna, o charakterystycznym wyglądzie, geneza których prawdopodobnie związana jest z wypałem wapna. Mają one często nieregularne kształty oraz urozmaiconą powierzchnię. Ich wielkość dochodzi do 2,0-2,5 mm, najmniejsze zaś mają kilka dziesiątych części milimetra średnicy. Wszystkie bez względu na skład wnętrza posiadają mikrytową obwódkę, zbudowaną z wyraźnie ciemniej zabarwionego węgla wapniowego, w porównaniu do otaczającego je spoiwa. Zwykle takie ziarna składają się z optycznie izotropowego tła, które przy jednym nikołach ma żółtawo-brunatne zabarwienie, oraz rozłokowanego w nim nieregularnie kalcytu, który zbliżony charakterem do mikrytu, wykazuje jednak widoczne zróżnicowanie w wielkości ziarna. W niektórych takich ziarnach-spiekach spotkać można pojedyncze ziarna detrytycznego kwarcu. W niektórych spiekach, obok wyżej opisanych składników występują liczne, drobne igielki minerału o dość wysokim reliefie, tworzące wzajemnie poprzerastaną siatkę, wykazujące barwy interferencyjne wysokie I rzędu. Przypuszczalnie są to kryształy wysokotemperaturowego minerału - wollastonitu.</p>
<p><u>6c. Wielkość ziarn szkieletu ziarnowego:</u></p> <p>Zróżnicowana, większość składników nie przekracza około 0,4-0,5 mm, pojedyncze ziarna mogą dochodzić do kilku mm wielkości.</p>
<p><u>6d. Morfologia ziarn:</u></p> <p>Ziarna mają zarówno wydłużone, jak i izometryczne kształty. Ziarna obtoczone do półobtoczonych, rzadziej półostrokrawędziste.</p>
<p><b>7. Spoiwo</b> – zbudowane z mikrokryształicznej odmiany węgla, wykształconego w postaci mikrytu. Masa spoiwa jest bardzo niejednorodna, brak wprawdzie typowych dla zapraw wapiennych wyróżniających się owalnego kształtu skupień mikrytowych, jednak można wyróżnić strefy o nieregularnym kształcie, zróżnicowanej wielkości od kilku milimetrów, do kilku dziesiątych milimetra, różniące się intensywnością zabarwienia masy mikrytowej. Typowy mikryt ma brunatne zabarwienie, charakteryzuje się słabą przezroczystością. Część spoiwa zaprawy ma ciemnobrunatne zabarwienie, część jest wyraźnie jaśniejsza. Wprawdzie masa mikrytowa składa się z submikroskopowej wielkości kryształów, nierozróżnialnych optycznie, jednak obserwowana zmienność barwy może wskazywać na niejednorodne skryształizowanie węglanów, lub co mniej prawdopodobne na rozproszone w obrębie mikrytu inne (niewęglanowe ?) składniki. Na granicy spoiwa z fragmentem cegły obecna strefa spękań. Spękania są wprawdzie niepenetratywne (w skali preparatu) jednak kontynuują się na znacznych odcinkach, często powyżej jednego milimetra. Część takiego spękania, jak i podobnych – przecinających masę zaprawy wypełniona jest mikrokryształiczną substancją. Wykazuje ona niski relief, ma formę drobnych łuseczek, generalnie bezbarwnych, które niekiedy narastają prostopadle do powierzchni spękań. Przy skrzyżowanych nikołach obserwuje się barwy interferencyjne I rzędu, niskie, szare do średnich szarozółtych. Obserwowane cechy sugerują iż są to wtórne mi-</p>

nerały (gips ?) powstałe w wyniku wietrzenia spoiwa węglanowego. Obok spękań w masie spoiwa obecne nieliczne, drobne pory o średnicy kilku dziesiątych części milimetra. Zwykle są one inkrustowane na ich wewnętrznych powierzchniach drobnymi kryształkami kalcytu, powstałymi przypuszczalnie w wyniku wtórnego rozpuszczania i precypitacji węglanów.

