



COMPONO Sp. z o.o.

ul. Bohaterów Warszawy 21, 70-372 Szczecin

telefon: 501 632 021, 501 397 938

mail: biuro@compono.pl

NAZWA INWESTYCJI: REWITALIZACJA NA CELE KULTURALNE BASTIONU KRÓL – CZĘŚCI MUZEUM TWIERDZY KOSTRZYN		
ADRES:	Bastion Król, Zespół Fortyfikacji Twierdzy Kostrzyn, działka nr 76/60, 75/3, 75/4, 75/2, 74/7 w obrębie 6 miasta Kostrzyn nad Odrą.	
INWESTOR:	Miasto Kostrzyn nad Odrą , Ul. Graniczna 2 66-470 Kostrzyn nad Odrą	
FAZA:	EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO BASTIONU KRÓL	
BRANŻA:	KONSTRUKCYJNA	PODPIS
OPRACOWAŁ:	mgr inż. Bartosz Januszewski upr. bud. nr ZAP/0102/POOK/08 specjalność konstrukcyjno – budowlana mgr inż. Wojciech Witkowski upr. bud. nr ZAP/0135/POOK/12 specjalność konstrukcyjno – budowlana	

Documentation prepared for the project „FORTE CULTURA Capitalizing of fortified cultural heritage for sustainable development and competitiveness of cities and regions” implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF.

Lead partner of the Forte Cultura project:

Town Hall Kostrzyn nad Odrą

ul. Graniczna 2

66-470 Kostrzyn nad Odrą

+48 95 727 81 24

+48 95 727 81 93

mail: fortecultura@wp.pl

<http://www.forte-cultura-project.eu/>

SZCZECIN, STYCZEŃ 2014 R.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Compono Sp. z o.o.; NIP 8522596409, REGON 321171865; Nr konta: Bank Millenium 69 1160 2202 0000 0002 0838 1558; zarejestrowana w Sądzie Rejonowym w Szczecinie, XIII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego pod numerem KRS 0000406884, kapitał zakładowy 5 000,00 PLN, wpłacony w całości;



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND

I. ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

- 1. DANE OGÓLNE.**
- 2. PODSTAWA OPRACOWANIA**
- 3. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.**
- 4. OPIS ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH**
- 5. ANALIZA I ZALECENIA**
- 6. OCENA OGÓLNA STANU TECHNOLOGICZNEGO KAZAMAT**

II. EKSPERTYZA TECHNICZNA

1. Dane ogólne

- 1.1 Inwestor : Miasto Kostrzyn nad Odrą
Ul. Graniczna 2
66-470 Kostrzyn nad Odrą
- 1.2 Przedsięwzięcie : Rewitalizacja na cele kulturalne Bastionu Król – części Muzeum Twierdzy Kostrzyn
- 1.3 Obiekt : Bastion Król
- 1.4 Branża : Konstrukcja
- 1.5 Faza : Ekspertyza techniczna
- 1.6 Lokalizacja : dz. nr 76/60, 75/3, 75/4, 75/2, 74/7
w obrębie 6 miasta Kostrzyn nad Odrą.

2. Podstawa opracowania

- 2.1 Zlecenie branży architektonicznej.
- 2.2 Wizja lokalna z dokonaniem szczegółowych oględzin, inwentaryzacji i pomiarów własnych.
- 2.3 Dokumentacja fotograficzna.
- 2.4 Dokumentacja prac badawczych „Sondaż na tarasie Bastionu Król” z dnia 21-22 styczeń 2014r.

3. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem oceny technicznej stanowią elementy konstrukcyjne bastionu Król, zespołu fortyfikacji nowożytnych z XVI-XIX w. Obiekt znajduje się na terenie Starego Miasta w Kostrzynie nad Odrą, na południowo wschodnim jego skraju, wzdłuż rzeki Odry i zachowanych odcinków fosy. Celem oceny jest, stan techniczny obiektu mający na celu wykonanie projektu budowlanego, odbudowy boku południowo-zachodniego bastionu Król, odbudowy umocnień ziemnych, nadszańca wraz z remontem kazamat. Wiąże się to również, z remontem murów elewacyjnych oraz częściową ich odbudową. Naprawą objęta zostanie również część stropowa kazamat, oraz nadszańiec.

4. Opis rozwiązań konstrukcyjnych

4.1 Charakterystyka obiektu.

Przedmiotowy obiekt wchodzący w skład zespołu fortyfikacji z XVI-XIX w. znajduje się na terenie starego miasta w Kostrzynie nad Odrą, na południowo-zachodnim jego skraju, wzdłuż rzeki Odry i zachowanych odcinków fosi. Cały obszar Starego Miasta jest objęty strefą ochrony konserwatorskiej i obserwacji archeologicznej. Zespół fortyfikacji Twierdzy Kostrzyn wpisany jest do rejestru zabytków pod nr KOK-I-81/76 z dnia listopada 1976r.

Bastion król powstał podczas pierwszego etapu rozbudowy twierdzy w 1568, i stanowi jeden z najstarszych elementów twierdzy. W latach jego funkcjonowania stanowił jeden z najsilniejszych elementów twierdzy. Podczas II Wojny Światowej, Bastion Król został zniszczony i stał się miejscem mauzoleum żołnierzy radzieckich, poległych w walkach w 1945r.

