

**STAN ZACHOWANIA PROGRAM PRAC KONSERWATORSKICH DO MURÓW OBRONNYCH W  
PYRZYCACH WOJ.ZACHODNIOPOMORSKIE**



**autor opracowania**

**Obiekt wpisany do rejestru pod nr A-54 z dn.30.07.1955r**

**Prawa autorskie zastrzeżone**

**Kopiowanie zabronione**

**na podstawie ustawy o ochronie**

**praw autorskich i prawach pokrewnych**

**zgodnie z art.1 z dn.04.02.1994 ;**

**Dz.U nr 24, poz.83 z dn.23.02.1994**

**( Dz.U. z 2006 nr 90 z późn. Zm.)**

**Szczecin 2013**

## **SPIS TREŚCI**

<b>1. Zakres opracowania.....</b>	<b>str.3</b>
<b>2. Historia obiektu.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Orientacja, sytuacja i analiza architektoniczna.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Podstawowe zagadnienia konserwatorskie.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Stan zachowania murów.....</b>	<b>8</b>
<b>6. Cechy zewnętrzne materiałów: badania in situ.....</b>	<b>12</b>
<b>7. Miejsca pobrania próbek do badań.....</b>	<b>12</b>
<b>8. Badania laboratoryjne cegły.....</b>	<b>13</b>
<b>9. Badania petrograficzne zapraw.....</b>	<b>14</b>
<b>10. Badania mikrobiologiczne.....</b>	<b>19</b>
<b>11. Wnioski z przeprowadzonych badań.....</b>	<b>22</b>
<b>12. Parametry materiałów wymagane do prac.....</b>	<b>23</b>
<b>13. Program prac konserwatorskich dla poszczególnych odcinków wraz z dokumentacją fotograficzną.....</b>	<b>26</b>

## 1. ZAKRES OPRACOWANIA:

---

Opracowanie obejmuje program prac konserwacji zabezpieczającej i zachowawczej bez rekonstrukcji murów obronnych w Pyrzycach na odcinku od Bramy Pańskiej w kierunku Baszty Prochowej i Baszty Lodowej do Baszty Sowiej.

## 2. HISTORIA OBIEKTU

---

### Historia obwarowań miejskich w Pyrzycach

Od IXw Pyrzyce były najważniejszym grodem plemienia Pyrzyczan, od XII siedzibą kasztelanii, w 1124 roku zostały objęte misją chrystianizacyjną bp. Ottona z Bambergu a w roku 1140 należą do wymienianych miejscowości targowych.

21.01.1263 roku ks. Barnim I nadał Pyrzycom magdeburskie prawa miejskie które stanowiły potwierdzenia wcześniejszych praw – w 1248 roku wzmiankowano „ Civitas Piritze”. W owym czasie miasto należało do Księstwa Szczecińskiego. Po roku 1648 było w posiadaniu Szwedów i Brandenburgii. Po roku 1720 należało do Prus.

Układ przestrzenny miasta oparty jest na planie nieregularnego owalu z dwoma głównymi ciągami ciągami komunikacyjnymi na osi N-S, które przecinały w jednym miejscu miejski z bramami.

Położenie geograficzne Pyrzyc na skrzyżowaniu szlaków handlowych oraz strategiczna rola miasta wywarły decydujące piętno na ukształtowanie jego systemu obronnego.

Do budowy fortyfikacji miejskich przystąpiono od 2 poł. XIII w. które z czasem nadały Pyrzycom charakter najpotężniejszej twierdzy na granicy z Nową Marchią. Już w 1253 roku wzmiankowane były fosy a w 1276 roku obwarowania, których skuteczność uchroniła miasto przed wojskami nowomarchijskimi.

Mury pyrzyckie powstały w czterech etapach budowy, począwszy od 2 poł. XIII w. do 2 poł. XVIw. Rozbudowano w tym czasie system umocnień ziemno-wodnych.

Etap I 2 poł. XIIIw – pocz.XIVw. ( wg.Daedke budowę murów zakończono w 1301r).

Wzniesiono pierścień murów wraz z czatowniami ( w tym nadwieszonymi) i furtami ( niezachowanymi) na bazie których powstały bramy. Mury o wiązaniu wendyjskim, wielowozówkowym i polskim osadzone na kamiennym cokole z głazów narzutowych z wewnętrznymi gankami. Czatownie wysunięte na zewnątrz i od wewnątrz lica muru, otwarte w stronę miasta, trzykondygnacyjne, zwieńczone krenelażem lub dachem siodłowym.

Etap II – 1poł.XIVw. i poł.XIVw.

Wzniesiono dolne, prostokątne, kondygnacje bramy Szczecińskiej i Bańskiej ( wraz z przyległymi do nich fragmentami murów miejskich) oraz dolne kondygnacje baszty

Klasztornej, Mniszej i Prochowej oraz Więziennej Sowiej. Bramy ulokowano w miejscu wcześniejszych furt wypadowych lub bliżej nieokreślonych założeń bramnych i zostały wkomponowane w istniejący system obronny. Baszty powstały w wyniku przebudowy czworobocznych i półkolistych czatowni.

Etap III – XVw.

Drobne zmiany i uzupełnienia murów. Budowa Baszty Pijackiej i Śpiącej Królowny i dolnych kondygnacji Baszty Lodowej a także przebudowa bram. Baszta Pijacka i Śpiącej Królowny wzniesione zostały na miejscu wcześniejszych ( czworobocznych i półkolistych ) czatowni i fragmentu muru, zaś Baszta Lodowa na tzw. surowym korzeniu.

Etap IV – poł. I 2 poł. XVIw.

Rozbudowa systemu obronnego związana ze zmianą taktyki walki i upowszechnieniem broni palnej ( w tym dalekosiężnej artylerii) oraz wymogiem wysokich punktów obserwacyjnych.

Wzniesiono przedbramia w formie rozbudowanych systemów obronnych ( barbakany) i złożonych z tzw. szyi, bram i cylindrycznych bastei. Nadbudowano obie bramy ( o śmioboczne tambury ze stożkowymi hełmami i krenelażem) oraz Basztę Mniszą (1525), Basztę Prochową (1540), i Basztę Lodową ( 1 ćw.XVIw.) i Basztę Sowią ( 1525) o cylindryczne tambury, również ze stożkowymi hełmami i krenelażami.

W XVI w. System obronny Pyrzyc osiągnął pełnię rozwoju i składał się z murów o wys.ok.7m. 44 czatowni otwartych od strony miasta 8 czatowni zawieszonych, dwóch baszt założonych na planie prostokąta ( z pierwotnymi czatowniami) 1 baszty dwustopniowej ( dół z czatowni), dwóch czatowni cylindrycznych, dwóch bram z rozbudowanym przedbramiem. Oprócz rozbudowanych murów obronnych rozbudowano system umocnień ziemno-wodnych ( z podwójnymi fosami i wałami oraz stawami młyńskimi) a w 1568r. wzniesiono dodatkowy wał między Bramą Bańską a foluszem. Do 1574 roku żadne najazdy wojsk brandemburskich polskich i husyckich nie przełamały murów pyrzyckich.

Historycznie ukształtowany system obronny miasta ( tj. mury z basztami, bramami i czatowniami oraz barbakanami) zostały utrwalone na XVII wiecznych przekazach ikonograficznych Lubinusa ( 1617r) – widok od pld. wschodu, Meriana ( 1650) widok od ptn. Zachodu. W 2 poł. XVII wieku większość czatowni zaadaptowano na domy mieszkalne dla biedoty.

Na początku XVIII w. runął odcinek murów od strony Starego Miasta a po jego odbudowie w 1727 roku przebito tzw. Bramę Wałową ( na osi obecnej ulicy Górnej). Wcześniej na jej miejscu znajdowała się furta słowiańska. Po roku 1750 splantowano część umocnień ziemnych zmieniając je na ogrody i sady, nastąpiła też rozbudowa miasta poza obwód murów. W końcu XVIIIw. Rozebrano przedbramie bańskie, a po 1845 roku przedbramie szczecińskie.

W XIXw. system fortyfikacji miejskich uległ licznym przeobrażeniom, co wiązało się z rozwojem miasta ( w 1812 roku przedmieściu nadano prawa miejskie) i licznymi inwestycjami budowlanymi. W owym czasie część zabudowy gospodarczej doprowadzono do linii murów a także wykonywano różne prace remontowe, głównie zabezpieczające przy murach. W 1833 roku zawałił się odcinek murów w części południowej który zamieniono na promenadę,

a po 1860 roku zasypano fosy i utworzono ogrody. Ze względów komunikacyjnych wyburzono w 1879 roku fragment muru przy baszcie Sowiej ( w osi ul. Bańskiej –Szerokiej), a także przebito liczne furty komunikacyjne dla ruchu pieszego i bydła.

W końcu XIX wieku Pyrzyce posiadały całościowo zachowany pierścień średniowiecznych murów obronnych z basztami, czatowaniami oraz dwiema bramami.

Podczas II wojny światowej miasto zostało mocno zniszczone ( ok. 70% legło w gruzach) w tym zrujnowane zostały fortyfikacje miejskie – ubytki w murach, zniszczona Brama Szczecińska, zrujnowano górne kondygnacje baszt i Bramy Bańskiej.<sup>1</sup>

### **3. ORIENTACJA, SYTUACJA I ANALIZA ARCHITEKTONICZNA**

Pyrzyce to miasto gminne i powiatowe położone w pld-zachodniej części województwa zachodniopomorskiego. Ulokowane na Nizinie Szczecińskiej w Kotlinie Pyrzyckiej nad rzeczką Siciną.

Miasto położone jest na planie nieregularnego owalu o kształcie zbliżonym do zaokrąglonego trójkąta z wierzchołkiem od północy o wymiarach 600x600x150m. Pierwotnie mury miejskie otaczały w całości średniowieczne miasto i rozplanowane były na obwodzie ok.1500m, otoczone zewnętrznym systemem wałów i fos. Obecne mury miejskie po rewaloryzacji i rekompozycji są zachowane w ok. 80-90% ich pierwotnego przebiegu. Ubytki występują w części południowej i wschodniej. Z pierwotnego systemu fortyfikacyjnego obronnego zachowała się Brama Pańska i przyziemie Bramy Szczecińskiej, Baszty Pijacka, Prochowa, Lodowa i Sowia, ok.30 czatowni, ruina Baszty Śpiącej Królowy i Mniszej.

Mury tego etapu opracowania obejmują przęsła z legendy Białej Karty na odcinku 27-50.

Odcinek 27-43 to pld-zachodni odcinek muru wytyczony wzdłuż ul. Zabytkowej i Szkolnej od skrzyżowania z 1Maja do furty przy Baszcie Lodowej, w ramach działki geodezyjnej nr 6. Od strony miasta przed murem znajdują się ogródki przydomowe i garaże, a na zewnątrz urządzone ogródki warzywne i sady. W obrębie murów zachowało się 8 czatowni i Baszta Prochowa. Mury mają zróżnicowaną wysokość wynikającą głównie z postępującej ruiny. W najwyższych częściach mur ma 5,5m od strony miasta i 7,5m od strony ogrodów.

Czatownie o zróżnicowanym rozstawie: czworoboczne od 22 do 37m, nadwieszane ok.6m.

Mury na odcinku 44-50 z oznaczenia w Białej Karcie to pln-zachodni odcinek muru, wytyczony wzdłuż przymurnej ( odtworzonej) ul. 2 Marca, od Baszty Lodowej do skrzyżowania z ul. 1 Maja i dalej Kilińskiego. Od strony miasta mur jest odsłonięty, a od zewnątrz ograniczony ogrodami, ciągami komunikacyjnymi i placami. W obrębie murów

---

<sup>1</sup> Karta Ewidencyjna Zabytków Architektury i Budownictwa, Waldemar Witek, Szczecin, 07.2001

zachowało się 5 czatowni, Baszta Lodowa i Baszta Sowa. Mur osadzony jest na kamiennym cokole z głazów narzutowych, spojonych zaprawą wapienną o wysokości 1-1,5m od strony miejskiej i 2,5-3,5m od strony ogrodów sporadycznie wzmocniony ceglanyymi szkarpami. Mur ceglany o wążku wendyjskim lub trzy wozówki jedna główka, o wymiarach cegieł 9,5-10 x 14-14,5 x 29-30cm, o wysokości 5-5,5m od strony miasta i 7-7,5m od strony ogrodów. Mur nietynkowany z otworami po belkach konstrukcji ganków komunikacyjnych lub obronnych i maczulcach, rekonstruowane w obrębie czatowni, baszt i korony, zwieńczone piramidalnymi obdaszkami.

Czatownie o zróżnicowanym rozstawie: czworoboczne od 17 do 31m, nadwieszane w stosunku do w/w czatowni i Baszty Sowiej ok. 14-16m. Dwie czatownie zawieszane o szerokości 5m i 8m. Przy Baszcie Lodowej umieszczone szerokie w stronę ogrodów, pierwotnie dla bydła oraz po stronie południowej furtka do komunikacji pieszej.

W obręb opisywanego do konserwacji odcinka wchodzi Baszta Prochowa usytuowana w zachodnim ciągu muru w sąsiedztwie kościoła św. Mikołaja, wzniesiona ok. poł. XIVw. I nadbudowana w poł. XVIw. (1540r). Dolne kondygnacje baszty założone na planie prostokąta (na miejscu czatowni) o wymiarach 560 x 410cm o grubości muru 120 i 70cm, górne na planie koła, o średnicy zewnętrznej ok. 240cm i grubości muru ok. 50cm. Całość zwieńczona niskim hełmem ostrosłupowym. Ściany murowane z cegły ceramicznej 9,5 x 14 x 28cm o wiązaniu wendyjskim w części dolnej i nieregularnym, nietynkowane. Część dolna trzykondygnacyjna, z wejściem od strony miasta i otworami strzelniczymi od strony pola, zwieńczona krenelażem. Część górna dwukondygnacyjna, z otworami strzelniczymi oraz pokładem widokowym i krenelażem.

Baszta Lodowa usytuowana w zachodnim ciągu muru, wzniesiona ok. 1420r. (cztery dolne kondygnacje) i nadbudowana w 2 poł. XVIw. (dwie górne kondygnacje), cylindryczna, założona na planie koła o średnicy zewnętrznej 530cm. W przyziemiu znajdował się loch, wyżej poziomy obrony, na piątej kondygnacji pomieszczenia dla straży, a szóstą zwieńczona była krenelażem i pomostem widokowym. Ściany są murowane z cegły ceramicznej o wymiarach 8,5-9 x 13-14 x 28-29cm o wiązaniu wendyjskim i nieregularnym (część dolna) oraz polskim nieregularnym (część górna), nietynkowane, z otworami strzelniczymi na czwartej kondygnacji, fryzem taśmowym i krenelażem.

Baszta Sowa, Więzienna usytuowana w północnym ciągu muru (w pobliżu Bramy Szczecińskiej) wzniesiona ok. poł. XIVw. (na bazie półkolistej czatowni) nadbudowana w poł. XVIw. (tambur), cylindryczna, dwustopniowa, czterokondygnacyjna. Obiekt założony na planie nieregularnego koła o średnicy zewnętrznej w przyziemiu ok. 540 – 570cm, a tambur o średnicy ok. 340cm. W przyziemiu znajdował się loch, na II kondygnacji poziom wejściowy, na III kondygnacji poziom obrony, na IV kondygnacji platforma z krenelażem. Ściany baszty murowane z cegły ceramicznej o wymiarach 9-10 x 13,5-14 x 29-30cm o wiązaniu wendyjskim, polskim i nieregularnym, nietynkowane z otworami strzelniczymi na trzeciej kondygnacji, zwieńczone fryzem arkadowym i krenelażem. Baszta odchylona od pionu o ok. 80cm.

Na całym obwodzie murów obronnych widoczne czatownie (pierwotnie 44, zachowane ok. 30) rozmieszczone średnio co ok. 27-30m, o analogicznej konstrukcji jak mury (przyziemie kamień narzutowy, wyżej cegła ceramiczna). Dominowały budowle

czworoboczne (sporadycznie półkoliste) wysunięte na zewnątrz i od wewnątrz muru, otwarte od strony miasta, o szerokości ok. 6-7m, trzykondygnacyjne. W przyziemiu składowano materiały do obrony, na II kondygnacji znajdowało się pomieszczenie straży, na III kondygnacji poziom obrony z otworami strzelniczymi. Czatownie wystawały nieznacznie poza koronę muru (1-2m), zwieńczone były krenelażem lub kryte dachem siodłowym, z otworami lub krenelażem. Komunikację pionową zapewniały drabiny, zaś na poziomie II kondygnacji znajdowały się otwory zewnętrzne prowadzące na ganki obronne. Z czasem dawne czatownie zaadoptowano na domy mieszkalne biedoty, obecnie nieużytkowane.