**8. Stosunki procentowe w próbce:**

Spoivo ~87,0%	Kwarc ~4,5%	Skalenie poniżej 0,5%	Fr. skał ~6,5%	Pory ~1,0%	Inne poniżej 0,5%
------------------	----------------	--------------------------	-------------------	---------------	----------------------

<b>2. Numer próbki:</b> <b>ZW1202</b> <b>(3E)</b>	<b>2. Rodzaj skały:</b> zaprawa	
<b>3. Barwa próbki:</b> kremowo-szara	<b>4. Zwięzłość próbki:</b> zwięzła	<b>5. Reakcja z HCl:</b> burzliwa
<b>6. Szkielet ziarnowy</b>	<u>6a. Typ szkieletu ziarnowego:</u> rozproszony	
<p><b>6b. Skład mineralny:</b> kwarc, skalenie, fragmenty skał, glaukonit, biotyt, amfibol, węgiel drzewny, spieki (?).  <i>Kwarc</i> – stanowi obfity i podstawowy składnik szkieletu ziarnowego. Wykształcony jest jako detrytyczne ziarna o wielkości dochodzącej maksymalnie do około 1,0 mm. Głównie kwarc tworzy ziarna monokrystaliczne, zrosty występują lecz są bardzo rzadkie. Spotyka się je wyłącznie wśród ziaren o wielkości zbliżonej do 1,0 mm. Forma ziaren zmienna, zwykle izometryczna lub są one lekko wydłużone, rzadko natomiast występują osobniki silnie wydłużone. Stopień obtoczenia ziaren kwarcu zróżnicowany, dominują formy obtoczone i półobtoczone, rzadziej natomiast spotyka się ziarna słabiej wyoblone, półostrokrawędziste czy ostrokrawędziste, te zwykle obecne wśród ziaren o mniejszych rozmiarach. Przy jednym nikolu ziarna kwarcowe są bezbarwne i niepleochroiczne, pozbawione łupliwości, wykazują niski relief. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują niskie, szare barwy interferencyjne I rzędu. Wrostków innych minerałów w ziarnach kwarcu nie obserwuje się, jedynie występują niekiedy licznie nagromadzone banieczki inkluzji ciekło-gazowych. W kilku zaimach kwarcu obecne szereg drobnych, submikroskopowych igiełek niezidentyfikowanego minerału.</p> <p><i>Skalenie</i> – występują znacznie rzadziej w porównaniu do dominującego kwarcu, stanowią składnik poboczny. Mają postać monokrystalicznych ziaren o wielkości dochodzącej maksymalnie do około 1,0 mm, często mniejsze. Są to osobniki półobtoczone lub półostrokrawędziste, rzadko ostrokrawędziste. Zwykle są lekko wydłużone, przy jednym nikolu bezbarwne i niepleochroiczne, wykazują relatywnie niski relief, zbliżony do reliefu kwarcu. W niektórych osobnikach widoczna jest łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach skalenie wykazują niskie, szare barwy interferencyjne I rzędu, widoczne są również często zbliżnienia oraz różne przerosty. W składzie szkieletu występują zarówno skalenie alkaliczne, jak i skalenie sodowo-wapniowe. Większą część populacji stanowią ziarna skaleni alkalicznych, reprezentowanych przez kryształy mikroklinu. Posiadają one charakterystyczną dla tego minerału tzw. mikroklinową kratkę bliźniaków. W jej skład wchodzi dwa systemy prostopadle zorientowanych lametek bliźniaczych, które wyklinowują się i nie kontynuują do granic kryształu. rzadziej obecne są ziarna pertytów, które składają się z przerostów czystego skaleni sodowego w skaleniu potasowym. Najrzadziej natomiast spotyka się ziarna plagioklazów, które posiadają charakterystyczne zbliżnienie polisyntetyczne, składające się z szeregu lametek, zorientowanych równolegle względem siebie, a które w odróżnieniu od polisyntetycznego bliźniaka mikroklinu są równej grubości i przechodzą przez cały kryształ. Skalenie w próbce zachowane są w różnym stopniu. Część skaleni jest świeża i nie zmieniona, inne są w mniejszym lub większym stopniu po-</p>		



przerastane drobnoblastkowy agregatem minerałów wtórnych.