Obiekt zbudowany był z borku, oraz trzykondygnacyjnych rozbudowanych podziemnych kazamat. Ponadto charakterystycznym elementem bastionu, jest tzw. Mały Nadszańiec, skrywający wejście do rozległych podziemi. Na górnej części nadszańca znajdują się trzy ciągi kazamat. Nawy skrajne kiedyś dwukondygnacyjne przedzielone stropem drewnianym opartym na ceglanych wspornikach. Z poziomu północnej kazamaty zlokalizowanej w obrębie nadszańca, znajduje się zabiegowa klatka schodowa wiodąca do niżej położonego systemu kazamat. Układ pomieszczeń kazamat we wnętrzu bastionu, niegdyś służących za stanowiska bojowe, schrony i składy. W pomieszczeniu nadszańca widoczny system wentylacyjny sygnalizuje wojenny magazyn prochu z przełomu XVII i XVIII w. Kazamaty tworzą jeden z ciekawszych rozwiązań wewnątrz fortecznych. Korony murów, oraz stropy bastionu, od strony rzeki Odry porośnięte samosiewkami drzew i krzewów. W murze widoczne uzupełnienia ubytków, niezgodne ze sztuką konserwatorską, z przypadkowo dobranego materiału rozbiórkowego, oraz bez właściwych doborów zapraw. Ciąg murów w obrębie dawnego mauzoleum żołnierzy radzieckich stanowiła ciąg spacerowo-widokowy, który z uwagi na stan techniczny sklepień kazamat, został wyłączony z użytku.

W bezpośrednim sąsiedztwie bastionu znajdują się ruiny kwartałów zabudowy Starego Miasta, a także obiekty charakterystyczne dla kostrzyńskiej starówki.

4.2 Podłoże gruntowe.

Według dokumentacji geotechnicznej stwierdzono występowanie gruntów antropogenicznych, które zostały skonsolidowane prawdopodobnie pod własnym ciężarem. Są to nasypy w stanie średnio zagęszczonym o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_d=0,45-0,5$. Z uwagi na brak możliwości wykonania odwiertów w środkowej części barku, odwiert wykonano możliwie jak najbliżej istniejącego muru, poza obrysem obiektu. Badania gruntu są badaniami orientacyjnymi, mającymi na celu przybliżenie rodzaju zalegającego nasypu ziemnego. Przed przystąpieniem do prac budowlanych, należy wykonać odkrywkę trwałej ruiny, a proponowane rozwiązania naprawcze zweryfikować z projektantem.

4.3 Konstrukcja obiektu i jego stan.

Obiekt w kształcie czworoboku z dwoma skrzyżowanymi pod kątem ostrym czołami, oraz krótkimi barkami z wejściem do systemu kazamat.

Mury kurtynowe zewnętrzne od strony rzeki Odry

Mury powyżej istniejącego terenu, od strony Odry, wzniesiono z cegły, na zaprawie wapiennej, starannym i jednorodnym wiązaniem. Mury kurtynowe w miejscu styku z gruntem zabezpieczone przed bezpośrednim działaniem wody rzecznej, opaską żelbetową z odsadzką około 40cm, głębokości posadowienia nie określono. Wierzchnia warstwa cegieł (lico muru), z silnie skorodowaną cegłą. W miejscach gdzie mur pokryty jest tynkiem cementowym, większej wytrzymałości niż materiał pierwotny, występują silne odparzenia powodujące korozję cegieł i ubytki fugi. Korozja lica muru jest na tyle silna, że cegły wykruszają się przy ich dotykaniu. Na murach niektóre z widocznych zarysowań, spowodowane działaniami wojennymi. W kilku miejscach ściany obiektu zostały przemurowane z użyciem niespójnego materiału z materiałem pierwotnym. Procesem powodującym przyspieszenie korozji murów jest również lokalnie porastająca roślinność. Korona muru została przemurowana i pokryta wieńcem żelbetowym do którego mocowane są barierki. Ogólny stan techniczny murów, mimo licznych ubytków cegieł i zaprawy oraz lokalnych spękań w warstwie licowej ścian, określa się jako dobry. Większość widocznych uszkodzeń, w tym również lokalne spękania, nie są groźne dla stateczności i przyszłości egzystencji budowli. Przyczyny wielu z powyższych uszkodzeń są powodowane wieloletnim działaniem czynników atmosferycznych, przy niedostatecznym zabezpieczeniu obiektu oraz złym

doborze materiałów zabezpieczających. Przyziemia bastionu i murów kurtynowych narażone są na bezpośrednie działanie wody z rzeki Odry i fosy.

Fot.1,2 Wierzchnia warstwa cegieł (lico muru), pokryta tynkiem cementowym z wyraźną korozją cegieł



Fot. 3 Widok korozji biologicznej cegieł muru w rejonie fosy

Fot. 4 Widok opaski żelbetowej z odsadzką około 40cm



Mury lewego barku (południowego)

W wyniku działań wojennych pod koniec II Wojny Światowej, zarówno konstrukcja sklepień łukowych przykrywających bark, jak również ściany kurtynowe zostały całkowicie zniszczone. Zachowały się tylko pojedyncze fragmenty sklepień oraz ścian nośnych. Na podstawie przeprowadzonej oceny wizualnej obiektu, polegającej na zbadaniu geometrii, smukłości, rodzaju rys i miejsc ich występowania, można stwierdzić że elementy pozostałości konstrukcji barku są w stanie równowagi obojętnej. Słabe zespolenie pozostałości elementów murowych wskazuje na możliwość dalszego występowania uszkodzeń, które mogą mieć lokalny charakter, niezagrożający trwałości konstrukcji.

Podczas prowadzonych prac naprawczych, w rejonie barku południowo-zachodniego w październiku 2013r, usunięto całą roślinność oraz nasypy ziemne. Po usunięciu warstwy ziemi oraz gruzu, do poziomu istniejącego terenu odkryto fragmenty sklepień łukowych świadczących o istnieniu dodatkowej kondygnacji łączącej poziom -2 kazamat nadszańca.

Z uwagi na zły stan techniczny i groźbę zawalenia pozostałości sklepienia przy frontowej ścianie barku, sklepienie rozebrano i przemurowano z zachowaniem pierwotnego kształtu. Korony murów zostały przemurowane z cegły pełnej, odzyskanej podczas prac odkrywkowych. Prace wykonano w celu utrzymania stanu istniejącego obiektu, zanim nie zostaną przeprowadzone zabiegi konserwatorskie.