Czatownie nadwieszane znajdowała się na odwodzie murów pomiędzy czatowniami i w pobliżu baszt oraz bram. Czatownie pojedyncze lub potrójne nadwieszane, nieznacznie wysunięte z lica muru, z pomostem i krenelażem. Obecnie stanowią fragment muru bez elementów drewnianych.

Ganki obronne komunikacyjne pierwotnie rozmieszczone były pomiędzy czatowniami z jednym wejściem w prawej stronie czatowni co wiązało się z segmentową obroną poszczególnych odcinków muru. Obecnie ganki nie zachowały się, pozostały jedynie otwory po belkach nośnych.<sup>2</sup>

#### **4. PODSTAWOWE ZAGADNIENIA KONSERWATORSKIE**

Obecna forma murów obronnych w Pyrzycach jest wynikiem spójnej koncepcji konserwatorskiej przyjętej dla całego zachowanego odcinka murów podczas przeprowadzonych w latach 60-tych XXw. prac restauratorskich. Na wielu odcinkach zdecydowano się wówczas na podwyższenie korony murów i zastosowanie nowej cegły, dostosowanej pod względem wymiarów do cegły zabytkowej. Niestety nowo wbudowany materiał, choć zachowuje wążek i wymiary materiału zabytkowego nie jest najwyższej jakości, przez co istniejący spiek ceramicznego czerpu jest słabszy niż w przypadku cegły zabytkowej. Stąd powstały widoczne różnice w fakturze i kolorystyce cegieł, w obrębie rekonstruowanych fragmentów, co niekorzystnie wpływa na odbiór estetyczny całości.

Ilość użytego materiału oraz prawidłowość przyjętych założeń konserwatorskich przesądza o zasadności pozostawienia materiału pochodzącego z ostatniej interwencji konserwatorskiej. Wskazane jest jednak docelowe scalenie kolorystyczne przemurowanych partii z materiałem zabytkowym.

---

<sup>2</sup> Karta Ewidencyjna Zabytków Architektury i Budownictwa, Waldemar Witek, Szczecin, 07.2001

Do uporządkowania są również strzępia murów niezamknięte na zawalonych odcinkach muru. Zaleca się wykonanie porzeczných, zgeometryzowanych pasów cegieł, wysuniętych co drugi poziom cegły z lica przekroju muru.

Innym elementem stanowiącym o przyszłej atrakcyjności turystycznej i dostępności społecznej zabytku powinno być więcej tablic informacyjnych prezentujące historię murów i zawierające graficzne rekonstrukcje pierwotnego wyglądu obwarowań.

Zaleca się również podczas wykonywania projektów budowlanych i konstrukcyjnych tego fragmentu murów wytypowania jednej z zachowanych czatowni lub fragmentu muru do odtworzenia drewnianych ganków komunikacyjnych. Pomost powinien być zrekonstruowany przy zapewnieniu warunków bezpieczeństwa dla osób korzystających. Zaleca się zastosowanie pomostu drewnianego wzniesionego na słupach i belkach stropowych zagnieżdżonych w murze przy zastosowaniu istniejących otworów. Schody należy zaprojektować jako prostą współczesną formę wykonaną z elementów drewnianych.

Reasumując, istniejący stan murów obronnych w Pyrzycach nie nastręcza większych problemów odnośnie restauracji historycznych form architektonicznych. W związku z powyższym należy dążyć do zachowania form istniejących, przy jednoczesnym przywróceniu odpowiedniego stanu technicznego i estetycznego zabytku. Istnieje również potrzeba lepszego wykorzystania potencjału turystycznego i edukacyjnego zabytku. Główne problemy konserwatorskie mają charakter technologiczny i wynikają ze złego, a miejscami bardzo złego, stanu zachowania ceglanego lica murów. Pobieżna analiza wskazuje na miejscowo daleko posuniętą i niebezpieczną korozję biologiczną zabytkowej cegły oraz problem dużego zawilgocenia budowli. Technologia konserwatorska rozwiązania w/w problemów powinna być wypracowana po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych, w celu identyfikacji istniejących zagrożeń i znalezienia odpowiednich metod naprawczych.

## **5. STAN ZACHOWANIA MURÓW:**

---

### **Powierzchnia murów**

Generalnie mury bardzo źle zachowane. Część odcinków w dobrej kondycji, ale część w katastrofalnej. Największy problem to wyjątkowo duże zasolenie w niektórych odcinkach muru. Próbkę pobrano sondażowo i nie oznacza to, iż tylko w kilku punktach zasolenie jest wysokie, jak np. na odcinku F i D, w próbkach 2 i 7, gdzie zasolenie sięga 6,2% i 5,6%. Zasolenie jest ogólnie stosunkowo



wysokie i niebezpieczne dla stanu zachowania murów. Jest to spowodowane m.in. bardzo dużą ilością spoin cementowych oraz wstawek cementowych występujących na murach, którymi łątano i naprawiano mury na przestrzeni różnych okresów. Katastrofalnie jest zamknięcie korony murów np. na odcinkach w A i C w niektórych partiach zaprawą cementową, która oprócz zasolenia powoduje kruszenie, osypywanie, destrukcje doprowadzającą do rozpadania się muru na najgorszych odcinkach i niszczenie oryginalnych cegieł pod warstwami cementu o słabszej wytrzymałości mechanicznej. Jest to najważniejszy do usunięcia problem podczas prac konserwatorskich na murach. Innym, groźnym zjawiskiem jest silne zakażenie obiektu, typowe i nietypowe, stąd trudno do końca przewidzieć reakcje po preparatach niszczących, mikrobiologicznych, czy zatrzymają proces rozmnażanie się glonów a zwłaszcza bakterii.

Stąd po pracach konserwatorskich należy prowadzić obserwację murów na ich powierzchni i w razie powstawania kolejnych zakażonych powierzchni pobrać próbki do badań mikrobiologicznych i powtarzać proces odkażania obiektu.

Podczas oględzin obiektu stwierdzono na poszczególnych odcinkach (nie wszystkich) silne zawilgocenie muru spowodowane głównie przez wodę, która spływa bezpośrednio po murze i w jego głąb, na skutek miejscami braku zamknięcia korony, a miejscami bardzo dużych ubytków w spoinach. Woda nie znajdując oporu penetruje mury oraz spływa po ścianach.

Wilgoć w murze wywołuje także podciąganie kapilarne z gruntu. Mury do wysokości ok. 1m miejscami są mokre.

Podstawowe działania niszczące wody, których widoczne efekty można zaobserwować to: spęcznianie i wypłukiwanie niektórych składników słabiej związanych, w szczególności zapraw wapiennych. Są one również wymywane na skutek siły mechanicznej płynącej po ścianie wody. Ich brak powoduje możliwość penetracji wody w głębszych warstwach muru oraz po silnym wypłukaniu spoiny wypadanie lub wysuwanie cegieł z muru. Widoczne są liczne ubytki w murze. Niektóre cegły zniszczone są w dużym stopniu.

Ciągła nasiąkliwość wodą oraz wietrzenie zaprawy stale pogarsza stan zachowania obiektu.

Wilgoć sprzyja występowaniu zakażenia biologicznego obiektu. Wiele miejsc pokrytych jest zielonym nalotem glonów. Ściany porośnięte są również żółtymi i szarymi skupiskami porostów. Groźnym zakażeniem jest także bakteria powodująca tzw. wietrzenie cegły oraz jej bardzo niską wytrzymałość mechaniczną. Takiego zakażenia jest jednak na tym odcinku muru stosunkowo niewiele, a cegły z widocznym zakażeniem bakteryjnym, charakteryzujące się tym, iż cegła wygląda tak, jakby została wypłukana w głąb całej powierzchni należy usuwać z obiektu i zastępować materiałem zdrowym. Glony i porosty porastają głównie cokół oraz narożniki murów. Przyczyniły się one do mechanicznego zniszczenia wrastając i rozsadzając powierzchniowe pory, chemicznie działając kwasami humusowymi, a także, utrzymując wilgoć w porośniętych partiach muru. Ze względu na roślinność najtrudniejszym odcinkiem jest odcinek B i E, gdzie praktycznie drzewo wrasta w powierzchnię muru. Rozwiązanie tego problemu wymaga osobnego opracowania przy projekcie konstrukcyjnym i w porozumieniu z konserwatorem zieleni należy podjąć decyzję w jaki sposób poddać naprawie i konserwacji ten odcinek.

Inne działania niszczące wody, których widoczne efekty można zaobserwować to: zamarzanie wody przy spadku temperatury w porach materiałów, gdzie zwiększając swoją objętość może rozsadzać pory powodując kruszenie cegieł i spoin. Widać to poprzez wypadanie cegieł w bardzo wielu miejscach. Woda sprzyja również transportowaniu rozpuszczonych soli w materiale ceramicznym, które przy wysychaniu, krystalizują na powierzchni, lub przy powierzchni cegły i powodują niszczenie materiału ceramicznego.

Miejscowo cegły pokryte są smolistym nalotem atmosferycznym, czarnymi zanieczyszczeniami smółkowymi. Dotyczy to głównie porowatych cegieł gotyckich. Jest to jednak niewielkie zanieczyszczenie nie stanowiącego głównego problemu przy pracach i powinno łatwo poddać się zabiegom czyszczącym.

Innym, w tym wypadku bardzo istotnym problemem w przypadku murów w Pirzycach jest zastosowanie bardzo dużej ilości zapraw cementowych, zarówno w partii spoin jak i do przemurowania korony murów. Spowodowało to na odcinkach rozpadanie się korony murów, niszczenie cegieł zabytkowych lub ich silne spękania.

W wielu miejscach obserwuje się przechyl murów wymagający wsparć konstrukcyjnych.

Ogólnie należy uznać stan powierzchni ruin murów obronnych jako zły. Przede wszystkim patrząc pod kątem kondycji mechanicznej, ale także biorąc pod uwagę aspekt estetyczny. Nie zamknięte krawędzie murów, widoczne przemurówki na całej powierzchni murów oraz na koronach murów, widoczne silne wysolenia cegieł źle oddziałują na kondycję murów oraz na ich odbiór estetyczny.

Przed wszystkim wymagają miejscami wsparcia konstrukcyjnego a dalej zabezpieczenia konserwatorskiego, głównie przed wodą, zakażeniem biologicznym i zielenią. Nie zabezpieczone zakończenia murów, oraz szczeliny w murach umożliwiające większą penetrację wody w jego głąb, co w konsekwencji prowadzi do coraz większej degradacji substancji zabytkowej.

Cegła pozbawiona lica, niezabezpieczona daje możliwość penetracji wody i zanieczyszczeń w głąb materiału.

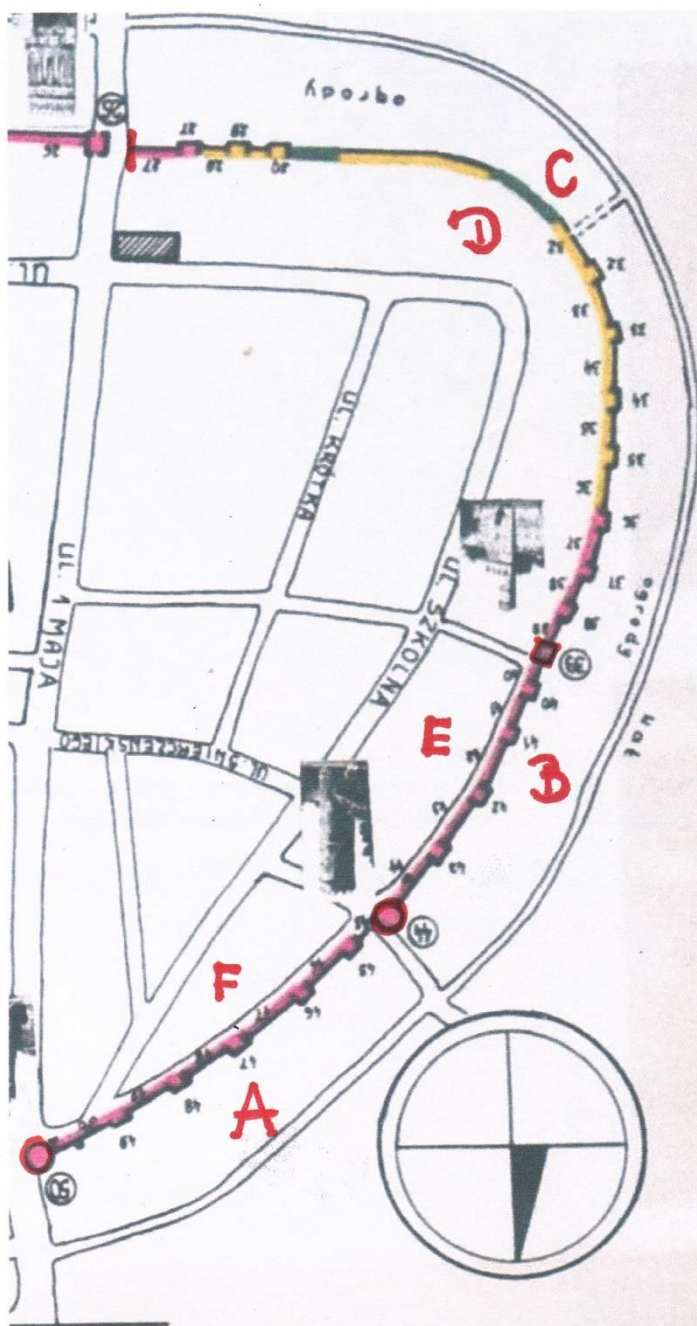
Nie korzystne dla murów jest bezpośrednie przyleganie do ogródków działkowych. Należy odsunąć teren działek od bezpośredniego sąsiedztwa muru obronnego.

Prace konserwatorskie muszą przede wszystkim polegać na przemurowaniach zniszczonych, wypaczonych powierzchni muru, wsparciu konstrukcyjnym fragmentów muru, intensywnym wzmocnieniu osłabionych partii muru oraz wypełnieniu wszelkich szczelin i pustek oraz skutecznej dezynfekcji mikrobiologicznej. Drugoplanowe to prace polegające na precyzyjnym, nieingerującym w lico cegły, oczyszczenia wszystkich partii muru, rekonstrukcji brakujących partii, oraz kompleksowym zabezpieczeniu przeciwwilgociowym.

**Ze względów praktycznych dla większej czytelności opracowania przyjęto podział opracowywanego odcinka murów na 6 części. Od przęśla 50 ( Baszta Sowie)-44( Baszta**

Lodowa) odcinek A, od 44 do 39( Baszta Prochowa) odcinek B, od 39 -27 odcinek C: strona zewnętrzna murów;

27-38 odcinek D, 40-44 odcinek E, 45-49 odcinek F: strona wewnętrzna murów – patrz oznaczenie na mapce.



Prace renowacyjne i konserwatorskie powinny być prowadzone pod kierunkiem konserwatora technologa oraz Urzędu WKZ Szczecin.

Cegła gotycka, oryginalna, kolor ceramiki intensywnie pomarańczowy, złoża gliny z dużą ilością tlenków żelaza; czerep cegły porowaty, nasiąkliwy. Cegła współczesna z minimalną ilością tlenków żelaza, zwięzła, niskonasiąkliwa. Materiał niejednorodny. Widoczne zanieczyszczenia atmosferyczne, zakażenie mikrobiologiczne objawiające się zielonym nalotem. Występuje silne zniszczenie lica cegieł oraz zwietrzenie i wypłukanie zaprawy spoinującej. Liczne uszkodzenia cegieł na krawędziach muru, silnie wykruszenia cegieł w partii muru.

Bloki kamienne narzutowe, nieregularne.

Spoina pomiędzy kamieniem cokołowym wapienna, osypująca się, zwietrzała i wtórna cementowa.

[illegible]

**Pyrzyce – mury obronne**  
**Wyniki badań laboratoryjnych próbek cegły.**

Do badań otrzymano próbki cegieł pobrane z murów obronnych w celu określenia stopnia zasolenia.

Procentową zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie oznaczono na podstawie różnicy pomiędzy masą suchej próbki wyjściowej a masą suchej próbki po ekstrakcji soli wodą destylowaną.

Aniony identyfikowano za pomocą reakcji mikrochemicznych.