*Fragmety skał* – stanowią składnik poboczny, tworzą silnie zróżnicowaną pod względem litologicznym grupę ziaren. Najliczniej spotyka się ziarna wapieni, których wielkość dochodzi do około 0,6-0,8 mm. Są one zwykle wydłużone, rzadziej izometryczne, wykazują bardzo dobry stopień wyoblenia. Składają się z mikrytowego tła, w obrębie którego występują drobne ziarna sparytu, przypuszczalnie o organogenicznej genezie. Obok wapieni spotyka się ziarna piaskowców, o szkielecie ziarnowym składającym się z ziaren kwarcu, spojonych spoiwem ilasto-węglanowym. Mają one wydłużone kształty, są dość dobrze obtoczone, ich wielkość nie przekracza 1,0 mm. Obok skał osadowych spotyka się również ziarna skał magmowych. Są to przede wszystkim drobnokrystaliczne ziarna kwaśnych skał wylewnych, których wielkość dochodzi do maksymalnie 0,6 mm. Są one izometryczne, wykazują dobre wyoblenie, zwykle są półobtroczone czy obtoczone. Rzadko towarzyszą im ziarna skał głębinowych, złożone z kilku zrosniętych ze sobą ziaren skaleni i kwarcu, będących prawdopodobnie fragmentami granitoidów. Niekiedy w ich obrębie, pomiędzy ziarnami minerałów jasnych można spotkać drobne blaszki łuszczyków. Ziarna takie mają izometryczne do lekko wydłużonych kształty, są dość dobrze obtoczone. Ich wielkość może dochodzić do kilku milimetrów. Obok skał kwaśnych, w składzie szkieletu obecne jedno ziarno skały głębinowej, maficznej, zbudowane z kryształów piroksenu.

*Glaukonit* – jest to składnik akcesoryczny, choć spotyka się go bardzo często, rozmieszczonego pomiędzy dominującymi w składzie szkieletu ziarnami kwarcu. Glaukonit wykształcony jest w postaci submikroskopowych blaszek, tworzących drobne skupienia o owalnym kształcie i wielkości dochodzącej do około 0,4-0,5 mm. Mają one typowe dla glaukonitu trawiastozielone zabarwienie, niekiedy w centrum skupienia przechodzące w niebieskozielone. Skupienia są świeże i nie zwietrzałe.

*Biotyt* – podobnie jak glaukonit ma charakter składnika akcesorycznego, choć występuje rzadziej niż jego skupienia. Biotyt występuje jako pojedyncze blaszki, o wielkości dochodzącej do około 0,5 mm. Posiadają one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne, od żółtych po brunatne, posiadają jeden system doskonałej łupliwości. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują II rzędu barwy interferencyjne, maskowane przez brunatne zabarwienie tego minerału. Blaszk biotyту są świeże i nie zwietrzałe.

*Amfibol* – podobnie jak biotyt stanowi składnik akcesoryczny. Występuje rzadko, w skali preparatu mikroskopowego to kilka kryształów. Największe dochodzą do około 0,4 mm, zwykle są wydłużone o zaokrąglonych zakończeniach. Mineral ten wykazuje dodatni relief, posiada zwykle widoczny jeden system łupliwości. Amfibol jest pleochroiczny, w barwach od ciemnozielonej do bladej, przy skrzyżowanych nikolach wykazuje barwy interferencyjne z pogranicza II rzędu.

*Węgiel drzewny* – jest to składnik wybitnie akcesoryczny, w skali preparatu to dwa osobniki, o wielkości około 0,3-0,5 mm. Posiadają one postrzępione brzegi, są całkowicie czarne i nieprzezroczyste, posiadają liczne, drobne pory, regularnie rozmieszczone w całym ziarnie.