Fot. 5 Widok barku południowego z poziomu tarasu nadszańca

Fot. 6 Widok barku południowego z poziomu istniejącego nasypu



Fot. 7 Widok pozostałości muru barku południowego

Fot. 8 Widok fragmentu pozostałości ściany kurtynowej



Fot. 9 Widok przemurowanego sklepienia przy frontowej ścianie barku od strony wewnętrznej

Fot. 10 Widok przemurowanego sklepienia przy frontowej ścianie barku od strony zewnętrznej



Kazamaty w poziomie -1

Zarówno ściany jak i sklepienia łukowe kazamat, wzniesiono jako murowane z cegły pełnej na zaprawie wapiennej. Układ warstw stropów tworzą sklepienia kolebkowe ceglane, warstwowe, z nasypem gruntowym grubości około 60cm. Grubość warstwy nośnej sklepienia, nad nadszańcem, określa się jako jednorodne w postaci dwóch cegieł układanych w pionie. O grubości sklepień świadczyć mogą miejsca w obrębie pionów wentylacyjnych, na których widać wyraźny układ cegieł. W części pomieszczenia korytarza (-1.03), ściany częściowo wyłożone tynkiem z wieloma ubytkami. Ściany oddzielające korytarz od pomieszczeń kazamat gr. 60cm. Posadzka ceglana z widocznymi śladami skraplającej się wody. Z uwagi na brak izolacji poziomej sklepień nadszańca oraz brakiem prawidłowego odprowadzania wody opadowej, sklepienia oraz ściany ze śladami zawilgoceń. Na ścianach widoczne lokalne zarysowania powstałe prawdopodobnie podczas działań wojennych. Po uzyskaniu informacji od osób, analizujących obiekt od kilkunastu lat, stwierdzono że istniejące rysy nie powiększają się. Stabilność konstrukcji, wskazuje że te partie murów znajdują się w stanie równowagi stabilnej i nie są zagrożeniem dla stateczności obiektu, nawet bez konieczności podejmowania prac zabezpieczających w niedalekiej przyszłości.



**CENTRAL
EUROPE**
COOPERATING FOR SUCCESS.



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND

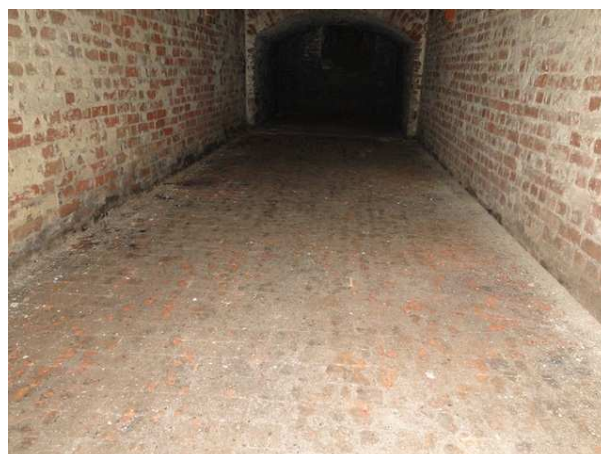
Fot. 11 Widok sklepienia kazamaty w rejonie otworów wentylacyjnych

Fot. 12 Widok zarysowanej ściany w rejonie łuku wzmacniającego ścianę kazamat



Fot. 13 Widok sklepienia wyłożonego tynkiem

Fot. 14 Widok posadzki ze śladami skroplin wody



Kazamaty w poziomie -2 (nadszańce)

Układ stropów podobnie jak dla nadszańca w poziomie -1, przedstawia się jako sklepienia kolebkowe jednowarstwowe, wspierana na ścianach murowanych. We wszystkich pomieszczeniach ściany oraz sklepienia łukowe, pokryte zaczynem w postaci rozcieńczonej smoły. Wysoki poziom wilgotności oraz chłód, jaki panuje w kazamatach, wywołują odparzanie się lica cegieł. Elementy murowane wykonane jako wypełniające, wyróżniają się znacznie klasą cegieł oraz jakością zaprawy. Kazamaty nadszańca w poziomie -2 przedstawiają stabilny układ stateczny bez zagrożenia wystąpienia awarii.

Fot. 15 Widok sklepienia kazamat pomalowanego zaczynem ze smoły

Fot. 16 Widok przemurowań ściana wypełniających



Kazamaty w poziomie -2 poza częścią nadszańca

Do kazamat w poziomie -2 dostać się można, z poziomu -1 kazamaty, zabiegową klatką schodową. Klatka schodowa ceglana ze stropem łukowym wykonana w ścianie między poziomami. Stropy łukowe pełne półkoliste grubości jednej cegły, z licznymi ubytkami i korozją biologiczną zarówno cegły jak i zaprawy wapiennej.

Wewnątrz pomieszczeń kazamat na sklepieniach widoczne skropliny wody, które są wynikiem kondensacji pary wodnej, oraz przenikaniem wody opadowej. Woda przesączająca się przez taras bastionu i następnie przez sklepienia, powoduje wypłukiwanie się zaprawy, a rozpuszczone w niej sole powodują powolną, systematyczną destrukcję cegieł. Dodatkową przyczyną degradacji elementów nośnych sklepień, jest erozja mrozowa wynikająca z stosunkowo małej ilości nasypu.

Kazamaty oznaczone (-2,12) i (-2,14), przykryte są zachodzącymi na siebie sklepieniami o różnych rozpiętościach i poziomach. Powstały na ich połączeniu uskoki wskazują na granicę pierwotnie zasklepionych części pomieszczeń. Mur zamykający przestrzeń między sklepieniami sugeruje, każde ze sklepień było wykonywane w różnym czasie. W sklepieniach występują otwory wentylacyjne zabezpieczone, elementami stalowymi. Cembrownia szybu, wykonana jako okrągła o średnicy 80-90cm. Po dokonaniu odkrywek, w styczniu 2014r, przez zespół archeologów i architektów, określono faktyczną grubość sklepień, oraz warstwy nasypów ziemnych. Stropy łukowe wykonano w postaci jednej warstwy cegieł układanej w pionie gr. około 28-29cm, przykryte warstwą ziemi grubości 25cm w części wyższej oraz 50cm w części niższej. Sklepienia wzmocnione gurem, ułożonym z cegieł, ustawionych na bocznych ścinakach, grubości około 14cm oraz szerokości 48-49cm. Z uwagi na prawdopodobieństwo zachwiania pracy konstrukcji sklepienia, podczas zdejmowania dalszej ilości nasypu ziemnego,