Nr próbki	zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie	wykryte aniony
1	0,4 %	$\text{Cl}^-$ , ślady $\text{SO}_4^{2-}$
2	6,2 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> $\text{SO}_4^{2-}$
3	3,3 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> , ślady $\text{SO}_4^{2-}$
4	0,5%	$\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$
5	1,6 %	( $\text{Cl}^-$ ), $\text{SO}_4^{2-}$
6	2,4 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> , $\text{SO}_4^{2-}$
7	5,6 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> , ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
8	0,9 %	$\text{Cl}^-$ ,
9	2,2 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> ,
10	1,5 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> , $\text{SO}_4^{2-}$
11	0,7 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> ,
12	0,5 %	$\text{Cl}^-$ , ślady $\text{SO}_4^{2-}$
13	0,6 %	<u><math>\text{Cl}^-</math></u> ,

14	0,7 %	<u>Cl</u> <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
----	-------	--

  
**PRACOWNIA BADAŃ**  
 LABORATORYJNO-KONSERWATORSKICH  
 mgr Barbara Sowa-Holewińska  
 30-102 Kraków, ul. Syrokomli 17/  
 tel. (012) 422-48-82

## 9. Badania petrograficzne:

### PODSUMOWANIE

Badania petrograficzne wykonano dla dwóch próbek zapraw, oznaczonych numerami 1 (ZW1133) i 2 (ZW1134), pochodzących z murów obronnych miasta Pyrzyce.

Obie próbki reprezentują zaprawę o spoiwie wapiennym, składającym się z mikrokrystalicznej masy kryształów kalcytu, spajającej krzemianowy wypełniacz. W obu próbkach spoiwo jest niejednorodne zawiera podrzędne wyodrębnione skupienia mikrytowe (grudki wapna). Wypełniacz w obu próbkach ma zbliżony skład. Najliczniejszym składnikiem są ziarna kwarcu, obok którego podrzędnie występują ziarna skaleni, oraz fragmenty skał. Te ostatnie reprezentowane są przez granitoidy oraz wapienie, uzupełniane w próbce 1 przez podrzędne piaskowce, a w próbce nr 2 drobnokrystaliczne skały o wyglądzie skał wylewnych/krzemionkowych. Obok w/w składników w obu próbkach akcesorycznie spotyka się ziarna minerałów nieprzezroczystych, glaukonit, oraz amfibol. Dodatkowo w próbce nr 1 obecnych jest kilka ziaren które są fragmentami łowców lub bardzo słabo wypalanej ceramiki. W próbce nr 2 jako składnik akcesoryczny pojawia się biotyt, oraz drobiny węgla drzewnego. Morfologia ziaren, stopień obtoczenia zbliżone, choć w próbce nr 2 częściej spotyka się ziarna duże, o rozmiarach rzędu 1,0-2,0 mm, natomiast w próbce nr 1 bardzo licznie występują osobniki bardzo drobne, wielkości poniżej 0,2-0,3 mm.

<b>1. Numer próbki:</b>  <b>ZW1133</b>  <b>(1) – Pyrzyce, mury obronne,</b> <b>zaprawa spoinująca cegłę</b>	<b>2. Rodzaj skały:</b>  zaprawa	
<b>3. Barwa próbki:</b>  brązowo-kremowa	<b>4. Zwięzłość próbki:</b>  zwięzła	<b>5. Reakcja z HCl:</b>  brak

6. Szkielet ziarnowy	6a. Typ szkieletu ziarnowego: rozproszony
<p><b>6b. Skład mineralny:</b> kwarc, skalenie, glaukonit, fragmenty skał, amfibol, fragmenty cegły/iłowca, minerały nieprzezroczyste, skupienia mikrytowe.</p> <p><b>Kwarc</b> – stanowi główny składnik wchodzący w skład szkieletu ziarnowego. Wykształcony jest jako detrytyczne ziarna, których rozmiary dochodzą do maksymalnie około 1,0 mm. Tych rozmiarów ziarna są stosunkowo rzadkie, większość nie przekracza rozmiarów około 0,5 mm, przy czym część populacji stanowią ziarna bardzo drobne, o wielkości poniżej 0,1 mm. Ziarna kwarcu wykształcone są zwykle w postaci osobników o kształtach zbliżonych do izometrycznych, lub są lekko wydłużone, nieliczne osobniki przyjmują kształty silnie wydłużone. Przeważającą większość populacji stanowią ziarna kwarcowe monokrystaliczne, polikrystaliczne są ekstremalnie rzadkie. Stopień obtoczenia ziaren kwarcu zmienny, ziarna duże to w większości osobniki półobtroczone, obtroczone. Ziarna wielkości poniżej 0,5 mm są półostrokrawędziste, ostrokrawędziste do rzadziej półobtoczonych. Przy jednym nikolu kwarc jest bezbarwny i niepleochroiczny, nie posiada widocznej łupliwości i wykazuje niski relief. Przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się barwy interferencyjne niskie, I rzędu. Wrostki innych minerałów w ziarnach kwarcu zasadniczo nie występują, obecne są jedynie licznie niekiedy nagromadzone banieczki inkluzji ciekło-gazowych, których obecność powoduje zmętnienie ziarna.</p> <p><b>Skalenie</b> – występują jako składnik podrzędny, wielkość ziaren zbliżona jest do wielkości ziaren kwarcu, nie przekracza 1,0 mm, przy czym tak duże są bardzo rzadkie, występujące osobniki zazwyczaj nie przekraczają wielkości 0,5-0,6 mm. Najczęściej spotyka się ziarna lekko wydłużone lub nieco rzadziej izometryczne. Są one słabo wyoblone, reprezentują formy półostrokrawędziste, ostrokrawędziste a rzadko półobtroczone. W składzie szkieletu spotyka się ziarna skalenia alkalicznych, reprezentowanych przez pertyty i mikrokliny, oraz ziarna plagioklazów (skalenia sodowo-wapniowych). Plagioklasy posiadają zbliźniaczenie polisyntetyczne, poszczególne lamelki bliźniacze mają równą grubość, kontynuują się poprzez całe ziarno skalenia. Ziarna pertytów składają się z żyłkowych, plamistych przerostów skalenia sodowego w skaleniu potasowym, które powstały w wyniku wtórnego odmieszania pierwotnie jednorodnego kryształu. Mikrokliny podobnie jak plagioklasy są zbliźniaczone, w ich wypadku jednak widoczne są dwa systemy bliźniaków, składające się z dwóch systemów równoległych lametek, krzyżujących się pod kątem prostym. Przy jednym nikolu ziarna skalenia są bezbarwne i niepleochroiczne, mają niski relief, niektóre posiadają łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują I rzędu, niskie, szare barwy interferencyjne. Praktycznie wszystkie ziarna skalenia są dobrze zachowane, niezwiędnięte. Jedynie niektóre osobniki zamykają w swym wnętrzu drobne i rozproszone ilości wtórnych minerałów blaszkowych.</p> <p><b>Glaukonit</b> – jest to składnik akcesoryczny, ma postać submikroskopowych łuseczek, tworzących owalnego kształtu skupienia, o wielkości dochodzącej do około 0,3 mm. Posiadają one zielone zabarwienie, są świeże i niezwiędnięte.</p> <p><b>Fragmenty skał</b> – stanowią zróżnicowaną grupę pod względem litologicznym, w składzie szkieletu obecne zarówno odmiany skał krystalicznych głębinowych jak i skał osadowych. Ziarna skał głębinowych o składzie zbliżonym do granitu zbudowane są z drobnych ziaren kwarcu, skalenia, obok których występują podrzędne miki czy amfibol. Mają one izometryczne lub lekko wydłużone kształty, wykazują dość dobre wyoblenie, zwykle są to ziarna półobtroczone do niekiedy obtoczonych. Ich rozmiary nie przekraczają około 1,0 mm. Skały osadowe reprezentowane są przez przede wszystkim ziarna wapieni. Są to odmiany organogeniczne o charakterze biomikrytu, w ziarnach tych skał często widoczne są szczątki elementów szkieletowych. Wielkość ziaren tej odmiany wapieni nie przekracza 1,0 mm, są one zazwyczaj wydłużone do rzadziej izometrycznych, wszystkie osobniki są dobrze wyoblone. Stosunkowo rzadko w składzie szkieletu spotyka się ziarna piaskowców (kilka w skali preparatu mikroskopowego). Są one zbudowane z ziaren kwarcu, nielicznych skupień glaukonitu oraz z skalenia, które spaja spoiwo krzemionkowo-ilaste. Wielkość takich ziaren nie przekracza około 3,5 mm, są one lekko wydłużone, półobtroczone lub półostrokrawędziste.</p> <p><b>Amfibol</b> – jest to składnik akcesoryczny, występuje w formie krótkich i dość dobrze obtoczonych słupków, o wielkości dochodzącej do około 0,3 mm. Posiadają one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne od bładozielonych po ciemnozielone, posiadają widoczną łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują barwy interferencyjne II rzędu.</p> <p><b>Fragmenty cegły/iłowców (?)</b> – w składzie szkieletu obecne kilka ziaren, o wyglądzie iłowca lub bardzo słabo wypalanej cegły. Mają one wielkość do około 1,0-0,5 mm (jedynie jedno osobnik duży ma wielkość około 4,0 mm), ich kształt jest najczęściej wydłużony, nie wykazuje obtoczenia. Składają się z masy ilastej, o pomarańczowym zabarwieniu, w obrębie której widoczne są nieliczne, drobne ziarna detrytycznego kwarcu.</p> <p><b>Minerały nieprzezroczyste</b> – jest to również składnik akcesoryczny, choć występuje nieco częściej niż amfibol czy cyrkon. Wielkość ziaren minerałów nieprzezroczystych nie przekracza 0,2-0,3 mm. Są ksenomorficzne,</p>	

o izometrycznym kształcie, rzadziej spotyka się formy wydłużone. Ziarna są średnio wyoblone, zabarwione są na czarno, całkowicie nieprzezroczyste, nie prześwitują.

**Skupienia mikrytowe** – występują podrzędnie, mają rozmiary dochodzące maksymalnie do około 2,0 mm. Tak duże są rzadkie, większość nie przekracza około 1,0 mm. Zbudowane są z drobnokrystalicznego mikrytu, o brunatnej barwie, słabo przezroczyste. Są zazwyczaj bezstrukturalne, jednorodne, zwykle ciemniej zabarwione od otaczającego je mikrytu spoiwa. Osobniki duże mają nieregularne kształty, natomiast mniejsze są zazwyczaj owalne. Wszystkie przy skrzyżowanych nikolach wykazują wysokich rzędów barwy interferencyjne.

#### 6c. Wielkość ziaren szkieletu ziarnowego:

Ziarna szkieletu mają wielkość zazwyczaj do 0,5 mm, nieliczne większe dochodzą do 1,0 mm.

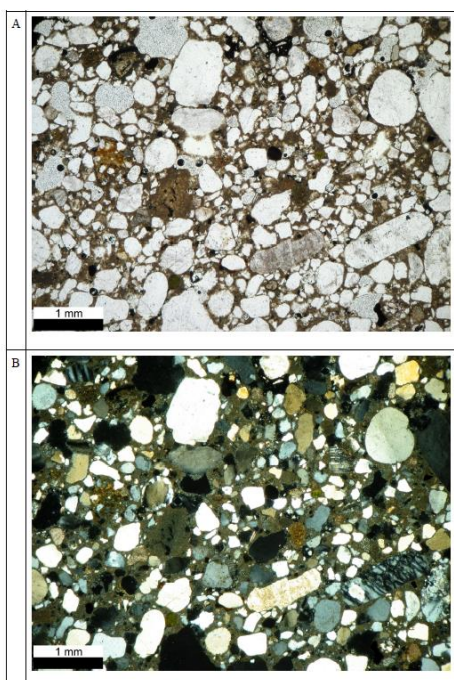
#### 6d. Morfologia ziarn:

Ziarna są izometryczne, rzadziej lekko wydłużone czy silnie wydłużone. Ziarna są średnio obtoczone, półobtoczone, półostrokrawędziste, niekiedy ostrokrawędziste, rzadziej obtoczone.

**7. Spoiwo** – mikrokrystaliczne, składa się z submikroskopowych rozmiarów kryształków węglanu wapnia, wykształconego w postaci mikrytu. Tworzy on brunatną i dość jednorodną masę, z której wyodrębniają się nieliczne skupienia mikrytowe. Samo spoiwo charakteryzuje się słabą przezroczystością, przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się wysokich rzędów barwy interferencyjne, maskowane przez naturalne zabarwienie masy mikrytowej.

#### 8. Stosunki procentowe w próbce:

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fr. skał	Pory	Inne
~41,5%	~49,5%	~1,0%	~5,0%	~2,0%	~1,0%



Obraz mikroskopowy próbki 1, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

1. Numer próbki:

2. Rodzaj skały:

zaprawa



ZW1134		
(2) – Pyrzyce, mury obronne, zaprawa spoinująca granit		
3. Barwa próbki:  biało-kremowa	4. Zwięzłość próbki:  zwięzła	5. Reakcja z HCl:  brak
6. Szkielet ziarnowy	6a. Typ szkieletu ziarnowego: rozproszony	
<p>6b. Skład mineralny: kwarc, skalenie, glaukonit, fragmenty skał, amfibol, biotyt, węgiel drzewny, minerały nieprzezroczyste, skupienia mikrytowe.</p> <p><i>Kwarc</i> – jest to podstawowy składnik szkieletu ziarnowego. Wykształcony w postaci detrytycznych ziaren, z których największe osobniki dochodzą do około 1,0 mm wielkości. Ziarna kwarcu są zwykle izometryczne lub lekko wydłużone, rzadko wydłużone, półobtoczone do obtoczonych w wypadku osobników większych, do półostrokrawędzistych, ostrokrawędzistych, a rzadziej półłoboczonych w wypadku ziaren mniejszych. Ziarna kwarcu niekiedy są polikrystaliczne, składają się z kilku zrosniętych ze sobą kryształów kwarcu. Większość jednak to formy monokrystaliczne. Przy jednym polaryzatorze kwarc jest bezbarwny i niepleochroiczny, nie posiada łupliwości i wykazuje niski relief. Przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się niskie, szare barwy interferencyjne I rzędu. Wrostki innych minerałów w ziarnach kwarcu nieobecne, zamykają one jedynie liczne, submikroskopowe banieczki inkluzji ciekło-gazowych, powodujące zmętnienie ziarna.</p> <p><i>Skalenie</i> – występują znacznie rzadziej w porównaniu do dominującego kwarcu, wykształcone są w postaci izometrycznych lub lekko wydłużonych ziaren, o wielkości nie przekraczającej 1,0 mm. Są one średnio lub wręcz słabo obtoczone. Najliczniej spotyka się w próbce ziarna skalenia alkalicznych – mikroklinu, wykazującego zbliźniaczenia typu mikroklinowej siatki bliźniaczej oraz ziarna - przerosty pertytowe, składające się z żyłkowych wrostków skalenia sodowego tkwiących w skaleniu potasowym. Znacznie rzadziej występują plagioklasy (skalenie sodowo-wapniowe), które w odróżnieniu od skalenia potasowych zbliźniaczone są polisyntetycznie, widoczne są liczne, równoległe ułożone lamelki bliźniacze. Skalenie są bezbarwne i niepleochroiczne, o niskim reliefie, rzadko ukazują widoczną łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują I rzędu niskie, szare barwy interferencyjne. Ziarna skalenia są zazwyczaj świeże i niezwiędnięte, jedynie plagioklasy w większości przypadków uległy przemianom wtórnym.</p> <p><i>Glaukonit</i> – jest to rzadki, akcesoryczny składnik. Wykształcony w formie agregatów, o owalnych kształtach, zbudowanych z drobnofuseczkowego glaukonitu. Ich wielkość nie przekracza około 0,2-0,3 mm. Charakteryzują się typowym dla glaukonitu trawiasztzielonym zabarwieniem, nie wykazują oznak wietrzenia.</p> <p><i>Fragmenty skał</i> – występują podrzędnie, stanowią składnik uzupełniający szkielet ziarnowy, zdominowany przez ziarna kwarcowe. Reprezentowane są przez fragmenty skał krystalicznych jak i osadowych. Skały krystaliczne to fragmenty kwaśnych skał głębinowych, o składzie zbliżonym do granitu. Składają się one głównie minerałów jasnych – skalenia oraz kwarcu, którym towarzyszą podrzędne ziarna minerałów ciemnych. Są izometryczne do lekko wydłużonych, półobtoczone do obtoczonych. Ich wielkość dochodzi do maksymalnie około 2,0 mm. Obok nich rzadko występują mikrokrystaliczne skały, reprezentujące skały wylewne lub podobne do nich skały krzemionkowe. Tworzą one ziarna wielkości do 1,0 mm, są półobtoczone i obtoczone, zbudowane z masy o niskich, szarych barwach interferencyjnych. Obecne są również ziarna skał osadowych, reprezentowanych przez wapnienie. Mają one wielkość dochodzącą do około 1,5 mm, składają się z masy mikrytovej spajającej wapienne bioklasty. Mają izometryczne jak i niekiedy wydłużone kształty, są obtoczone i półobtoczone.</p> <p><i>Amfibol</i> – występuje rzadko, w skali preparatu mikroskopowego to kilka ziaren, wykształconych w formie krótkich słupków, słabo wyoblonych. Mają one wielkość nie przekraczającą 0,3 mm, posiadają dodatni relief, widoczna jest jedno- lub dwukierunkowa łupliwość, są one pleochroiczne – jasnozielone do ciemnozielonych, a przy skrzyżowanych nikolach wykazują barwy interferencyjne II rzędu.</p> <p><i>Biotyt</i> – jest to składnik akcesoryczny, wykształcony w postaci niewielkich blaszek, z których największe dochodzą do około 0,5 mm. Wykazują one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne, od żółtych po brunatne. Posiadają jeden system łupliwości, a przy skrzyżowanych nikolach wykazują barwy interferencyjne II rzędu.</p> <p><i>Węgiel drzewny</i> – w składzie szkieletu ziarnowego występuje bardzo rzadko, w skali preparatu to kilka osobników, wydłużonych, o strzępiastych brzegach, wielkości do około 0,5 mm. Zabarwione są one na</p>		

czarno, całkowicie nieprzezroczyste, nie prześwitują.