*Spieki (?)* – sporadycznie w składzie próbki spotyka się ziarna o wielkości dochodzącej do kilku dziesiątych części milimetra. Są one zbudowane z żółto zabarwionego, optycznie izotropowego tła, w obrębie którego tkwią drobne skupienia mikrytowe. Wyglądem przypominają niektóre ziarna-spieki, liczne w próbce 2E.

**6c. Wielkość ziarn szkieletu ziarnowego:**

Główna część szkieletu to ziarna nie przekraczające 1,0 mm. Sporadycznie (ziarna skał) mogą osiągać rozmiary kilku milimetrów.

**6d. Morfologia ziarn:**

Forma ziaren urozmaicona obecne zarówno ziarna izometryczne, które dominują, jak i rzadsze formy wydłużone. Większość ziaren jest dobrze wyoblona, obtoczona do półobtoczonych.

**7. Spoiwo** – mikrokryształiczne, zabarwione na jasnobrunatny kolor i słabo przezroczyste. Dość jednorodne, nie zawiera typowych dla zapraw węglanowych skupień mikrytowych. Przy skrzyżowanych nikolach uwiadczenia stosunkowo wysokich rzędów barwy interferencyjne, co wskazuje iż składa się z węglanu wapniowego, wykształconego w postaci mikrytu.

Na kontakcie z cegłą widoczne jest doskonale przyleganie warstwy zaprawy, brak spękań i rozwarstwień. Spoiwo w całej masie nie wykazuje oznak wietrzenia przejawiającego się obecnością gipsu. Pojedyncze pory, puste wewnątrz, nie posiadają inkrustacji węglanowych.

**8. Stosunki procentowe w próbce:**

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fr. skał	Pory	Inne
~50,5%	~36,0%	~1,5%	~5,0%	~6,0%	~1,0%









## WYNIKI BADAŃ FIZYKOCHEMICZNYCH PRÓBEK MURU

Pomiar wilgotności muru dokonano metodą suszarkowo-wagową przy użyciu wagosuszarki AXIS ADS100

Skład jakościowy zbadano przy pomocy odczynników firmy Macherey-Nagel

oznaczenie próbki	Zawartość wody [%]	Zawartość soli [%]			Odczyn [pH]	Twardość węglanowa [°d] (st. niemiecki)	uwagi
		chlorki	azotany	siarczany			
1 zaprawa	14,61	0,50	0,05	0,20	7,0		„B”
2 mur	21,1	0,5	0,20	0,60	6,5	3	„E”
3 aprawa	7,39	0,00	0,05	0,20	7,0	-	„D”
4 zaprawa	7,0	0,40	0,30	0,80	7,0	4	„F”
5 mur	21,01	0,50	0,25	0,80	6,5	3	„C”
6 mur	21,3	0,00	0,15	0,20	7,0	6	„A”
7 mur	10,8	0,00	0,25	0,20	6,5	9	„G”
8 zaprawa	7,04	0,15	0,20	0,50	7,0	-	„H”
9 mur	8,48	0,15	0,30	0,60	7,0		„I”
10							

Klasyfikacja szkodliwych soli mineralnych (wg WTA)

Rodzaj soli	Poziom niski [%]	Pozom średni [%]	Poziom wysoki [%]
Chlorki	<0,2	0,2-0,5	>0,5
Azotany	<0,1	0,1-0,3	>0,3
Siarczany	<0,5	0,5-1,5	>1,5

Odczyn pH

od-czyn	kwaśny	obojętny	zasadowy
pH	<7	7	>7

Twardość węglanowa wody [°d]

twar dość	bardzo miękka	miękka	średniej twardość	znacznej twardość	twarda	bardzo twarda
° d	<5	5÷10	10÷15	15÷20	20÷30	>30

Stopień zawilgocenia materiałów ceramicznych  
(wilgotność masowa muru) [%]

Wilgotność masowa muru	Stan zawilgocenia
≤1,8%	Mur w stanie ustabilizowanym
2 %	Mur w stanie wilgotności nieznacznie podwyższonej
4,5%	Górna granica murów suchych
4,5÷8 %	Mur zawilgocony
8÷12 %	Mur silnie zawilgocony
>12 %	Mur mokry