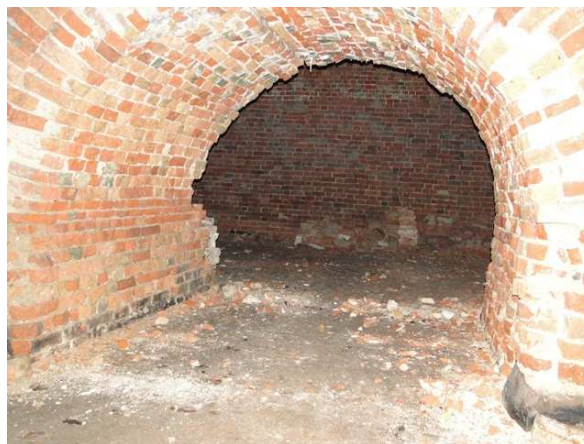
odległości między gurtami nie określono.

Na wysokości górnej krawędzi, sklepienia wyższego, bezpośrednio pod warstwą ziemi znajduje się ceglana posadzka, wykonana z ustawionych na sztorc cegieł, spojonych zaprawą wapienną. Szczegółowy opis przeprowadzonych prac badawczych opisano, w Sondażu na tarasie bastionu Król, wykonany w 21-22 styczeń 2014r. przez archeologa muzeum mgr Krzysztofa Sochę oraz mgr Marcina Wichrowskiego, przy asyście mgr inż. arch. Janusza Nekanda-Trepkę i mgr inż. arch. Konrada Wesołowskiego.

Pomimo licznych ubytków i korozji cegieł ogólny stan techniczny sklepień, nad kazamatami (-2,12) i (-2,14), określa się jako dobry. Większość widocznych uszkodzeń, nie zagrażają stateczności. Należy jednak podjąć prace związane z zabezpieczeniem, i polepszeniem kondycji elementów nośnych.

Fot. 17 Widok belek łukowych wykonano w postaci jednej i dwóch warstwy cegieł układanej w pionie

Fot. 18 Widok sklepienia łukowego między kazamatami z licznymi ubytkami w cegle



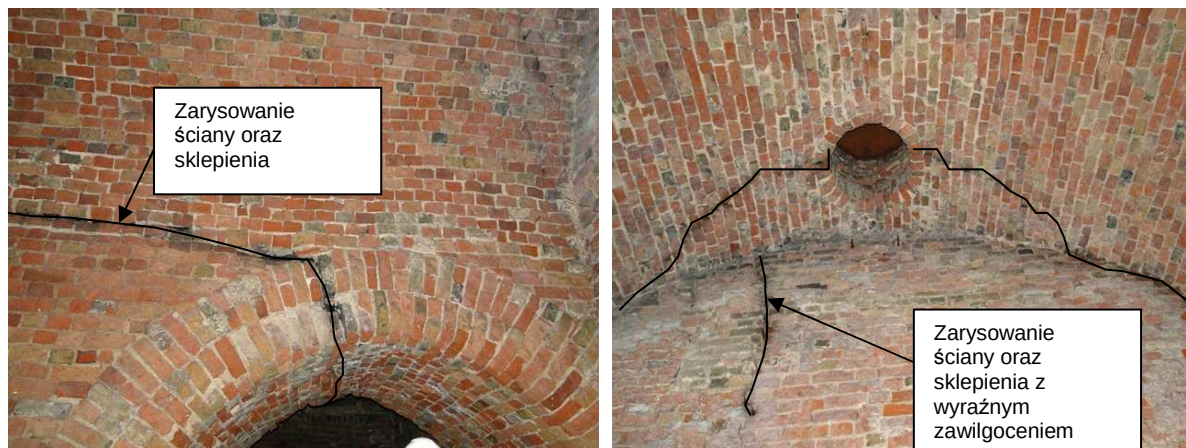
Fot. 19 Widok zachodzących na siebie sklepień od wewnątrz kazamaty

Fot. 20 Widok uskoku na sklepieniach kazamat od zewnątrz



Fot. 21 Widok zarysowania ściany oraz sklepienia na całej szerokości muru

Fot. 22 Widok zawilgoconych zarysowań rys w rejonie cembrowni



Zdecydowanie w najgorszej kondycji jest strop nad kazamatą (-2.15), gdzie stwierdzono ubytki części stropu do połowy grubości. Cegły sklepienia z powodu dużej wilgotności powietrza są zmurszałe, z widocznym rozpajaniem się struktury cegły. Strop przykryty warstwą ziemi około 200cm. Obserwacje wewnątrz kazamaty pozwoliły na stwierdzenie, że stan techniczny stropu jest zróżnicowany. Duża smukłość konstrukcji w miejscu rozległych uszkodzeń, sugeruje zbliżającą się awarię lub zniszczenie konstrukcji. Brak zabezpieczenia stropu może powodować dalszą korozję i utratę stateczności. Na podstawie przeprowadzonej analizy stropu łukowego dla najsłabszej cegły i zaprawy, z uwzględnieniem występujących ubytków, stwierdza się, że jakakolwiek ingerencja w grunt nasypowy stropu może spowodować utratę jego stateczności. W celu uniknięcia możliwości powstania awarii obiektu, zakłada się rozbiórkę zniszczonego sklepienia i wykonanie nowego z wykorzystaniem szalunku w postaci krążyn, z desek ustawionych na podłużnych belkach. Podjęcie takiej decyzji, podyktowane jest doświadczeniem zdobytym podczas prac prowadzonych na bastionie Filip. Zastosowane tam rozwiązanie wzmocnienia sklepienia w postaci, żelbetowego sklepienia układanego bezpośrednio na sklepieniu istniejącym, przejmuje całkowite obciążenie, ale wpływa negatywnie na fizykę konstrukcji.