*Minerały nieprzezroczyste* – występują rzadko, jako składnik akcesoryczny, mają wielkość dochodzącą do około 0,4 mm, są ksenomorficzne i średnio a rzadziej dobrze obtoczone, zabarwione na intensywnie czarny kolor, całkowicie nieprzezroczyste, nie wykazują oznak wietrzenia.

*Skupienia mikrytowe* – występują dość często, mają one typowe owalne kształty, są monomineralne i bezstrukturalne, zbudowane wyłącznie z mikrokrystalicznego mikrytu, o brunatnym, często ciemniejszym w porównaniu do spoiwa zabarwieniu. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują wysokich rzędów barwy interferencyjne. Część z nich to osobniki duże, o wielkości dochodzącej do około 2,0 mm. Jednak te są rzadkie, większość stanowią zupełnie drobne skupienia, o wielkości poniżej 0,5 mm. Niekiedy w ich obrębie widoczne są zachowane częściowo przerosty, zbudowane z drobnokrystalicznego kalcytu.

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

Ziarna szkieletu głównie mają rozmiary poniżej 1,0 mm, nieliczne większe dochodzą do 1,5-2,0 mm.

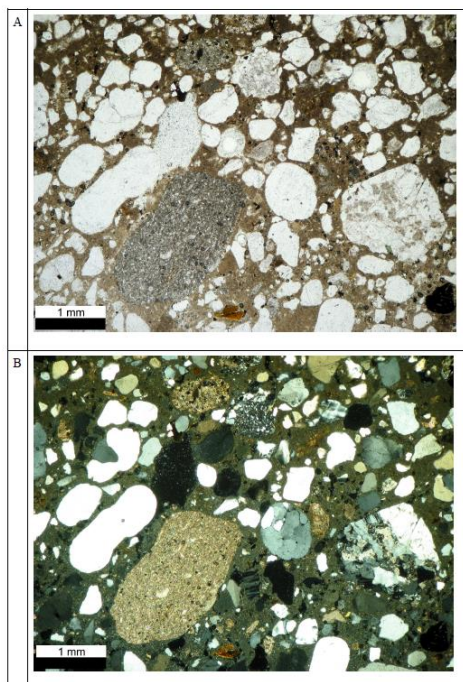
**6d. Morfologia ziarn:**

Ziarna są izometryczne, rzadziej lekko wydłużone czy silnie wydłużone. Ziarna są średnio obtoczone półobtroczone, półostrokrawędziste, niekiedy ostrokrawędziste, rzadziej obtoczone.

**7. Spoiwo** – bardzo drobnokrystaliczne, tworzy masę charakteryzującą się słabą przezroczystością, zabarwioną na brunatno. Składa się z węgla wapniowego, wykształconego w postaci submikroskopowych kryształów mikrytu. Niejednorodne, zawiera wyodrębnione skupienia mikrytowe. Przy skrzyżowanych nikolach mikrytowa masa wykazuje wysokie barwy interferencyjne, maskowane przez naturalne zabarwienie.

**8. Stosunki procentowe w próbce:**

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fr. skał	Pory	Inne
~43,5%	~43,5%	~1,5%	~7,0%	~4,0%	~0,5%



Obraz mikroskopowy próbki 2, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).



dr Wojciech Bartz

#### 10. Badania mikrobiologiczne:

mgr Iwona Pannenko

Warszawa, 01.12.2013

### Wyniki badań mikrobiologicznych próbek otrzymanych cegieł

#### Metody badań

Z dostarczonych 2 próbek cegieł z muru w Pyrzycach wykonano posiewy mikrobiologiczne. Hodowle prowadzono na pożywce Czapek-Doxa w temp. 29°C, przez 14 dni. Analizy przeprowadzono wykonując obserwacje mikroskopowe hodowli na płytkach Petriego w mikroskopie stereoskopowym ze światłem odbitym i preparatów biologicznych w mikroskopie ze światłem przechodzącym przy powiększeniach do 600x.

#### Wyniki hodowli mikrobiologicznych

##### *Próbka nr 1*

Cladosporium sp. – 7 kol, 3 gatunki

Acremonium sp. – 1 kol.

Promieniowiec – 1 kol.

Bakterie – 3 gatunki

##### *Próbka nr 2*

Penicillium sp. – 3 kol.

Cladosporium sp. – 3 kol, 2 gatunki

Aspergillus flavus – 2 kol.

Bakterie – 3 gatunki

Z obydwu próbek wyhodowano 5 gatunków grzybów i 6 gatunków bakterii.

Wyhodowane grzyby z rodzajów Cladosporium i Penicillium są organizmami powszechnie występującymi w środowisku życia człowieka. Mogą być przyczyną dolegliwości alergicznych. Rodzaj **Acremonium** często zasiedla mury budynków o podwyższonej wilgotności. Acremonium jest grzybem potencjalnie chorobotwórczym. Powoduje grzybicę paznokci i skażenie rogowki.

Niepokoiki występowanie chorobotwórczego gatunku **Aspergillus flavus**. Aspergillus flavus wywołuje aspergilozy dróg oddechowych i jest patogenem stymulującym białaczkę.

Produkty przemiany materii grzybów strzępkowych występujących w materiale cegieł inicjują reakcje chemiczne w materiale, powodują rozluźnienie struktury cegieł, wywołują procesy deterioracyjne.

Z przebadanych próbek wyhodowano liczne kolonie bakterii tlenowych.

Bakterie, licznie występujące w analizowanych próbkach, mają wpływ głównie na powierzchniowe warstwy materiałów na których bytują. Mogą stymulować rozwój grzybów pleśniowych dla których mogą stanowić pokarm. Ilości wyhodowanych kolonii bakteryjnych i ich różnorodność sugeruje, że mur z którego pobrano materiał jest nadmiernie zawilgocony. Bakterie w porównaniu z grzybami, są organizmami wymagającymi podwyższonej ilości wody w materiałach.

Aktywność życiowa mikroorganizmów, wytwarzanie enzymów, kwaśnych metabolitów w procesach fizjologicznych wywołuje zjawiska korozji biologicznej. Na skutek działania bakterii i grzybów cegły ulegają niszczeniu, rozluźnia się struktura warstwy powierzchniowej cegieł, następuje osypywanie się materiału. Proces ten określany jest mianem biodeterioracji.

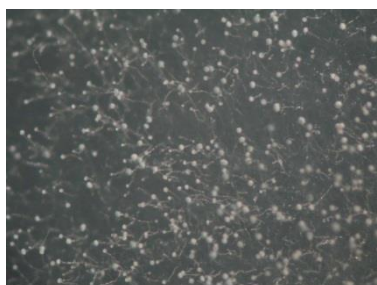
Iwona Pannenko

Dokumentacja fotograficzna z badań mikrobiologicznych

Zdjęcia z próbówki nr 1



**Próbka nr 2**



## 11. Wnioski z przeprowadzonych badań:

Ocena stopnia zasolenia wg zaleceń niemieckiej Naukowo – Technicznej Grupy Roboczej ds. Ochrony Budowli i Renowacji Zabytków (WTA) Nr WTA-4-5-99/D

zawartość [%]	stopień zasolenia		
	niskie	średnie	wysokie
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

Analiza stopnia zasolenia wskazuje, iż praktycznie w każdej próbce przekracza ono normy zarówno w przypadku siarczanów jak i chlorków. Najgorzej wyglądają wyniki w próbkach 2,3,5,6,7,9 i 10 gdzie przekraczają one 1% zasolenia a miejscami dochodzą nawet do 5 i 6%. Wynika z tego iż stan murów jest katastrofalny i wymaga pilnej interwencji konserwatorskiej, a przede wszystkim odsalania i izolacji zabezpieczających przed podciąganiem wody z gruntu. Drugim bardzo szkodliwym czynnikiem są grzyby i bakterie tlenowe które silnie zaatakowały obiekt. Najgroźniejsze z nich to *Acremonium* i *Aspergillus flavus* powodujące c silne zniszczenie materiału poprzez rozluźnienie struktury, osypywanie oraz procesy deterioracyjne. Dodatkowe zniszczenie sięgają bakterie tlenowe które m.in. wywołują silne pudrowanie cegły, stanowią też podłoże dla rozwoju grzybów, świadczą o silnym zawilgoceniu obiektu. Cegły porażone bakterią kwalifikują się tylko i wyłącznie do wymiany w przypadku pojedynczych cegieł. Większe skupiska zakażone w przypadku murów w Pyrzycach nie występują. Ogólnie badania mikrobiologiczne świadczą o pilnej potrzebie osuszenia i dezynfekcji obiektu gdyż z każdym sezonem procesy biodeterioracji będą się nasilały.

Z badań petrograficznych spoin wynika iż obydwie próbki różniące się zasadniczo między sobą stanowią materiał stosunkowo stary, chociaż nie oryginalny, jednak warto zachować go na fragmentach jako świadki zapraw spajających, prawdopodobnie XIX wiecznych.

Ich spoiwo jest wapienne, ziarna oscylują pomiędzy 0,5 a 2mm, stosunek spoiwa do kruszywa jest jak 1:1, obydwie pomiędzy cegłą i granitem zaprawy mają kolor piaskowy. Spoina granitu wydaje się nawet jaśniejsza w badaniach jednak może to wynikać z procesów wietrzenia i starzenia zaprawy. Ziarna w spoinie pomiędzy ceglami są mniejsze 0,5-1mm, a pomiędzy głazami granitowymi spoina ma ziarna dochodzące do 2mm.

## **12. Parametry materiałów wymagane do prac**

---

Wszystkie zaprawy stosowane do wbudowywania w strukturę głównie elewacji muszą mieć odpowiednie własności – najważniejsze z nich to:

- szybki transport wody - zgodny z oryginalną zaprawą i możliwie lepszy od oryginalnej cegły
- brak obecności szkodliwych, budowlanych soli rozpuszczalnych
- zbliżoną wytrzymałość lub mniejszą od cegieł wykorzystanych pierwotnie
- maksymalnie niski skurcz

Ze względu na zakres i skalę robót zaleca się dobór fabrycznych zapraw bądź spoiw produkowanych na rynek budowlany. Jednak ze względu na bardzo szeroką ofertę oraz istotne braki w wymaganiach obowiązujących Norm Budowlanych w stosunku do obiektów zabytkowych zaleca się by zaproponowane zaprawy posiadały zewnętrzne badania ośrodków konserwatorskich aprobowane stosowanie ich w zabytkowych murach z uwzględnieniem wymienionych wymaganych cech, bądź conajmniej kilkuletnie doświadczenia w stosowaniu wybranych produktów na podobnych obiektach.

### **Materiały wg zastosowania:**

#### **1. Zaprawy murarskie**

**Gotowa fabryczna zaprawa wapienno-trasowa do murów narażonych na działanie warunków umiarkowanych wg PN-EN 998-2 posiadająca następujące, wymagane cechy:**

- bardzo szybki pełny transport wody tak by nie tworzyć szczelnych mostków w murze
- niska alkaliczność – brak łatwo rozpuszczalnych związków soli budowlanych
- wytrzymałość ok. 5-6N/mm<sup>2</sup> Klasy M5 wg PN-EN 998-2, lub dopasowana (niższa) od oryginalnych cegieł i zapraw po wzmocnieniu

##### **1.a Zaprawy murarskie przygotowane samodzielnie na placu budowy**

- mieszanka winna być oparta na wapnie hydraulicznym z trasem klasy HL 3,5 i białym cementem marki 50 także z dodatkami trasy w proporcjach dla uzyskania wytrzymałości ok. 5-6N/mm<sup>2</sup> Klasy M5 wg PN-EN 998-2, lub dopasowana (niższa) od oryginalnych cegieł i zapraw po wzmocnieniu wg wytycznych UMK

#### **2. zaprawy fugowe**

**Gotowa fabryczna zaprawa wapienno-trasowa do murów narażonych na działanie warunków umiarkowanych wg PN-EN 998-2 posiadająca następujące wymagane cechy:**

- bardzo szybki pełny transport wody tak by nie tworzyć szczelnych mostków w murze
- niska alkaliczność – brak łatwo rozpuszczalnych związków soli budowlanych
- niski skurcz i podwyższona porowatość
- wytrzymałość ok. 5-6N/mm<sup>2</sup> Klasy M5 wg PN-EN 998-2, lub dopasowana (niższa) od oryginalnych cegieł i zapraw po wzmocnieniu wg wytycznych UMK
- dopasowane uziarnienie i kolor do oryginału poparta badaniami petrograficznymi, bądź w ustaleniach nadzoru konserwatorskiego bezpośrednio przy obiekcie po oczyszczeniu i wzmocnieniu lica muru,

#### **3. Zaprawy do uzupełniania ubytków w cegle**

**Gotowa fabryczna zaprawa z trasem do murów narażonych na działanie warunków umiarkowanych wg PN-EN 998-2 posiadająca następujące wymagane cechy:**

- Możliwie szybki transport wody tak by nie tworzyć szczelnych mostków w murze
- niska alkaliczność – brak łatwo rozpuszczalnych związków soli budowlanych
- niski skurcz, zalecana zaprawa zbrojona mikrowłóknami

- wytrzymałość maksymalnie ok. 8N/mm<sup>2</sup> Klasy M5 wg PN-EN 998-2, lub dopasowana (niższa) od oryginalnych cegieł po wzmocnieniu wg wytycznych UMK
- wysoka przyczepność minimum  $\geq 0,2\text{N/mm}^2$  FP A, B wg PN-EN 1015-12 oraz elastyczność pozwalająca na zakładanie w grubościach 2-50mm w jednym cyklu
- fabrycznie barwiona w masie

#### **4. zaprawy do wypełnień pustek i szczelin w murze**

**Gotowa fabryczna zaprawa wapienno-trassowa do murów narażonych na działanie warunków obojętnych wg PN-EN 998-2 posiadająca następujące wymagane cechy:**

- bardzo szybki pełen transport wody tak by nie tworzyć szczelnych mostków w murze
- niska alkaliczność – brak łatworozpuszczalnych związków soli budowlanych
- niski skurcz
- wytrzymałość maksymalnie ok. 4-5N/mm<sup>2</sup> Klasy M5 wg PN-EN 998-2 lub dopasowana (niższa) od oryginalnych zapraw w murze
- bardzo dobra płynność i zdolności penetracji w murze

### **5. Wyprawy tynkarskie podkładowe i naprawcze przy pełnej wymianie tynków**

**Gotowa fabryczna wyprawa wapienno-trassowa posiadająca następujące wymagane cechy:**

- wytrzymałość na ściskanie ok. 3-5N/mm<sup>2</sup> klasy GP lub LW CSII wg PN-EN 998-1
- dobry moduł elastyczności tj. stosunek wytrzymałości na ściskanie do wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu  $<3$
- brak szkodliwych soli budowlanych
- dobrą przyczepność do podłoża minimum  $\geq 0,2\text{N/mm}^2$  FP A, B wg PN-EN 1015-12
- bardzo dobrą przepuszczalność pary wodnej odpowiednia dla tynków renowacyjnych (R CS II wg PN-EN 998-1)  $\mu < 15$  wg PN-EN 998-1
- absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym W0 do W2 czyli nieokreślona do wysoko hydrofobowej  $\leq 0,2\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{05})$  wg PN-EN 998-1
- 

#### **5.a Wyprawy tynkarskie podkładowe i naprawcze przy pełnej wymianie tynków przygotowane samodzielnie na placu budowy**

- mieszanka winna być oparta na wapnie hydraulicznym z trassem klasy HL 3, 5 ewentualnie z dodatkiem białego cementu marki 50 także z dodatkami trassu we właściwych proporcjach z kruszywem dla uzyskania wytrzymałości ok. 3-5N/mm<sup>2</sup> Klasy GP CS II wg PN-EN 998-1
- dodane kruszywo nie może zawierać szkodliwych soli budowlanych