Rozwiązanie wzmocnienia sklepienia metodą natryskową (torkretu), z powodu licznych ubytków w stropie oraz silnej korozji cegieł, w tym przypadku również nie będzie spełniać swojego zadania. Metoda ta wymaga uzyskania odpowiednio przygotowanego podłoża, które w przypadku tak silnej korozji cegły jest nie możliwe. Sklepienie musi być równe i oczyszczone z luźnych fragmentów.

Fot. 23 Widok ubytku sklepienia na połowie grubości w miejscu otworu wentylacyjnego

Fot. 24 Widok ubytku sklepienia w rejonie ścian



Zarys ubytku w sklepieniu na głębokości połowy grubości



Zarys ubytku w sklepieniu na głębokości połowy cegły

Zarys ubytku w sklepieniu na głębokości całej cegły

Fot. 25 Widok ubytków w sklepieniu oraz zmurszałej cegły na ścianie

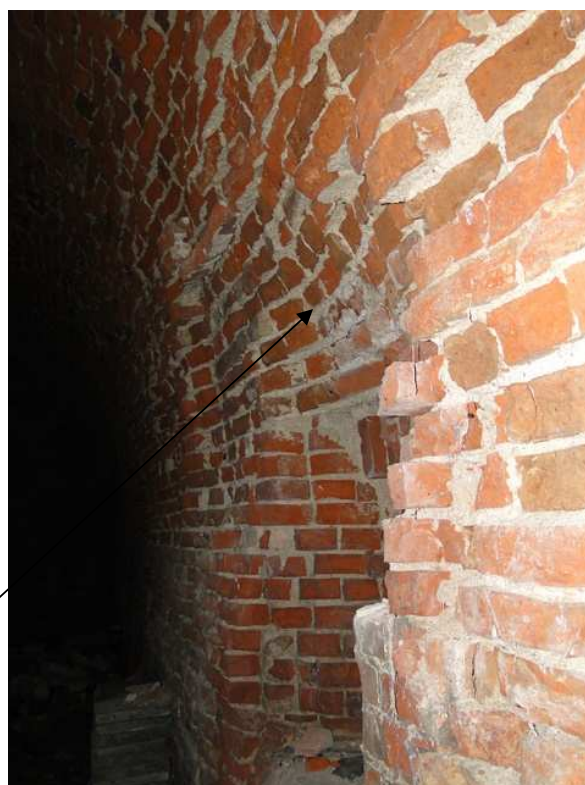
Fot. 26 Widok ubytków cegły na łączeniu ścian ze sklepieniem



Ubytek cegły w sklepieniu

Widok zmurszałej cegły na ścianie

Widok ubytków cegły na łączeniu ścian ze sklepieniem



Fot. 27 Widok wykwitów solnych na sklepieniu powstałych w wyniku przenikania wody opadowej i dużej wilgotności powietrza.



Fot. 28 Widok skorodowanych elementów stalowych

Widok niszczenia cegły pod wpływem działania wody opadowej przenikającej przez sklepienia i rozpuszczonych w niej solach mineralnych

Wszystkie posadzki w pomieszczeniach kazamat wykonane jako ceglane na gruncie.

W kazamatach wszystkie metalowe elementy jak drzwi i haki, z uwagi na duże zawilgocenie powietrza w znacznym stopniu skorodowane.

Mur wewnętrzny połączony z Bramą Berlińską

Mury wewnętrzne od strony starego miasta Kostrzyn, składa się z dwóch części. Odcinek muru od strony, wjazdu na taras kazamat bastionu Król, wykonano w latach współczesnych jako żelbetowy mur oporowy. Drugi odcinek połączony z murem Bramy Berlińskiej, wykonany jako murowany z cegły pełnej na zaprawie wapienno-piaskowa, znajdujący się w stanie ruiny. W środkowej części muru znajdują się sklepienia łukowe, stanowiące wejście do pomieszczeń kazamat. Wyraźne ubytki w sklepieniu i jego złamanie, powstałe prawdopodobnie podczas działań wojennych, wykazują obojętną stabilność konstrukcji. Występujące uszkodzenia nie powodują, zagrożenia zniszczenia, powodują jedynie zmianę schematu statycznego nieznacznie różniące się od stanu istniejącego. Korona muru przykryta warstwą nasypu ziemnego. Na kurtynie, aż po Bramę Berlińską nasypy ziemne wielokrotnie przebudowywane.

Fot. 29 Widok załamane go sklepienia

Fot. 30 Widok przerwanego muru



5. Analiza i zalecenia

Kazamaty na przestrzeni kilkudziesięciu lat oraz podczas prowadzenia działań wojennych uległy częściowej destrukcji polegającej głównie na zwiertzeniu fragmentów cegieł i degradacji spowodowanej zawilgoceniem przez wody opadowe. Cegły w dolnych partiach muru zawilgocone poprzez stały kontakt z rzeką Odrą. Wewnątrz pomieszczeń na ścianach wewnętrznych oraz sklepieniach stropowych stwierdzono liczne zawilgocenia oraz lokalne ubytki w cegle.

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji stanu istniejącego, ścian oraz stropów, ogólny stan techniczny omawianych elementów Bastionu Król, Twierdzy Kostrzyn ocenia się jako stabilny, nie zagrażający powstaniu katastrofy. Należy jednak podkreślić że przebywanie osób postronnych, jest zabronione. Liczna korozja biologiczna cegieł, i ich odpadanie może doprowadzić do utraty życia lub trwałego kalectwa. Obiekt kwalifikuje się do planowanego remontu konserwatorskiego. Elementy konstrukcyjne, wymagają pełnej konserwacji zachowawczej i naprawczej.

Przed przystąpieniem do prac konserwatorskich, należy na bieżąco wykonywać badania architektoniczne i archeologiczne. Dopiero po identyfikacji poszczególnych faz stanu istniejącego, można będzie określić szczegółowe wytyczne napraw obiektu. W chwili obecnej nie można wykluczyć, że badania ujawnią relikty wcześniejszych elementów bastionu, które mogłyby rozszerzyć zakres proponowanych prac.

W chwili obecnej, w celu usunięcia uszkodzeń istniejących murów oraz stropów bastionu Król, należy wykonać następujące prace:

- usunięcie wszelkiej roślinności porastającej mury bastionu oraz sklepienia, destrukcyjnie wpływającej na mury oraz sklepienia.
- oczyszczenie elementów ceglanych z porostów oraz wykwitów.
- likwidacja wykwitów solnych na murach oraz sklepieniach stropowych
- szczeliny i silne spękania spiąć kotwami nierdzewnymi lub połączyć systemem łączy murów ceglanych.
- uzupełnienie ubytków cegieł w miejscach silnie skorodowanych
- przemurowanie ostatnich warstw cegieł uszkodzonych koron murów
- naprawa murów zewnętrznych kurtynowych i nadszańca –przemurowania, wymiany zapraw, wzmocnienia, wymiana całego lica nadszańca
- odtworzenie nasypu ziemnego przy podstawie korony muru.
- odtworzenie nasypów ziemnych na terenie bastionu
- odbudowa tarasu nadszańca wraz z wykonaniem przedpiersia z cegły.
- rozebranie istniejącego sklepienia łukowego nad kazamatą (-2.15), i przemurowanie na nowo
- wykonanie łukowego stropu żelbetowego w miejscu lewego barku
- rozbiórka istniejącego muru, przy Bramie Berlińskiej, oraz jego odbudowa
- wykonanie nowej instalacji elektrycznej, dopasowanej do funkcji obiektu.
- w celu obserwacji dalszej regresji obiektu oraz podczas prowadzenia prac należy zamontować repery kontrolne jak również wskaźniki rozwarcia rys.
- fundamenty muru które okażą się szczególnie osłabione należy przed uzupełnieniem ubytków wzmocnić preparatem do wzmocnienia kamieni oparty na ekstraktach kwasu krzemowego.
- z uwagi na prawdopodobieństwo występowania wolnej przestrzeni pod schodami, należy wykonać odkrywkę w celu weryfikacji konstrukcji i ewentualnego wzmocnienia schodów.

Wszystkie prace należy wykonywać szczegółowo z programem prac konserwatorskich.

Biorąc pod uwagę stan techniczny obiektu, wszystkie prace należy prowadzić ze szczególną ostrożnością.

Odtworzenie nasypu ziemnego kazamat

Przed przystąpieniem do prac związanych z odtwarzaniem nasypu ziemnego, z uwagi na istniejący stan techniczny stropów łukowych, w pierwszej kolejności, należy podstemplować sklepienia z wykorzystaniem rusztowań górniczych. Dla tak zabezpieczonych stropów można przystąpić, do usuwania zalegających warstw ziemi wraz z całą roślinnością, aż do poziomu sklepienia kazamat. Dodatkowo należy odsłonić wewnątrz lico muru oskarpowania. Sklepienia oraz fragmenty odkrytych murów, należy oczyścić z pozostałości ziemnych. Z uwagi na liczną korozję oraz ubytków w cegle prace związane z usuwaniem nasypów wykonywać ze szczególną ostrożnością. Zabrania się używania sprzętu ciężkiego powodującego drgania, stropy grożą zawaleniem.

Po całkowitym oczyszczeniu i wyschnięciu cegieł, należy wykonać dezynfekcję roztworem natryskowym, do dezynfekcji grzybów pleśniowych na murach. Wykonać wzmocnienia i przemurowania ubytków w murze. Na tak przygotowanym stropie, można przystąpić do odtworzenia nasypów ziemnych, wg szczegółowych wytycznych architektonicznych w porozumieniu z konserwatorem zabytków.

Odwodnienie wody powierzchniowe należy odprowadzić poza lico ścian nośnych.

Likwidacja wysoleń w cegle:

Mur posiada szereg cegieł które pod wpływem wilgoci i dużej zawartości soli rozpuszczalnych w wodzie uległy dezintegracji. Wieloletni proces podciągania wody gruntowej z siarczanami i deszczówki z chlorkiem sodu nie tylko zawilgocił ściany oraz sklepienia, ale także spowodował ich zasolenie. Objawia się to między innymi powstawaniem białych wykwitów soli i szarych plam a następnie dezintegracją cegły.

Ściany wymagają odsolenia metodą swobodnej migracji do rozszerzonego środowiska. Po umyciu wodą pod ciśnieniem cegieł, nałożyć kompres na bazie pulpy celulozowej, piasku i bentonitu o grubości około 1 cm. Do zarabiania użyć wody demineralizowanej, odczekać do kompletnego wyschnięcia kompresu na murze, usunąć. Zasolenie ponownie zmierzyć. Odsalanie muru należy powtórzyć, jeżeli wyniki badań potwierdzą jeszcze wysoki stan zasolenia muru (powyżej 0,5%).

W celu zabezpieczenia przed dalszym pojawianiem się wykwitów solnych, obiekt należy przede wszystkim zabezpieczyć przed stałym zawilgoceniem korony muru, poprzez kontrolowane odprowadzanie wody opadowej z nasypów ziemnych oraz izolacje przeciwwilgociowe stropów.