#### **5.b Wyprawy tynkarskie podkładowe i naprawcze przy lokalnych naprawach ubytków**

**Gotowa fabryczna wyprawa wapienno-trassowa posiadająca wymagane cechy:**

- wytrzymałość na ściskanie ok. 3-5N/mm<sup>2</sup> klasy GP CSII wg PN-EN 998-1
- dobry moduł elastyczności – tj. stosunek wytrzymałości na ściskanie do wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu  $<3$
- brak szkodliwych soli budowlanych
- bardzo dobra przyczepność do podłoża  $\geq 0,2\text{N/mm}^2$  FP A, B wg PN-EN 1015-12
- bardzo dobrą przepuszczalność pary wodnej odpowiednia dla tynków renowacyjnych (R CS II wg PN-EN 998-1)  $\mu < 15$  wg PN-EN 998-1



- zawartość mikrowłókien
- absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym powinna być zbliżona do pozostawionych starych tynków, czyli W0 do W2 czyli nieokreślona do wysoko hydrofobowa  $\leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{05})$  wg PN-EN 998-1 zależnie od własności pozostawionych wypraw

#### **6. wyprawy tynkarskie wierzchnie**

**Gotowa fabryczna mineralna wyprawa tynkarska z trassem posiadająca następujące wymagane cechy**

- wytrzymałość na ściskanie  $3-5 \text{ N}/\text{mm}^2$  klasy GP CS II lub III wg PN-EN 998-1
- hydrofobowość – absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym conajmniej W 1 czyli  $\leq 0,4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{05})$  wg PN-EN 998-1 lub przy zakładaniu wyprawy na obszarze cokołowym na tykach renowacyjnych wg WTA  $< 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{05})$
- dobry moduł elastyczności – tj. stosunek wytrzymałości na ściskanie do wytrzymałości na zginanie przy rozciąganiu  $< 3$
- bardzo dobrą przepuszczalność pary wodnej odpowiednią dla tynków renowacyjnych (R CS II wg PN-EN 998-1)  $\mu < 15$  wg PN-EN 998-1 lub względny opór dyfuzyjny  $S_d < 0,2 \text{ m}$  łącznie dla wszystkich warstw systemu naprawczego zgodnie z WTA 2.9.04
- zawartość mikrowłókien
- bardzo dobra przyczepność na różnie chłonnych podłożach minimum  $\geq 0,3 \text{ N}/\text{mm}^2$  FP A, B wg PN-EN 1015-12

#### **14. PROGRAM PRAC KONSERWATORSKICH PODZIELONY NA ODCINKI:**

##### **Odcinek A ( Od Baszty Sowiej do Baszty Lodowej bez Baszty Lodowej)**

1. Izolacja muru – osobne opracowanie
2. Wzmocnienia konstrukcyjne – osobne opracowanie.
3. Zieleń – osobne opracowanie
4. Wzmocnić cegły w partiach ich silnego osłabienia, wokół dużych ubytków oraz w okolicy uszkodzeń. Do wzmocnienia użyć preparatu opartego na estrach kwasu ortokrzemowego spełniającego wymagania hydrofilności jak np. Funcosil Steinfestiger OH, KSE 100, KSE 300. Preparat nakładać przez nanoszenie pędzlem bardzo wolno i dokładnie. Po wzmocnieniu materiału odczekać ok. 21 dni w rejonach wzmacnianych przed przystąpieniem do dalszych prac w celu właściwej reakcji wzmacniającej ( utrzymać warunki zwiększonej wilgotności) – ok.5% powierzchni
5. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami cegły i kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym lub fabryczną mieszanką Optogrunst Fungith – przyjąć ok. 20% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem.
6. Usunąć daszki zabezpieczające. Rozebrać całą koronę murów, dodaną na trzy do pięciu warstw cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; Cegły pokruszone, popękane zastąpić materiałem zdrowym dopasowanym wielkością, fakturą i kolorem do zamykanej korony muru; przedostatnią warstwę muru przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Ostatnią warstwę cegieł przemurować na hydrofobowej zaprawie Optomur Vor S z dodatkiem na bazie żywicy poliakrylowej zwiększającym elastyczność i przyczepność do izolacji np. Optostop HydroFlex. Należy odzyskiwać maksymalną liczbę cegieł z prac. Wymurować brakujące fragmenty korony murów. Zachować lekki spadek korony murów. Ostatni ( górny) pas cegieł można poddać hydrofobizacji na bazie żywicy silikonowych preparatem np. Funcosil SNL firmy Remmers. Uzgodnić hydrofobizację z technologiem. Przy koronie murów tam, gdzie zachowały się XIXwieczne daszki zabezpieczające koronę należy je przywrócić, a tam gdzie uległy zniszczeniu zamknąć korony murów z niewielkim spadkiem technologicznym – patrz projekt.
7. Silnie zniszczone partie murów na dużych powierzchniach należy przemurować na zaprawach trasowych. Wyselekcjonować materiał nadający się do ponownego wmurowania, materiał silnie uszkodzony zastąpić zdrową cegłą – 20% powierzchni.

8. Całość muru oczyścić ściernie na sucho poprzez piaskowanie, pod kontrolowanym ciśnieniem (wyszkolony operator piaskarki). wykonując próby na różne rodzaje kruszywa (piasek szklarski, granulaty, korund itp.). Zatwierdzić u konserwatora-technologa wykonane próby. Omijać miejsca silnie osłabione, z pudrującą się cegłą.
9. Miejsca nie nadające się do piaskowania oczyścić chemicznie parą wodną z użyciem gotowego preparatu np. Covexan firmy Coverax lub Fassadenreinigerpaste firmy Remmers.
10. Założyć doczyszczanie ręczne/mechaniczne przy usuwaniu macek czepnych po bluszczu
11. W miejscach wysoleń, w partiach widocznych wybieleń mur należy odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem w proporcjach 1:1. Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. Czynność powtarzać kilkakrotnie. Wykonać badania zasolenia murów po zabiegu – 5% powierzchni.
12. Pęknięcia możliwe do przemurowania przemurować na zaprawie trasowej. Pozostałe zszyć metodą Brutt Saver – patrz projekt konstrukcyjny
13. Wszystkie drobne ubytki w ceglach uzupełnić zaprawą reprofilacyjną zachowującą możliwie zbliżony do cegły transport wody, wytrzymałość na ściskanie maksym. 8MPa i zawierającą trass np. Optosan NSR – należy bardzo starannie opracowywać lico cegły aby dopasować je do cegły zabytkowej.
14. Duże dziury będące pozostałością po powypadanych ceglach uzupełnić brakującymi ceglami dopasowanymi kolorem i wymiarem do miejsca uzupełnianego. (0,2% pow.)
15. Wykuć z muru wszystkie fugi cementowe i wymienić na fugi z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem 0,5-1mm.( 80% wykuć). Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1. Kolor fugi piaskowy ( wykonać próbę spoiny do zatwierdzenia) – patrz badania petrograficzne. Miejsca z zachowaną zabytkową spoiną wzmocnić preparatem hydrofilnym typu KSE 100 i 300 i pozostawić jako świadek. Ustalić z nadzorem technologicznym zakres wykuć spoiny. Spoinę cofnąć 1mm od lica muru. Gracować powierzchnię.
16. Szerokie szczeliny i spękania w murze należy wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą jednak transport wody zgodny z cechami muru np. Optosan TrassInjekt. Wykluczone jest stosowanie tutaj zapraw iniekcyjnych do wypełnień szczelin w betonach. ( 0,5% pow.)
17. Wąskie szczeliny i spękania w materiale ceramicznym wypełnić ze strzykawki preparatem krzemooorganicznym w systemie modułowym KSE 500 STE z drobno mielonymi wypełniaczami KSE Fullstoff A i KSE Fullstoff B. ( 0,3% pow.)
18. Korony murów obronnych, do trzech warstw korony muru fugować na elastycznej i szczelnej spoinie np. Optosan TrassFuge specjal lub Optosan TrassFuge z dodatkiem żywicy poliakrylowej Optostop HydroFlex w kolorze jak pozostała spoina. Spoina nie może być mocniejsza od cegieł stąd wyklucza się stosowanie zapraw do bruku o wytrzymałości ok. 15MPa.

19. W przypadku dużych różnic kolorystycznych po oczyszczeniu murów cegły współcześnie scalić laserunkowo do oczyszczonej cegły gotyckiej farbami mineralnymi Keim Restauro Lasur z Keim Restauro Fixativ z odpowiednio dobranym pigmentem. Wykonać próby do zatwierdzenia przez technologa.
20. Zawalony odcinek murów ( czatownia) wymurować na całym odcinku (zdjęcie nr 2) wg. projektu.
21. Metalowe obręcze i kotwy Baszty Sowiej oczyścić przez piaskowanie i zabezpieczyć farbą antykorozyjną i czarną, matową farbą do metalu.
22. Usunąć elementy metalowe bez funkcji nie będące elementami zabytkowymi.
23. Tynk baszty w partii gzymsu dzielącego wzmocnić preparatami hydrofilnymi KSE 100 i 300, wymienić na partiach osypujących się na nowy tynk trasowo-wapienny w kolorze piaskowym. W przypadku, jeżeli po ustawieniu rusztowań okaże się, iż cały tynk jest do usunięcia ze względu na silne osypywanie, wymienić go w całości na tynk trasowo-wapienny w kolorze piaskowym z ziarnami 1-2mm.
24. Odtworzyć tynk blend pod krenelażem w materiale jak wyżej.
25. Założyć w miejscach siadania gołębi zabezpieczenie w systemie np. stop-ptak lub analogicznym.
26. W partii tarasu baszty założyć izolacje w systemie Deitermann na całym tarasie – patrz projekt izolacji.
27. Skuć beton z partii zwieńczenia baszty. Wykonać wykończenie z gąsiarów ceramicznych dzielących wieżyczkę pionowo. Wytynkować powierzchnię tynkiem trasowo-wapiennym w kolorze piaskowym – jak tynk w pozostałych partiach baszty – patrz projekt.
28. Odtworzyć metalową sygnaturkę zwieńczenia baszty-patrz projekt.
29. Odtworzyć brakujące kształtki baszty-5% braków.
30. Drzwi drewniane baszty: Konserwacja elementów metalowych ozdobnych : usunięcie produktów korozji, uzupełnienie ubytków, naniesienie warstw zabezpieczających przed korozją. Pomalowanie farbą do metalu na kolor czarny matowy.
  - W miejscach osłabionych wzmocnienie chemiczne drewna preparatami na bazie żywic epoksydowych lub akrylowych;
  - W przypadku stwierdzenia zakażenia biologicznego drewna dezynfekcja i dezynsekcja preparatami np. Xirein-Protektor lub Per-Xil 10 oraz Preventol R 80 (prod. C.T.S.)
  - Uzupełnienie małych ubytków drewna kitem chemoutwardzalnym gotowym np. Araldite SV 427 lub Araldite SV/HV 36 (prod. Ciba-Geigy).
  - Wymiana elementów silnie skorodowanych na analogiczne z drewna jak oryginalne.
  - Pomalowanie drzwi na kolor pierwotny z odkrywek farbami do drewna odpornymi na ścieranie i zmienne warunki atmosferyczne, np. farbami chlorokauczkowymi matowymi

w kolorze ciemnego dębu. Należy wykonać próby koloru drzwi i elementów metalowych do zatwierdzenia.

31. Nie hydrofobizować murów z wyjątkiem ostatniej warstwy korony murów oraz daszków ukośnych krenelaża Baszty Sowiej na tarasie, górnego murka baszty oraz wszelkich wystających i narażonych na wodę opadową odcinków muru – patrz oznaczenia projektowe.

#### Kamienie granitowe:

1. Wykuć całą spoinę cementową z pomiędzy bloków granitowych.
2. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym – przyjąć ok. 5% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem.
3. Całość kamienia oczyścić przez piaskowanie jednorazowo drobnoziarnistym piaskiem szklarskim pod kontrolowanym ciśnieniem. Należy użyć maszyny do piaskowania o regulowanym ciśnieniu. Zabieg powinien wykonywać przeszkolony operator piaskarki.
4. Usunąć wszystkie „smarówki” cementowe z kamienia.
5. Ubytki w elementach granitowych uzupełnić gładzami granitowymi polnym dopasowanymi kształtem, wielkością oraz sposobem obróbki do istniejącego lica muru.
6. Spoinę pomiędzy blokami granitu wykonać z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości 1-2mm w kolorze piaskowym. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1 – patrz badania petrograficzne.
7. Rozwarstwienia muru, głębsze i szersze szczeliny i pustki pomiędzy blokami granitu wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Remmers Bohrlochsuspension lub wypełnić podkładową zaprawą wapienno-trasową. Nie hydrofobizować granitu.

## DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA A



Fot.1 Baszta Sowa na początkowym odcinku muru.



Fot.2 Fragment obecnie zawalonego odcinka.



Fot.3 Wypłukana zaprawa pomiędzy blokami granitu.



Fot.4 Stosunkowo dobrze zachowany fragment. Widoczne zakażenie biologiczne.



Fot.5 Widok odcinka muru – widoczna linia zawilgocenia.



Fot.6 Korona muru przemurowana na zaprawie cementowej w bardzo złym stanie.



Fot.7 Widok odcinka do Baszty Lodowej





Fot.8 Widok na czatownię i Basztę Lodową.



Fot.9 Zbliżenie na czatownię i odcinek muru silnie porośnięty bluszczem.



Fot.10 Odcinek zamknięty zaprawą cementową z silną destrukcją.



## Odcinek B ( Od baszty Lodowej do Baszty Prochowej bez Baszty Prochowej)

1. Izolacja muru – osobne opracowanie
2. Wzmocnienia konstrukcyjne – osobne opracowanie
3. Projekt zieleni – osobne opracowanie ( bez podjęcia decyzji o bluszczu na murach pomiędzy czatowniami brak możliwości konserwacji muru)
4. Wzmocnić cegły w partiach ich silnego osłabienia, wokół dużych ubytków oraz w okolicy uszkodzeń. Do wzmocnienia użyć preparatu opartego na estrach kwasu ortokrzemowego spełniającego wymagania hydrofilności jak np. Funcosil Steinfestiger OH, KSE 100 i 300. Preparat nakładać przez nanoszenie pędzlem bardzo wolno i dokładnie. Przyjąć ok. 2% pow. Muru. Po wzmocnieniu materiału odczekać ok. 21 dni w rejonach wzmacnianych przed przystąpieniem do dalszych prac w celu właściwej reakcji wzmacniającej ( utrzymać warunki zwiększonej wilgotności)- 30% pow.
5. Miejsca zaatakowane przez glony i grzyby, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami cegły i zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym lub fabryczną mieszanką Optogrunst Fungith dwukrotnie! – przyjąć ok. 50%% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić trzeci raz przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem. 10%.
6. Usunąć daszki zabezpieczające. Rozebrać koronę murów na trzy warstwy cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę muru przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Ostatnią warstwę cegieł przemurować na hydrofobowej zaprawie Optomur Vor S z dodatkiem na bazie żywicy poliakrylowej zwiększającym elastyczność i przyczepność do izolacji np. Optostop HydroFlex. Wymurować brakujące fragmenty korony murów. Zachować lekki spadek korony murów. Ostatni ( górny) pas cegieł można poddać hydrofobizacji na bazie żywic silikonowych preparatem np. Funcosil SNL firmy Remmers. Uzgodnić hydrofobizację z technologiem. Tam, gdzie zachowały się XIX wieczne daszki korony murów przywrócić je, a tam, gdzie uległy zniszczeniu, zamykać koronę murów na prosto z lekkim spadkiem technologicznym – patrz projekt.
7. Całość muru oczyścić chemicznie parą wodną z użyciem gotowego preparatu chemicznego na bazie kwasu fluorowodorowego np. Covexan firmy Coverax.
8. Doczyścić ściernie na sucho poprzez piaskowanie, pod kontrolowanym ciśnieniem (wyszkolony operator piaskarki) wykonując próby na różne rodzaje kruszywa (piasek szklarski, granulaty, korund itp ). Zatwierdzić u konserwatora- technologa wykonane próby. Omijać miejsca silnie osłabione, z pudrującą się cegłą 20%
9. Złożyć doczyszczanie ręczne/mechaniczne przy usuwaniu macek czepnych po bluszczu.
10. Usunąć całą powrastaną pomiędzy powierzchnię cegieł trawę i inną roślinność.
11. W miejscach wysoleń, głównie w partii Baszty Lodowej oraz na murach w partiach widocznych wybieleń należy cegłę odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem w proporcjach 1:1.

Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. Czynność powtarzać kilkakrotnie. Wykonać badania zasolenia murów po zabiegu 2% pow.

12. Usunąć wszelkie wstawki cementowe z cegieł. Wszystkie drobne ubytki w ceglach uzupełnić zaprawą zachowującą możliwie zbliżony do cegły transport wody, wytrzymałość na ściszenie maksym. 8MPa i zawierającą trass np. Optosan NSR – należy starannie opracowywać lico cegły aby dopasować je do cegły zabytkowej.