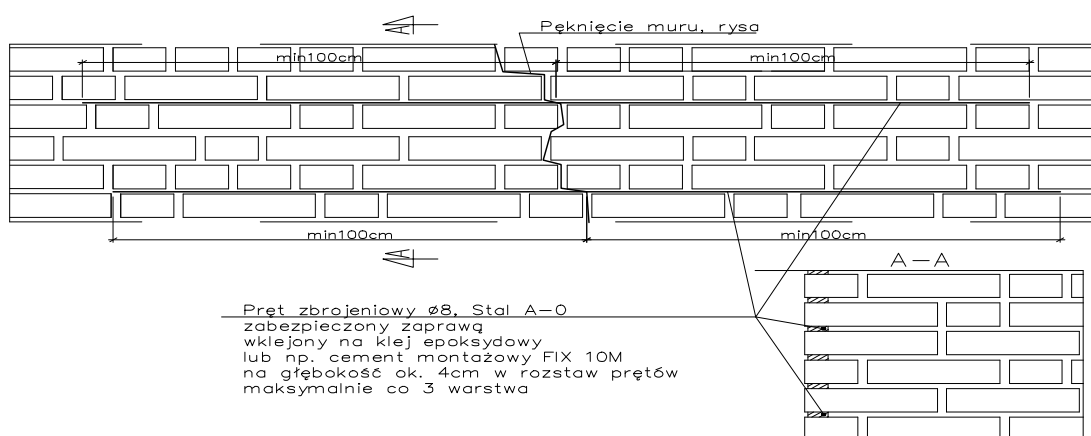
Likwidacja mchów i porostów:

W celu dogłębnego usunięcia porostów i mchów, należy zastosować środki chemiczne. Podczas prowadzenia prac wszystkie zmurszałe cegły należy usunąć i przemurować. Przebarwienia usunąć przy pomocy przegrzanej pary wodnej. Czarne plamy melaninowe po grzybach usunąć 15% perhydrolem lub podchlorynem wapnia. Miejsca skażenia należy potraktować biocydem. Zabieg niszczenia drobnoustrojów należy wykonać w miejscach wzrostu drobnoustrojów przesycając starannie warstwy powierzchniowe muru na głębokość około centymetra preparatem biobójczym.

Naprawa spękań i zarysowań muru.

Wzmocnienie:

- Przed wzmocnieniem elementu wypełnić rysy i spękania specjalną zaprawą mineralną do cegieł.
- Usunąć tynk ze ściany (co najmniej na 50 cm z obu stron pęknięcia, lub rysy), jeśli tynk na danym odcinku występuje.
- Usunąć zaprawę ze spoin na głębokość 4-5cm (co najmniej z 2-3 spoin powyżej i poniżej rysy).
- Dokładnie oczyścić spoiny i powierzchnie ścian, skorodowane i zniszczone cegły.
- Spoiny wypełnić zaprawą epoksydową
- Wcisnąć pręt stalowy gwintowany ocynkowany o średnicy 6mm zabezpieczony dodatkowo zaprawą antykorozyjną na głębokość ok.3-4cm. Pamiętać należy aby pręt zachodzić przynajmniej 100cm z każdej strony rysy, pęknięcia.
- Spoinę w ceglach uzupełnić specjalną trasowaną zaprawą do spoinowania murów zabytkowych. Przygotowanie podłoża: Podłoże musi być nośne, czyste, stabilne i wolne od zabrudzeń i substancji zmniejszających przyczepność. (dotyczy to zwłaszcza cegieł formowanych ręcznie i o wyglądzie rustykalnym) Luźne części pozostałe na powierzchni cegieł osłabiają siłę wiązania.



Przemurowanie murów

Odbudowę murów należy prowadzić, na podstawie historycznych fotografii lub rysunkach, ustalić pierwotny wygląd obiektu i skarp. Elementy ciągłe jak gzymsy odtworzyć na podstawie zachowanego wzoru. Wszystkie zaprawy do cegieł należy stosować, w porozumieniu z konserwatorem.

Naprawa murów zewnętrznych kurtynowych i nadszańca

W pierwszej kolejności należy, usunąć z lica muru roślinność poprzez ostrożne wkucie na maksymalną głębokość zakorzenienia, w przypadku braku możliwości całkowitego usunięcia części korzeni zaleca się użyć środków chemicznych, niszczących roślinność. Tynk na fragmencie muru do usunięcia.

Wykucie zwietrzałych spoin na głębokość min. 3 cm i oczyszczenie stalowymi szczotkami wykonanie ponownego spoinowania przy użyciu zaprawy odpowiadającej po wyschnięciu barwie i fakturze spoinom istniejącym. Uzupełnienie ubytków lica muru i przeszycie pęknięć, przy użyciu cegły odpowiadającej wymiarem i kolorem cegle istniejącej, szczelinę pomiędzy betonową opaską a oskarpowaniem w partii przyziemia należy uzupełnić zaprawą z zawartością środka hydrofobowego. Po uzupełnionych fragmentach muru należy przystąpić do uzupełniania fugi. Wszystkie fugi, które się osypują i wtórne fugi cementowe należy usunąć w sposób mechaniczny (metoda wycinania fugi, dłutowania lub frezowania). Przy tym zabiegu nie może dochodzić do uszkodzania brzegów cegieł. Fugowanie muru ceglanego przeprowadzić przy użyciu zaprawy wapiennej o odpowiednich właściwościach kapilarnych i mechanicznych (nasiąkliwość powyżej 20%, wytrzymałość na ściskanie 4-5 Mpa). Spoiny ze względu na swoją funkcję w murze powinny posiadać niższą wytrzymałość mechaniczną i większą nasiąkliwość od cegieł. Kolor fugi należy dopasować do fugi oryginalnej lub do ogólnego wizerunku estetycznego ściany.

Wykonanie nowego sklepienia ceglanego:

Remont istniejącego sklepienia, polegać będzie na odtworzeniu stanu pierwotnego. Rozbiórka sklepienia i przemurowanie nowego, ma na celu doprowadzenie obiektu, do odpowiedniego stanu technicznego, z zachowaniem dotychczasowego przeznaczenia.

Przed przestąpieniem do zdejmowania warstw gruntu, w pierwszej kolejności, sklepienie podeprzeć z wykorzystaniem krążyn z desek ustawionych na podłużnych belkach za pomocą klinów. Kliny ułatwią usunięcie krążyn po wymurowaniu sklepienia.

Następnie należy przystąpić do usunięcia drzew, rosnących na górnym tarasie kazamat, których

korzenie naruszają konstrukcję sklepień. Wycinkę zaleca się prowadzić przy samym gruncie, po czym przystąpić do usuwania korzeni. Prace prowadzić ze szczególną ostrożnością, wykorzystanie sprzętu ciężkiego takiego jak koparki, może spowodować utratę stateczności sklepienia, zaleca się stosowanie urządzeń mniej inwazyjnych.