13. Duże braki w ceglach uzupełnić przez wymianę na nową, zdrową cegłę dopasowaną parametrami, fakturą i kolorem do cegły zabytkowej 3% pow.

14. Większość fugi muru wykuć i wymienić na fugi z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości 0,5-1mm. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1 – patrz badania petrograficzne. Wyszukać najlepiej zachowany fragment spoiny na przynajmniej dwóch metrach kwadratowych, wzmocnić preparatem hydrofilnym i pozostawić jako świadek. 90% fugi tego odcinka do wykucia. Fugę cofnąć 1mm od lica cegły, gracować.

15. Szerokie i wąskie szczeliny i spękania w murze należy wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcijną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Optosan TrassInjekt.

16. Korony murów obronnych, do trzech warstw korony muru fugować na elastycznej i szczelnej spoinie np. Optosan TrassFuge specjal lub Optosan TrassFuge z dodatkiem żywicy poliakrylowej Optostop HydroFlex w kolorze jak pozostała spoina. Spoina nie może być mocniejsza od cegieł.

17. W przypadku dużych różnic kolorystycznych po oczyszczeniu murów cegły współcześnie scalić laserunkowo do oczyszczonej cegły gotyckiej farbami mineralnymi krzemianowymi np. Keim Restauro Lasur z Keim Restauro Fixativ z odpowiednio dobranym pigmentem. Wykonać próby do zatwierdzenia przez technologa.

18. Tynk Baszty Lodowej wzmocnić preparatami hydrofilnymi typu KSE 100, w miejscach osypywania wymienić na materiał zdrowy, trasowo-wapienny.

19. Drzwi drewniane bramki muru: - Konserwacja zamka metalowego : usunięcie produktów korozji, uzupełnienie ubytków, naniesienie warstw zabezpieczających przed korozją. Pomalowanie farbą do metalu na kolor czarny matowy.

- W miejscach osłabionych wzmocnienie chemiczne drewna preparatami na bazie żywic epoksydowych lub akrylowych;

- W przypadku stwierdzenia zakażenia biologicznego drewna dezynfekcja i dezynsekcja preparatami np. Xirein-Protektor lub Per-Xil 10 oraz Preventol R 80 (prod. C.T.S.)

- Uzupełnienie małych ubytków drewna kitem chemoutwardzalnym gotowym np. Araldite SV 427 lub Araldite SV/HV 36 (prod. Ciba-Geigy).

- Wymiana elementów silnie skorodowanych na analogiczne z drewna jak oryginalne.

- Pomalowanie drzwi na kolor pierwotny z odkrywek farbami do drewna odpornymi na ścieranie i zmienne warunki atmosferyczne, np. farbami chlorokauczukowymi matowymi

w kolorze ciemnego dębu. Należy wykonać próby koloru drzwi i elementów metalowych do zatwierdzenia.

20. Silne pionowe spękania głównie w partiach czatowni oraz w murze blisko czatowni zszyć metodą Brutt Saver. Silny spękany fragment drugiej i trzeciej czatowni od Baszty Lodowej przewidzieć do przemurowania lub wsparcia konstrukcyjnego. Szczegóły patrz projekt konstrukcyjny.
21. Przewidzieć izolację tarasu krenelaża w systemie np. Deitermann – patrz projekt izolacji.
22. Nie hydrofobizować murów z wyjątkiem ostatniej warstwy korony murów i bloków krenelaża Baszty Lodowej.

#### Kamienie granitowe:

1. Wykuć całą spoinę cementową z pomiędzy bloków granitowych. W przypadku pozostałości zaprawy wapiennej pomiędzy blokami granitowymi poddać ją wzmocnieniu preparatami hydrofilnymi KSE 100 i 300 i pozostawić jako świadka 5% .
2. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym – przyjąć ok. 5% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem – 5% pow.
3. Całość kamienia oczyścić przez piaskowanie jednorazowo drobnoziarnistym piaskiem szklarskim pod kontrolowanym ciśnieniem. Należy użyć maszyny do piaskowania o regulowanym ciśnieniu. Zabieg powinien wykonywać przeszkolony operator piaskarki.
4. Usunąć wszystkie „smarówki” cementowe z kamienia o wtórne kity cementowe – 5%.
5. Ubytki w elementach granitowych uzupełnić głazami granitowymi polnym dopasowanymi kształtem, wielkością oraz sposobem obróbki do istniejącego lica muru.
6. Spoinę pomiędzy blokami granitu wykonać z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości 1-2mm w kolorze piaskowym. Stosunek spoiwa do kruszywa jak 1:1- patrz badania petrograficzne. Spoinę graczyć przy opracowaniu.
7. Rozwarstwienia muru, głębsze i szersze szczeliny i pustki pomiędzy blokami granitu wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Remmers Bohrlochsuspension lub wypełnić podkładową zaprawą wapienno-trasową. Nie hydrofobizować granitu.

## DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA B



Fot.11 Baszta Lodowa widok



Fot.12 Widok na Basztę Lodową z fragmentem muru porośniętym bluszczem



Fot.13 Końcowy widok odcinka z Basztą Prochową



Fot.14 Odcinek silnie zakażony biologicznie



Fot.15 Czatownia porośnięta bluszczem



Fot.16 Najbardziej porośnięty odcinek muru zielenią



Fot.17 Zarośnięty fragment muru





Fot.18 Fragment muru - widok



Fot.19 Czatownia z pionowym spękaniem, bluszczem i silnym zakażeniem biologicznym



Fot.20 Najsilniej spękana czatownia z odchyleniem na odcinku murów do konserwacji



Fot.21 Odcinek z silnym nalotem biologicznym.



Fot.22 Fragment muru - widok



Fot.23 Widok od Baszty Prochowej w kierunku Baszty Lodowej



Fot.24 Baszta Prochowa - fragment

## Odcinek C ( Od Baszty Prochowej do przęsła 27)

1. Izolacja muru – osobne opracowanie
2. Wzmocnienia konstrukcyjne – osobne opracowanie
3. Wzmocnić cegły dwukrotnie przez bardzo silne nasycenie w partiach ich osłabienia głównie wszystkie cegły gotyckie. Do wzmocnienia użyć preparatu opartego na estrach kwasu ortokrzemowego spełniającego wymagania hydrofilności jak np. Funcosil Steinfestiger OH, KSE 100 i 300. Preparat nakładać przez nanoszenie pędzlem bardzo wolno i dokładnie. Przyjąć ok.30% pow. muru. Po wzmocnieniu materiału odczekać ok. 21 dni w rejonach wzmacnianych przed przystąpieniem do dalszych prac w celu właściwej reakcji wzmacniającej ( utrzymać warunki zwiększonej wilgotności).
4. Miejsca zaatakowane przez glony i bakterie, silnie pudrujące się oraz charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami cegły zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym lub fabryczną mieszanką Optogrunst Fungith – przyjąć ok. 40% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić trzykrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem.
5. Usunąć roślinność wrastającą w mury. Usunąć macki z cegieł po bluszczu.
6. Usunąć daszki zabezpieczające. Rozebrać koronę murów na trzy warstwy cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę muru przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Ostatnią warstwę cegieł przemurować na hydrofobowej zaprawie Optomur Vor S z dodatkiem na bazie żywicy poliakrylowej zwiększającym elastyczność i przyczepność do izolacji np. Optostop HydroFlex. Wymurować brakujące fragmenty korony murów. Zachować lekki spadek korony murów. Ostatni ( górny) pas cegieł można poddać hydrofobizacji na bazie żywic silikonowych preparatem np. Funcosil SNL firmy Remmers. Uzgodnić hydrofobizację z technologiem.
7. Silnie uszkodzony fragment muru od strony północnej zamknąć cegłą współczesną. Wyselekcjonować materiał ceglany gotycki silnie spudrowany i zakażony i usunąć. Zastąpić usunięte cegły gotyckie zdrowym materiałem o wymiarach cegły gotyckiej. Tam, gdzie zachowały się daszki XIX wiecznego zamknięcia korony murów należy je przywrócić, tam, gdzie korona murów jest zniszczona, odtworzyć ją na prosto ze spadkiem technologicznym – patrz rysunek projektowy.
8. Wyselekcjonować ze wszystkich silnie zakażonych cegieł materiał silnie uszkodzony i usunąć. Zastąpić go zdrową cegłą o identycznych wymiarach jak usuwana. Pozostały materiał średnio uszkodzony pozostawić i silnie zdezynfekować.
9. Wszystkie pustki w murach pomiędzy cegłami gotyckimi z wyjątkiem otworów maculcowych uzupełnić cegłą gotycką o analogicznych wymiarach jak oryginalna.
10. Silnie zniszczone partie murów kwalifikujące się do pozostawienia na dużych powierzchniach należy przemurować na zaprawach trasowych.
11. Całość muru oczyścić chemicznie parą wodną z użyciem gotowego preparatu chemicznego



np. Covexan firmy Coverax.

12. Doczyścić ściernie na sucho poprzez piaskowanie, pod kontrolowanym ciśnieniem (wyszkolony operator piaskarki). wykonując próby na różne rodzaje kruszywa (piasek szklarski, granulaty, korund itp.). Zatwierdzić u konserwatora- technologa wykonane próby. Omijać miejsca silnie osłabione, z pudrującą się cegłą. 30% pow.

13. W miejscach wysoleń mur należy odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem w proporcjach 1:1. Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. Czynność powtarzać kilkakrotnie. 10% pow. Wykonać badania zasolenia murów po zabiegu.

14. Usunąć wszelkie wstawki cementowe z cegieł. Wszystkie drobne ubytki w ceglach uzupełnić zaprawą zachowującą możliwie zbliżony do cegły transport wody, wytrzymałość na ściskanie maksym. 8MPa i zawierającą trass np. Optosan NSR – należy starannie opracowywać lico cegły aby dopasować je do cegły zabytkowej 20% pow.

15. Wszystkie fugi muru wykuć i wymienić na fugi z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości ok. 0,6- 2mm. Stosunek spoiwa do kruszywa 2:1. Wyszukać najlepiej zachowany fragment spoiny na przynajmniej dwóch metrach kwadratowych, wzmocnić preparatem hydrofilnym i pozostawić jako świadek. Cofnąć fugę 1mm od lica, przegracować.

16. Szerokie i wąskie szczeliny i spękania w murze należy wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Optosan TrassInjekt lub w zależności od szczelin wstrzykiwać preparat krzemooorganiczny wzmacniający w systemie modułowym KSE 500 STE z drobno mielonymi wypełniaczami KSE Fullstoff A i KSE Fullstoff B.

17. Korony murów obronnych, do trzech warstw korony muru fugować na elastycznej i szczelnej spoinie np. Optosan TrassFuge specjal lub Optosan TrassFuge z dodatkiem żywicy poliakrylowej Optostop HydroFlex w kolorze jak pozostała spoina. Spoina nie może być mocniejsza od cegieł.

18. W przypadku dużych różnic kolorystycznych po oczyszczeniu murów cegły współczesne scalić laserunkowo do oczyszczonej cegły gotyckiej farbami mineralnymi Keim Restauro Lasur z Keim Restauro Fixativ z odpowiednio dobranym pigmentem. Wykonać próby do zatwierdzenia przez technologa.

19. Zawalone dwa odcinki C muru za przęsłem 32 oraz przed przęsłem 29 odtworzyć. Zaprojektować bramkę dla ścieżki przejściowej na odcinku za przęsłem 32; lub boki zawalonego muru zamknąć strzępami zewnętrznymi muru co drugą cegłą do kąta prostego. Uzgodnić z inwestorem rozwiązanie – patrz projekt.

Odtworzyć zawalone do połowy odcinku muru – patrz projekt.

20. Uszkodzone czatownie z pootwieranymi murami pozamykać na prosto dopasowując cegłę do istniejącej. Spasować wątek.

21. Przemurować zamknięcia szkarp. (Założyć przemurowanie przy niektórych szkarpach na całym licu zewnętrznym szkarpy.) Rozebrać zamknięcie szkarpy (jeżeli istnieje) na trzy warstwy cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę lica szkarpy przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać

mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Szkarpy poddać hydrofobizacji preparatem na bazie żywicy silikonowej.

22. Wesprzeć konstrukcyjnie przechylone odcinku muru – patrz projekt konstrukcyjny.

23. Wykonać izolację tarasu Baszty Prochowej na trzonie prostokątnym i na okrągłej wieży w systemie np. Deitermann – patrz projekt izolacji.

24. Uzupełnić brakujące daszki krenelaży w Baszcie Prochowej, uzupełnić brakujące cegły gzymsów okrągłego trzonu i prostokątnego i poddać daszki, gzymsy i trójkątne zamknięcie baszty hydrofobizacji preparatem na bazie żywic silikonowych.

25. Drzwi drewniane baszty: Konserwacja elementów metalowych ozdobnych : usunięcie produktów korozji, uzupełnienie ubytków, naniesienie warstw zabezpieczających przed korozją. Pomalowanie farbą do metalu na kolor czarny matowy.

- W miejscach osłabionych wzmocnienie chemiczne drewna preparatami na bazie żywic epoksydowych lub akrylowych;

- W przypadku stwierdzenia zakażenia biologicznego drewna dezynfekcja i dezynsekcja preparatami np. Xirein-Protector lub Per-Xil 10 oraz Preventol R 80 (prod. C.T.S.)

- Uzupełnienie małych ubytków drewna kitem chemoutwardzalnym gotowym np. Araldite SV 427 lub Araldite SV/HV 36 (prod. Ciba-Geigy).

- Wymiana elementów silnie skorodowanych na analogiczne z drewna jak oryginalne.

- Pomalowanie drzwi na kolor pierwotny z odkrywek farbami do drewna odpornymi na ścieranie i zmienne warunki atmosferyczne, np. farbami chlorokauczkowymi matowymi w kolorze ciemnego dębu. Należy wykonać próby koloru drzwi i elementów metalowych do zatwierdzenia.

26. Oczyszczyć mechanicznie i zabezpieczyć wszystkie zabytkowe kotwy żelazne. Pomalować czarną matową farbą do metalu.

27. Przeszyć pionowe spękanie bez odchyłu w murze metodą brutt saver – potwierdzić założenie w projekcie konstrukcyjnym.

28. Nie hydrofobizować murów z wyjątkiem ostatniej warstwy korony murów ( dotyczy także zamknięcia czatowni).

Kamienie granitowe:

1. Wykuć całą spoinę cementową z pomiędzy bloków granitowych.

2. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym – przyjąć ok. 5%

powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem.

3. Całość kamienia oczyścić przez piaskowanie jednorazowo drobnoziarnistym piaskiem szklarskim pod kontrolowanym ciśnieniem. Należy użyć maszyny do piaskowania o regulowanym ciśnieniu. Zabieg powinien wykonywać przeszkolony operator piaskarki.
4. Usunąć wszystkie „smarówki” cementowe z kamienia.
5. Ubytki w elementach granitowych uzupełnić głazami granitowymi polnym dopasowanymi kształtem, wielkością oraz sposobem obróbki do istniejącego lica muru.
6. Zawalony odcinek cokołu granitowego wymurować do wysokości pozostałych partii cokołowych, powyżej odtworzyć mur ceglany – patrz projekt.
7. Spoinę pomiędzy blokami granitu wykonać z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości 1-2mm w kolorze piaskowym. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1 – patrz badania petrograficzne. Głębokie spoiny wypełnić podkładem trasowym.
8. Rozwarstwienia muru, głębsze i szersze szczeliny i pustki pomiędzy blokami granitu wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Remmers Bohrlochsuspension lub wypełnić podkładową zaprawą wapienno-trasową. Nie hydrofobizować granitu.

## DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA C



Fot.25 Baszta Prochowa z odcinkiem muru



Fot.26 Silnie porośnięty zielenią odcinek muru



Fot.27 Mury zasłonięte ogródkami działkowymi



Fot.28 Baszta Prochowa widok



Fot.29 Niski odcinek kamiennego muru



Fot.30 Czatownia a fragmentem muru



Fot.31 Odcinek - widok



Fot.32 Odcinek - widok



Fot.33 Silnie zdestruowany odcinek muru



Fot.34 Zniszczona korona muru na odcinku





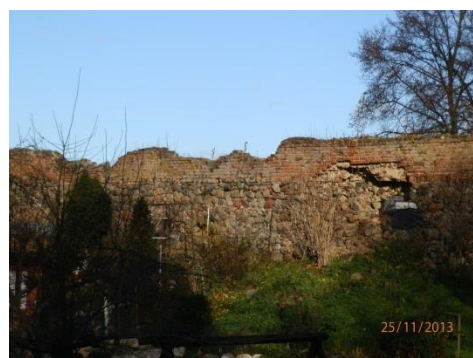
Fot.35 Zniszczona korona murów



Fot.36 Koniec odcinka C



Fot.37 Widok na mury w kierunku Baszty Prochowej



Fot.38 Najbardziej zniszczony odcinek murów  
fragmentu C



Fot.39 Przerwa pomiędzy murami do zamknięcia na prosto



Fot.40 Odcinek muru - fragment



Fot.41 Odcinek muru do przęsła 27

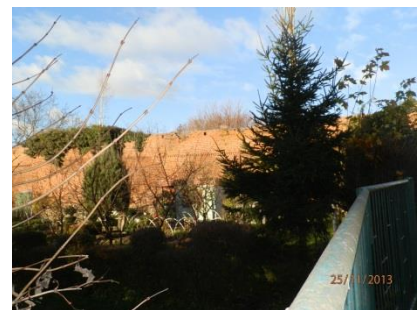


Fot.42 Odcinek z widoczną po przeciwnej stronie szosy  
Bramą Bańską

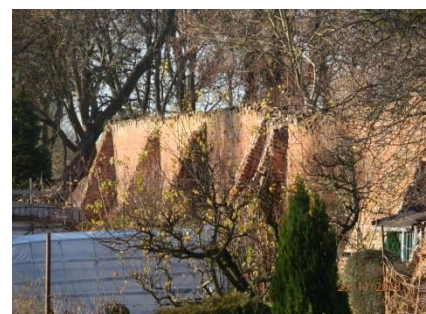




Fot.43 Zamknięcie przęsła 27



Fot.44 Końcowy fragment odcinka C



Fot.45 Przęsła na odcinku C, zwieńczenia  
szkarp do zamknięcia



Fot.46 Zawalony odcinek muru



Fot.47 Zdestruowane fragmenty muru



Fot.48 Silnie zniszczona korona muru i zamknięcia  
przęseł



Fot.49 Zniszczona korona muru



Fot.50 Zniszczona korona muru odcinka po przerwie

#### Odcinek D ( Baszta Prochowa ujęta w odcinku C)

1. Izolacja muru – osobne opracowanie
2. Wzmocnienia konstrukcyjne – osobne opracowanie
3. Zieleń – osobne opracowanie.
4. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami cegły i kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym lub fabryczną mieszanką Optogrunnt Fungith – przyjąć ok. 40% powierzchni muru.
5. Silnie zniszczone partie murów na dużych powierzchniach należy przemurować na zaprawach trasowych. Wyselekcjonować materiał nadający się do ponownego wmurowania, materiał silnie uszkodzony zastąpić zdrową cegłą – patrz oznaczenia projektowe.
6. Duże dziury zamknąć murując w cegle dopasowanej do sąsiadujących partii muru. Cokół granitowy murować zamykając go na wystających odcinkach pod przyporami na prosto – patrz projekt.
7. Usunąć całą wrośniętą w mur zieleń.
8. Założyć usuwanie macek po usunięciu bluszczu.
9. Z całej partii muru usunąć wszelkie wstawki cementowe, smarówki cementowe i spoinę cementową.
10. Usunąć najbardziej zniszczone cegły i wymienić na materiał zdrowy, analogiczny parametrami do usuwanego 1% pow.
11. Usunąć daszki zabezpieczające z korony muru. Rozebrać koronę murów na trzy do pięciu warstw cegieł, wmurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę muru przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Ostatnią warstwę cegieł przemurować na hydrofobowej zaprawie Optomur Vor S z dodatkiem na bazie żywicy poliakrylowej zwiększającym elastyczność i przyczepność do izolacji np. Optostop HydroFlex. Wymurować brakujące fragmenty korony murów. Przywrócić na fragmentach gdzie były XIX wieczne zabezpieczenia w formie daszków. Na pozostałych partiach, gdzie koronę muru należy zamknąć na prosto zachować lekki technologiczny spadek korony murów. Ostatni ( górny) pas cegieł poddać hydrofobizacji na bazie żywic silikonowych preparatem np. Funcosil SNL firmy Remmers. Założyć wykonanie hydrofobizacji – uzgodnić zabieg z technologiem.
12. Wszystkie pustki w murach pomiędzy cegłami gotyckimi z wyjątkiem otworów maculcowych uzupełnić cegłą gotycką o analogicznych wymiarach jak oryginalna.
13. Oczyszczyć mur chemicznie z użyciem gotowych preparatów na bazie kwasu fluorowodorowego jednorazowo.
14. Miejsca niedoczyszczone po myciu chemicznym oczyścić ściernie na sucho poprzez piaskowanie, pod kontrolowanym ciśnieniem (wyszkolony operator piaskarki). wykonując próby na różne rodzaje kruszywa (piasek szklarski, granulaty, korund itp ) 30% pow. Zatwierdzić u konserwatora- technologa wykonane próby.
15. W miejscach wysoleń mur należy odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem

w proporcjach 1:1. Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. 2% pow. W razie konieczności czynność powtarzać.

16. Wszystkie drobne ubytki w ceglach uzupełnić zaprawą zachowującą możliwie zbliżony do cegły transport wody, wytrzymałość na ściskanie maksym. 8MPa i zawierającą trass np. Optosan NSR – należy starannie opracowywać lico cegły aby dopasować je do cegły zabytkowej 20% pow.

17. Wszystkie fugi muru wykuć i wymienić na fugi z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości ok. 0,5- 1mm. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1. Wyszukać najlepiej zachowany fragment spoiny na przynajmniej dwóch metrach kwadratowych, wzmocnić preparatem hydrofilnym i pozostawić jako świadek. Cofnąć fugę 1mm od lica, przegracować.

18. Szerokie szczeliny i spękania w murze należy wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Optosan TrassInjekt.

19. Wąskie szczeliny muru wypełnić w systemie modułowym w zależności od szczelin wstrzykiwać preparat krzemooorganiczny wzmacniający w systemie modułowym KSE 500 STE z drobno mielonymi wypełniaczami KSE Fullstoff A i KSE Fullstoff B.

20. Korony murów obronnych, do trzech warstw korony muru fugować na elastycznej i szczelnej spoinie np. Optosan TrassFuge specjal lub Optosan TrassFuge z dodatkiem żywicy poliakrylowej Optostop HydroFlex w kolorze jak pozostała spoina. Spoina nie może być mocniejsza od cegieł.

18. Zamknąć przerwę w odcinku C na 32 przęsła cegłą gotycką na zaprawę trasową tworząc strzępia zewnętrzne muru co drugą cegłę do kąta prostego – patrz projekt

19. W przypadku dużych różnic kolorystycznych po oczyszczeniu murów cegły współcześnie scalić laserunkowo do oczyszczonej cegły gotyckiej farbami mineralnymi Keim Restauro Lasur z Keim Restauro Fixativ z odpowiednio dobranym pigmentem. Wykonać próby do zatwierdzenia przez technologa.

20. Przemurować zamknięcia szkarpy. Rozebrać zamknięcie szkarpy ( jeżeli istnieje) na trzy warstwy cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę lica szkarpy przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Szkarpy poddać hydrofobizacji preparatem na bazie żywicy silikonowej.

22. Wesprzeć konstrukcyjnie przechylone odcinku muru – patrz projekt konstrukcyjny.

23. Pionowe spękania kwalifikujące się do przeszycia ściągnąć metodą Brutt Saver – patrz opracowanie konstrukcyjne.

24. Oczyszczyć mechanicznie i zabezpieczyć wszystkie zabytkowe kotwy żelazne. Pomalować czarną matową farbą do metalu.

25. Zniszczone boki czołowni wymurować na prosto na wzór dobrze zachowanych- patrz projekt.

26. Poziome występy muru poza koroną muru zabezpieczyć izolacją mineralną.

27. Nie hydrofobizować murów z wyjątkiem ostatniej warstwy korony murów ( dotyczy także zamknięcia czołowni).

#### Kamienie granitowe:

1. Wykuć całą spoinę cementową z pomiędzy bloków granitowych.
2. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym – przyjąć ok. 5% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem.
3. Całość kamienia oczyścić przez piaskowanie jednorazowo drobnoziarnistym piaskiem szklarskim pod kontrolowanym ciśnieniem. Należy użyć maszyny do piaskowania o regulowanym ciśnieniu. Zabieg powinien wykonywać przeszkolony operator piaskarki.
4. Usunąć wszystkie „smarówki” cementowe z kamienia.
5. Ubytki w elementach granitowych uzupełnić głazami granitowymi pełnym dopasowanymi kształtem, wielkością oraz sposobem obróbki do istniejącego lica muru.
6. Spoinę pomiędzy blokami granitu wykonać z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości 1-2mm w kolorze piaskowym. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1 – patrz badania petrograficzne.
7. Rozwarstwienia muru, głębsze i szersze szczeliny i pustki pomiędzy blokami granitu wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Remmers Bohrlochsuspension lub wypełnić podkładową zaprawą wapienno-trasową. Nie hydrofobizować granitu.

## DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA D



Fot.51 Zamknięcie przęsła 27. Uszkodzona podstawa do naprawienia



Fot.52 Odcinek muru 27-29 z silnie zniszczoną koroną muru



Fot.53 Fragment mocno porośnięty bluszczem, zawilgocony





Fot.54 Dobrze zachowany odcinek muru do momentu zawalenia.



Fot.55 Fragment od ogródków działkowych



Fot.56 Silnie zasolony i zagrzybiony odcinek muru



Fot.57 Odcinek przed zawaleniem muru przed przęsłem

32.



Fot.58 Mury przy ogródkach przydomowych



Fot.59 Silnie uszkodzona korona murów



Fot.60 Zawalony odcinek zamknięcie przęsła 32

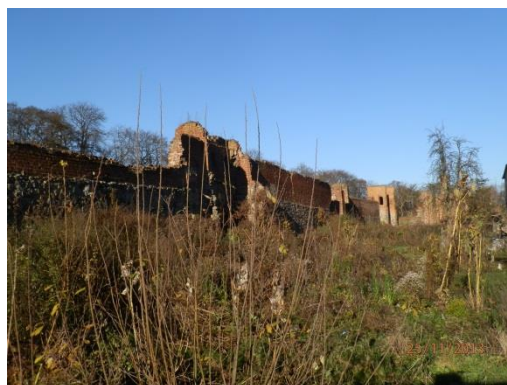




Fot.61Widok na odcinek muru po zawalonym przęśle, dziura w cokole granitowym



Fot.62 Silnie zniszczone korony murów



Fot.63 Zawalone boki czatowni do odtworzenia



Fot.64 Korona murów do zamknięcia



Fot.65 Mur do pozamykania zawalonych fragmentów



Fot.66 Mocno uszkodzony odcinek



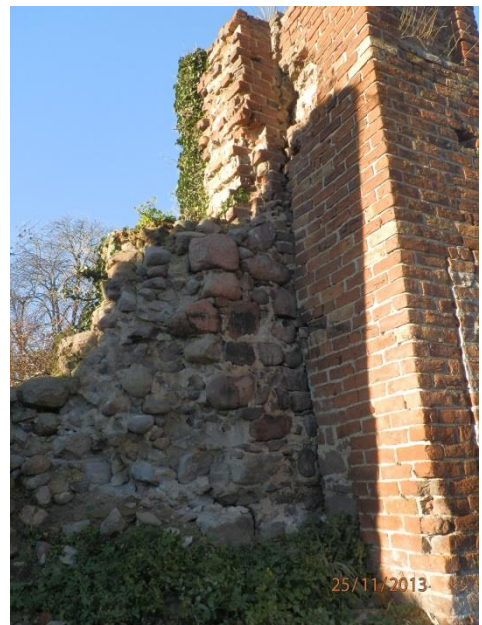
Fot.67 Zbliżenie na silnie uszkodzoną czatownię



Fot.68 Widoczne nierówności terenu do zniwelowania

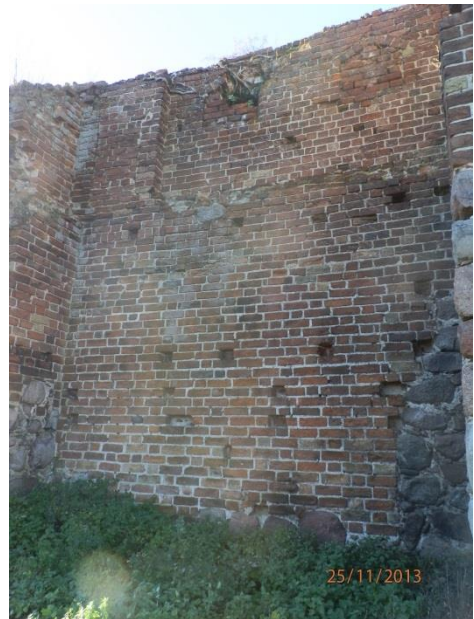


Fot.69 Ubytek muru do zrekonstruowania



Fot.70 Zbliżenie na zawalony fragment





Fot.71 Fragment wewnętrzny dobrze zachowany ze zniszczoną koroną muru



Fot.72 Najlepiej zachowany na odcinku D fragment muru



Fot.73 Mur w dobrej kondycji



Fot.74 Dobrze zachowany odcinek z kompletną czatownią



Fot.75 Widok od frontu



Fot.76 Odcinek przez Basztą Prochową w dobrym stanie

#### Odcinek muru E ( po wewnętrznej od przęsła 37 do 44; Baszta Lodowa ujęta w odcinku C)

1. Izolacja muru – osobne opracowanie
2. Wzmocnienia konstrukcyjne – osobne opracowanie
3. Projekt zieleni – osobne opracowanie
4. **Wzmocnić cegły pudrujące się przez bardzo silne nasycenie preparatem opartego na estrach kwasu ortokrzemowego spełniającego wymagania hydrofilności jak np. Funcosil Steinfestiger OH, KSE 100 i 300. Preparat nakładać przez nanoszenie pędzlem bardzo wolno i dokładnie. Po wzmocnieniu materiału odczekać ok. 21 dni w rejonach wzmacnianych przed przystąpieniem do dalszych prac w celu właściwej reakcji wzmacniającej ( utrzymać warunki zwiększonej wilgotności).**
5. Miejsca zaatakowane przez glony i bakterie, silnie pudrujące się oraz charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami cegły zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym lub fabryczną mieszanką Optogrunst Fungith. Miejsca najsilniej pudrujące nasycić trzykrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem. 40% pow.
6. Usunąć wrośniętą zieleń z powierzchni muru.
7. Założyć usuwanie macek po bluszczu.
8. Usunąć daszki zabezpieczające. Rozebrać koronę murów na trzy warstwy cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ściskanie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę muru przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Ostatnią warstwę cegieł przemurować na hydrofobowej zaprawie Optomur Vor S z dodatkiem na bazie żywicy poliakrylowej zwiększającym elastyczność i przyczepność do izolacji np. Optostop HydroFlex. Wymurować brakujące fragmenty korony murów. Przywrócić daszki w miejscach, gdzie je wykonano, a na pozostałych partiach zamykanych na prosto zachować lekki spadek technologiczny korony murów. Ostatni ( górny) pas cegieł poddać hydrofobizacji na bazie żywic silikonowych preparatem np. Funcosil SNL firmy Remmers. Uzgodnić hydrofobizację z technologiem.
9. Wyselekcjonować ze wszystkich silnie zakażonych cegieł materiał silnie uszkodzony i usunąć. Zastąpić go zdrową cegłą o identycznych wymiarach jak usuwana. Pozostały materiał średnio uszkodzony pozostawić i silnie zdezynfekować –patrz pkt.5. 0,5% pow.
10. Całość muru oczyścić chemicznie gotowymi preparatami na bazie kwasu fluorowodorowego. Ustalić z technologiem preparat. Zmywać mury gorącą wodą pod ciśnieniem.
11. Pozostałe partie trudnouslywalne oczyścić ściernie na sucho poprzez piaskowanie, pod kontrolowanym ciśnieniem (wyszkolony operator piaskarki). wykonując próby na różne rodzaje kruszywa (piasek szklarski, granulaty, korund itp ). Zatwierdzić u konserwatora- technologa wykonane próby. Omijać miejsca silnie osłabione, z pudrującą się cegłą.10% pow.

12. W miejscach wysoleń mur odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem w proporcjach 1:1. Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. Czynność powtarzać kilkakrotnie. Wykonać badania zasolenia murów po zabiegu. 5% pow.
13. W partiach silnie poluzowanych wykonać przemurowania na zaprawach trasowych. 1% pow.
14. Wszystkie drobne ubytki w ceglach uzupełnić zaprawą zachowującą możliwie zbliżony do cegły transport wody, wytrzymałość na ściskanie maksym. 8MPa i zawierającą trass np. Optosan NSR – należy starannie opracowywać lico cegły aby dopasować je do cegły zabytkowej.
15. Wszystkie fugi muru wykuć i wymienić na fugi z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości ok. 0,5- 1mm. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1. Spoinę cofnąć 1mm od krawędzi cegły, gracować. Na fragmentach ze spoiną wapienną wzmocnić fugę preparatem KSE 100 i 300 i pozostawić jako świadka.
16. Koronę muru, do trzech warstw korony muru fugować na elastycznej i szczelnej spoinie np. Optosan TrassFuge specjal lub Optosan TrassFuge z dodatkiem żywicy poliakrylowej Optostop HydroFlex w kolorze jak pozostała spoina. Spoina nie może być mocniejsza od cegieł
17. Tynk bramki przed Basztą Lodową wzmocnić preparatem hydrofilnym KSE 100 i 300, a partie osłabione skuć i wymienić na analogiczny do istniejącego materiał.
18. Poziome występy muru zabezpieczyć dodatkowo izolacją mineralną na wierzchu występu muru.
19. Drzwi drewniane wnętrza zakonserwować poprzez:
  - : Konserwacja elementów metalowych ozdobnych
  - : usunięcie produktów korozji, uzupełnienie ubytków, naniesienie warstw zabezpieczających przed korozją. Pomalowanie farbą do metalu na kolor czarny matowy.
  - W miejscach osłabionych wzmocnienie chemiczne drewna preparatami na bazie żywic epoksydowych lub akrylowych;
  - W przypadku stwierdzenia zakażenia biologicznego drewna dezynfekcja i dezynsekcja preparatami np. Xirein-Protektor lub Per-Xil 10 oraz Preventol R 80 (prod. C.T.S.)
  - Uzupełnienie małych ubytków drewna kitem chemoutwardzalnym gotowym np. Araldite SV 427 lub Araldite SV/HV 36 (prod. Ciba-Geigy).
  - Wymiana elementów silnie skorodowanych na analogiczne z drewna jak oryginalne.
  - Pomalowanie drzwi na kolor pierwotny z odkrywek farbami do drewna odpornymi na ścieranie i zmienne warunki atmosferyczne, np. farbami chlorokauczkowymi matowymi w kolorze ciemnego dębu. Należy wykonać próby koloru drzwi i elementów metalowych do zatwierdzenia.
20. Nie hydrofobizować muru z wyjątkiem ostatniej warstwy korony muru.

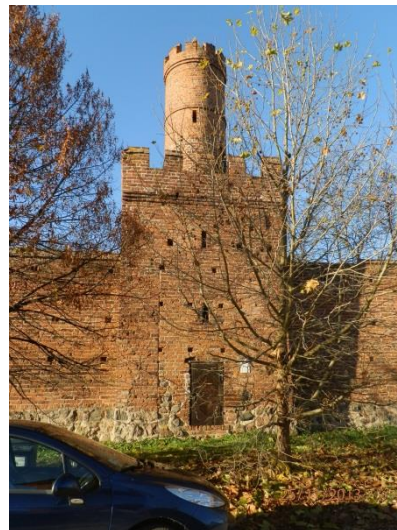
Kamienie granitowe:

1. Wykuć całą spoinę cementową z pomiędzy bloków granitowych. Miejsca z dobrze zachowaną spoiną wapienną nasycić preparatem hydrofilnym KSE 100 i 300 i pozostawić jako świadka.

2. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym – przyjąć ok. 5% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem
3. Całość kamienia oczyścić przez piaskowanie jednorazowo drobnoziarnistym piaskiem szklarskim pod kontrolowanym ciśnieniem. Należy użyć maszyny do piaskowania o regulowanym ciśnieniu. Zabieg powinien wykonywać przeszkolony operator piaskarki.
4. Usunąć wszystkie „smarówki” cementowe z kamienia, kity i wstawki.
5. Ubytki w elementach granitowych uzupełnić głazami granitowymi polnym dopasowanymi kształtem, wielkością oraz sposobem obróbki do istniejącego lica muru.
6. Duże pustki pomiędzy kamieniami wypełnić podkładową zaprawą trasowo-wapienną.
7. Spoinę pomiędzy blokami granitu wykonać z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości 1-2mm w kolorze piaskowym. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1 – patrz badania petrograficzne.
8. Rozwarstwienia muru, głębsze i szersze szczeliny i pustki pomiędzy blokami granitu wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Remmers Bohrlochsuspension lub wypełnić podkładową zaprawą wapienno-trasową. Nie hydrofobizować granitu.



## DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA E



Fot.77 Początek odcinka z Basztą Prochową



Fot.78 Bardzo dobrze zachowany odcinek muru



Fot.79 Widoczny odcinek do Baszty Lodowej



Fot.80 Dobry odcinek muru z naruszoną koroną muru



Fot.81 Czatownia na odcinku E, widoczna wrośnięta  
zieleń w koronę muru



Fot.82 Ukorzeniona zieleń wrośnięta w mur na całej  
szerokości przęsła



Fot.83 Widok na koniec przęsła



Fot.84 Odcinek do Baszty Lodowej z czatownią



Fot.85 Ostatni odcinek muru E

## Odcinek F (Baszta Sowia ujęta w odcinku A)

1. Izolacja muru – osobne opracowanie
2. Wzmocnienia konstrukcyjne – osobne opracowanie
3. Projekt zieleni osobne opracowanie
4. Wzmocnić cegły w partiach ich silnego osłabienia, wokół dużych ubytków oraz w okolicy uszkodzeń. Do wzmocnienia użyć preparatu opartego na estrach kwasu ortokrzemowego spełniającego wymagania hydrofilności jak np. Funcosil Steinfestiger OH, KSE 100 i 300. Preparat nakładać przez nanoszenie pędzlem bardzo wolno i dokładnie. Wzmocnić ok. 3% powierzchni. Po wzmocnieniu materiału odczekać ok. 21 dni w rejonach wzmacnianych przed przystąpieniem do dalszych prac w celu właściwej reakcji wzmacniającej ( utrzymać warunki zwiększonej wilgotności).
5. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami cegły i kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym lub fabryczną mieszanką Optogrun Fungith – przyjąć ok. 20% powierzchni muru.
6. Usunąć daszki zabezpieczające z górnej partii muru i ze spadków przypór. Rozebrać całą koronę murów, dodać na trzy warstwy cegieł, wymurować ponownie na zaprawie zachowującej szybki transport wody, posiadającej markę wytrzymałości M4 (zalecana wytrzymałość na ścislenie (ok. 5-6MPa) i zawierającą trass np. Optosan TrassMortel; przedostatnią warstwę muru przemurować na hydrofobowej i mrozoodpornej zaprawie z trassem np. Optomur VorS; bezpośrednio przed ostatnią warstwą cegieł wykonać mineralną, elastyczną izolację poziomą z użyciem jedno-, lub dwukomponentowej mikrozaprawy cementowej np. Optostop AquaFlex 1K lub 2K; Ostatnią warstwę cegieł przemurować na hydrofobowej zaprawie Optomur Vor S z dodatkiem na bazie żywicy poliakrylowej zwiększającym elastyczność i przyczepność do izolacji np. Optostop HydroFlex. Należy odzyskiwać maksymalną liczbę cegieł z prac. Wymurować brakujące fragmenty korony murów. Przywrócić XIX wieczne zabezpieczenia w formie daszków tam, gdzie występowały, pozostałe partie zamykane na prosto wymurować zachowując lekki spadek korony murów. Ostatni ( górny) pas cegieł poddać hydrofobizacji na bazie żywicy silikonowych preparatem np. Funcosil SNL firmy Remmers. Uzgodnić hydrofobizację z technologiem.
7. Silnie zniszczone partie murów na dużych powierzchniach należy przemurować na zaprawach trasowych. Wyselekcjonować materiał nadający się do ponownego wmurowania, materiał silnie uszkodzony zastąpić zdrową cegłą. Wmurować brakujące cegły – patrz oznaczenia projektowe.1% pow.
8. Całość muru oczyścić chemicznie parą wodną lub gorącą wodą pod ciśnieniem z użyciem gotowego preparatu na bazie kwasu fluorowodorowego.
9. Miejsca niedoczyszczone oczyścić ściernie na sucho poprzez piaskowanie, pod kontrolowanym ciśnieniem (wyszkolony operator piaskarki). wykonując próby na różne rodzaje kruszywa (piasek szklarski, granulaty, korund itp ). Zatwierdzić u konserwatora- technologa wykonane próby. Omijać miejsca silnie osłabione. 10% pow.

10. W miejscach wysoleń, w partiach widocznych wybieleń mur należy odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem w proporcjach 1:1. Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. Czynność powtarzać kilkakrotnie. Wykonać badania zasolenia murów po zabiegu. 2% pow.
11. Wszystkie drobne ubytki w ceglach uzupełnić zaprawą reprofilacyjną zachowującą możliwie zbliżony do cegły transport wody, wytrzymałość na ściskanie maksym. 8MPa i zawierającą trass np. Optosan NSR – należy bardzo starannie opracowywać lico cegły aby dopasować je do cegły zabytkowej. 20% pow.
12. Wszystkie fugi muru wykuć i wymienić na fugi z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości ok. 0,5 – 1mm. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1. Wyszukać najlepiej zachowany fragment spoiny na przynajmniej dwóch metrach kwadratowych, wzmocnić preparatem hydrofilnym i pozostawić jako świadek. Nową spoinę zakładać cofając ją 1mm od lica muru, gracować.
13. Szczeliny i spękania w murze wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą jednak transport wody zgodny z cechami muru np. Optosan TrassInjekt.
14. Korony murów obronnych, do trzech warstw korony muru fugować na elastycznej i szczelnej spoinie np. Optosan TrassFuge specjal lub Optosan TrassFuge z dodatkiem żywicy poliakrylowej Optostop HydroFlex w kolorze jak pozostała spoina. Spoina nie może być mocniejsza od cegieł.
15. W przypadku dużych różnic kolorystycznych po oczyszczeniu murów cegły współczesne scalić laserunkowo do oczyszczonej cegły gotyckiej farbami mineralnymi Keim Restauro Lasur z Keim Restauro Fixativ z odpowiednio dobranym pigmentem. Wykonać próby do zatwierdzenia przez technologa.
16. Poziome występy muru zabezpieczyć dodatkowo izolacją mineralną na wierzchniej stronie
17. Pionowe spękania murów przeczyć metodą brutt saver – patrz projekt konstrukcyjny
18. Zrekonstruować zawałoną czałownię przy Baszcie Sowiej
18. Nie hydrofobizować murów z wyjątkiem ostatniej warstwy korony murów oraz występów muru.

#### Kamienie granitowe:

1. Wykuć całą spoinę z pomiędzy bloków granitowych.
2. Miejsca zaatakowane przez glony, charakteryzujące się zielonymi przebarwieniami kamienia zdezynfekować preparatem np. Preventol R-80 w 1,5-2% roztworze wodnym – przyjąć ok. 5% powierzchni muru. Miejsca bardzo silnie zaatakowane nasycić dwukrotnie przez natrysk spryskiwaczem lub przez nasycenie pędzlem. 20% pow.
3. Całość kamienia oczyścić przez piaskowanie jednorazowo drobnoziarnistym piaskiem szklarskim pod kontrolowanym ciśnieniem. Należy użyć maszyny do piaskowania o regulowanym ciśnieniu. Zabieg powinien wykonywać przeszkolony operator piaskarki.
4. Usunąć wszystkie „smarówki” cementowe z kamienia.
5. Miejsca z wysoleniami odsolić zakładając okłady z pulpy celulozowej z bentonitem w

proporcjach 1:1. Okłady pozostawić do całkowitego wyschnięcia. 3% pow.

6. Ubytki w elementach granitowych uzupełnić gładzami granitowymi polnym dopasowanymi kształtem, wielkością oraz sposobem obróbki do istniejącego lica muru.

7. Spoinę pomiędzy blokami granitu wykonać z materiału trasowo-wapiennego np. Optosan TrassFuge - z kruszywem wielkości ok. 1-2mm w kolorze szarym. Stosunek spoiwa do kruszywa 1:1. W miejscach dobrze zachowanej spoiny wapiennej pozostawić ją wzmacniając preparatem hydrofilnym KSE 100 i 300.

8. Rozwarstwienia muru, głębsze i szersze szczeliny i pustki pomiędzy blokami granitu wypełnić hydrauliczną zaprawą iniekcyjną, zachowującą transport wody zgodny z cechami muru np. Remmers Bohrlochsuspension. Nie hydrofobizować granitu.

## DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA F



Fot.86 Początek odcinka przy Baszcie Lodowej



Fot.87 Fragmenty zachowanych zapraw wapiennych





Fot.88 Widoczny większy odcinek muru



Fot.89 Dobrze zachowany fragment z uszkodzeniami korony murów



Fot.90 Widok na fragment przęsła



Fot.91Widok na całe przęsło z czatownią





Fot.92 Dobrze zachowany odcinek muru



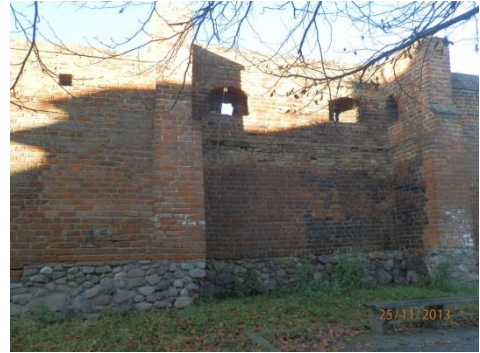
Fot.93 Widoczne silne zakażenie biologiczne obiektu



Fot.94 Zasłonięta przez zieleni korona muru



Fot.95 Zniszczone cegły w partii od korony murów



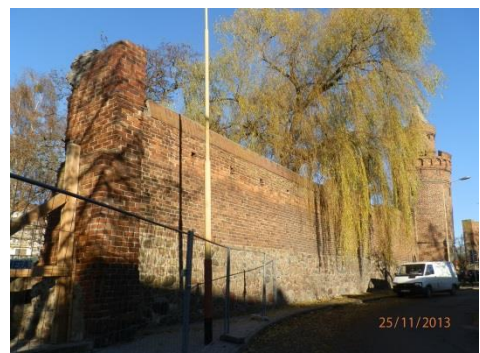
Fot.96 Zniszczone cegły na gzymsie wewnętrznym  
czatowni pod zaprawą cementową



Fot.97 Ostatnie przęsło odcinka F



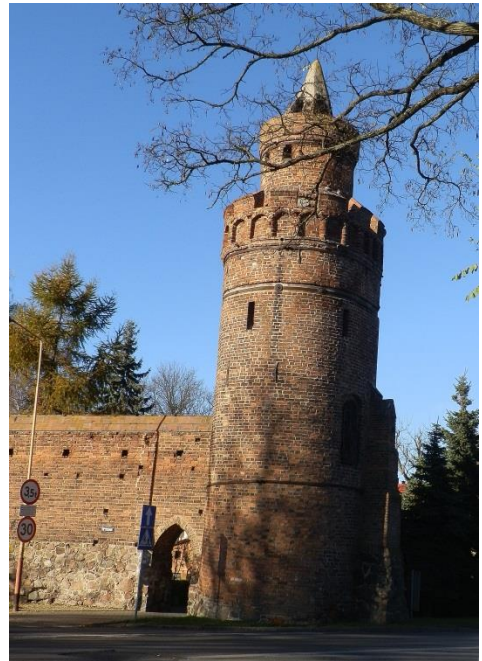
Fot.98 Pustka w miejscu zawalonej czatowni,  
zabezpieczony odcinek



Fot.99 Ostatni odcinek F do Baszty Sowiej



Fot.100 Uszkodzone fragmenty korony murów



Fot.101Zamknięcie odcinka z Basztą Sowią



Fot.102 Szczyt Baszty Sowiej w wtórnym tynkiem  
cementowym

## **U W A G A**

Należy pamiętać iż impregnację hydrofobizującą należy wykonywać na suche podłoże, po związaniu wszystkich założonych zapraw w odpowiednich warunkach atmosferycznych (plus 10C<sup>0</sup>). W przypadku pogorszenia się warunków należy zabezpieczyć mury przed zabiegiem! lub odłożyć zabieg na kolejny sezon. Konsultować postępowanie z nadzorem technologicznym.

**Preparaty wytypowane do konserwacji można stosować zamiennie w obrębie firm posiadających w sprzedaży profesjonalne preparaty do konserwacji zabytków jak np. Coverax, Remmers, Optholith, Sto Ispo, Keim, Baumił Bayosan po konsultacji z technologiem. Należy pamiętać o zachowaniu właściwych parametrów podanych w pkt.12.**

**Przy kosztorysowaniu należy przewidzieć przynajmniej 5% wartości zadania na prace nieprzewidziane.**

**Kompletem do niniejszego opracowania jest opracowanie projektu wzmocnień konstrukcyjnych, izolacji ( z uwzględnieniem izolacji muru od wilgoci z ziemi napierającej) usunięcia i zabezpieczenia zieleni wraz z niwelacją terenu.**

**Bardzo istotne przy pracach jest aby całkowicie i dokładnie usunąć wszelkie zaprawy cementowe z powierzchni muru.**

Opracowanie

.....