Po usunięciu nasypów roślinności i nasypu ziemnego, można przystąpić do rozbiórki sklepienia.

Do wykonywania nowego sklepienia przystąpić po ówczesnym przygotowaniu podłoża. Łuk wykonywać na deskowaniu opartym na krążynach, cegły układając zgodnie z zasadami wiązania murów. Murowanie sklepienia wykonywać jednocześnie w dwóch wezłowniach, zakończenie wykonać w postaci zwornika w kluczu sklepienia. Prawidłowe wykonanie spoin, prostopadłe do podniebienia łuku, ustalać ruchoma listwą lub sznurkiem przywiązany do gwoźdźcia wbitego w środek okręgu łuku. Sklepienie wykonać w postaci dwóch warstw cegieł układanych na sztorc.

Rodzaj izolacji oraz sposób przykrycia warstwą ziemną, wykonać wg wytycznych programu prac architektonicznych.

Prace w rejonie trwałej ruiny (bark południowego)

W związku z założonymi pracami, rewitalizacji Bastionu Król – części Muzeum Twierdzy Kostrzyn, należy wykonać odbudowę muru kurtynowego oraz zadaszenia barku południowo-zachodniego.

Mury kurtynowy szerokości 3,0m przemurować do wymaganej wysokości zapewniającej oparcie projektowanego zadaszenia. Materiał powinien charakteryzować się podobną wytrzymałością jak pierwotny.

W celu nawiązania wyglądem projektowanego elementu do stanu pierwotnego, sklepienia należy wykonać jako łukowe żelbetowe opierane na istniejących ścianach murowanych oraz nowych słupach żelbetowych ustawianych w środkowej części barku, na stropach fundamentowych. Z uwagi na nieznaną nam układ podziemnych części barku, nie jesteśmy w stanie określić szczegółowego posadowienia. Możliwe będzie to dopiero po dokonaniu na bieżąco, badań architektoniczno-archeologicznych.

Sklepienie żelbetowe gr. 25cm w postaci belki trzyprzęsłowej, układanej na ścianach istniejących oraz nowych słupach żelbetowych. Poziomy dopasować wg wytycznych architektonicznych. Z uwagi na stosunkowo mały promień łuku, elementy nośne należy wzmocnić żebrami, w osiach słupów. Strop zabezpieczyć przeciwwilgociowo, z odprowadzeniem liniowym wód opadowych. Przykrycie nowego sklepienia wykonać jako nasyp ziemny, wg wytycznych architektury.

Odbudowa tarasu nadszańca wraz z wykonaniem przedpiersia z cegły.

W pierwszej kolejności należy przystąpić od usuwania dzikorosnących drzew, oraz zdjęcia humusu.

Wycinkę zaleca się prowadzić przy samym gruncie, po czym przystąpić do usuwania korzeni.

Grunt stanowiący warstwę wierzchnia tarasu należy usunąć równomiernie, do poziomu istniejących elementów konstrukcyjnych. Zabrania się wykonywania prac z użyciem maszyn ciężkich, mogących doprowadzić do utraty stateczności sklepień.

Przed przystąpieniem do murowania przedpiersia, podłoże oczyścić i osuszyć. Poziomy projektowanych elementów wykonać wg wytycznych architektonicznych. W ramach renowacji tarasu nadszańca należy, wykonać odbudowę niedostępnej klatki schodowej na taras wraz ze ścianami osłonowymi. Szczegóły rozwiązań po dokonaniu odkrywek.

Wszelkie użyte materiały należy konsultować z nadzorem konserwatorskim.

Do uzupełniania cegły i fugowania należy użyć materiałów o odpowiednich parametrach (ważne są właściwości kapilarne jak porowatość i nasiąkliwość wodą, a także wytrzymałość mechaniczna, kolor i faktura).

Nie wolno bezkrytycznie stosować materiałów gotowych, które często zawierają zbyt duże ilości cementu, a przez to złe właściwości kapilarne i zbyt dużą wytrzymałość mechaniczną. Zaleca się materiały przebadane przez niezależne placówki badawczo- konserwatorskie w Warszawie, Toruniu lub Krakowie.

6. Ocena ogólna stanu technicznego kazamat.

Obecnie stan elementów bastionu Król, znajduje się w stanie równowagi stabilnej.

Patrząc pod kątem kondycji mechanicznej, oraz biorąc pod uwagę aspekt estetyczny, obiekt wymaga napraw konstrukcyjnych, jak również dalszego zabezpieczenia konserwatorskiego.

Biorąc pod uwagę wartość historyczną obiektu, prace renowacyjne i konserwatorskie powinny być prowadzone pod kierunkiem konserwatora technologa.

Należy na bieżąco wykonywać badania architektoniczne i archeologiczne, dzięki którym na bieżąco będzie można określić szczegółowe wytyczne napraw obiektu. W chwili obecnej proponowane prace są zakładanymi, na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej. Należy brać pod uwagę, że po przeprowadzeniu odkrywek zakres proponowanych prac może ulec rozszerzeniu.

Prace naprawcze objęte danym opracowaniem, poprawią w znacznym stopniu jego stan techniczny i zapobiegą dalszemu powstawaniu korozji biologicznej. Doprowadzenie obiektów do stanu pierwotnego, z uwagi na jego rys historyczny wymaga pełnej konserwacji zachowawczej i naprawczej.

Niniejsza ekspertyza stanowi podstawę do opracowania dokumentacji projektowej, dotyczącej możliwości, odbudowy barku południowo-zachodniego bastionu Król, odbudowy umocnień ziemnych, nadszańca wraz z remontem kazamat, oraz remontu murów kurtynowych.

Ważność niniejszej ekspertyzy technicznej ustala się na 1 rok od daty jej wydania.

Opracował:

mgr inż. Bartosz Januszewski
ZAP/0102/POOK/08

mgr inż. Wojciech Witkowski
ZAP/0135/POOK/12

Szczecin, styczeń 2014r