

**Ekspertyza
stanu technicznego,
wraz z programem naprawczym
murów obronnych i bastei
w Muzeum Okręgowym
w Koninie.**

autor:

dr inż. Lech J. Engel.
upr.bud.nr.172/63-Op, 148/64-Op
nr.ewid. DOŚ/BO/3598/01.

dr inż. LECH J. ENGEL
Upr.bud.nr.148/64-Op - do projektowania.
Upr.bud.nr.172/63-Op - do kierowania robotami.
Upr. mykologiczne nr.8/6/68.
Rzecznawca Stow. Konserw. Zabytków nr.120/94.
Rzecznawca Ministra Kultury w spec. konstrukcje.
Rzecznawca Budowlany nr. centr. rejestru 18/98/R.
Rzecznawca Budowlany PZITB nr. 1073/13.
Członek Doln. Izby Inż. Bud. nr. DOS/BO/3598/01.
Wrocław, ul. Jelenia 40/29. tel. 071-355 71 70 : 0603 67 22 10.

prof. nzw.dr hab. inż. Jerzy Jasięko.
upr.bud.nr.59/86/UW.
nr.ewid. izby DOŚ/BO/0002/01.

dr hab. inż. JERZY JASIĘKO

Upr. bud. nr 59/86/UW projektanta
i kierownika budowy specj.: konstr.-bud.
Upr. Konserwatora Zabytków nr SOZ-Wr/WKZ/U-071/2045/4
Upr. mykologiczne nr 8/Sp/09/99
Rzecznawca Stowarzyszenia Konserwatorów Zabytków nr 25/19.
Rzecznawca Ministra Kultury ds. Zabytków Nieruchomosci
Rzecznawca Budowlany nr centr. rejestru 46/03/R/C
Członek Dolnośląskiej Izby
Inżynierów Budownictwa nr DOŚ/BO/0002/01

Wrocław: wrzesień 2007r

Spis treści:

1. Podstawa opracowania.
2. Określenie przedmiotu, celu i zakresu opracowania.
3. Wykorzystane materiały.
4. Opis techniczny i opis stanu konstrukcji.
5. Analiza stanu konstrukcji, przyczyn uszkodzeń i możliwości naprawy.
6. Wnioski.
7. Zalecenia i program naprawczy.
8. Uwagi ogólne.
9. Załącznik:

- zdjęcia fotograficzne

32 szt.

Ekspertryza stanu technicznego, wraz z programem naprawczym murów obronnych i bastei w Muzeum Okręgowym w Koninie.

- opracowana dla Muzeum Okręgowego w Koninie.

1. Podstawa opracowania.

- 1.1. Zlecenie Inwestora.
- 1.2. Wizje lokalne, pomiary i zdjęcia fotograficzne wykonane w lipcu i wrześniu 2007r.

2. Określenie przedmiotu, celu i zakresu opracowania.

- 2.1. Przedmiotem ekspertryzy są wolnostojące, nie stanowiące dolnych partii ścian zamku, mury obronne wraz z bastejami w Muzeum Okręgowym w Koninie.
- 2.2. Celem opracowania jest ocena stanu technicznego murów obronnych i bastei, ustalenie przyczyn uszkodzeń oraz zaproponowanie programu naprawczego.
- 2.3. Zakres opracowania ograniczono do wyżej podanego celu.

3. Wykorzystane materiały.

- 3.1. Opinia w sprawie stanu i problemów konserwatorskich w Muzeum Okręgowym w Koninie opracowana w 2007r. przez prof.dr.art.kons.B.J. Roubę.
- 3.2. Informacje uzyskane od Inwestora i Użytkownika.

4. Opis techniczny i opis stanu konstrukcji.

- 4.1. **Zamek wraz z murami obronnymi** znajduje się na terenie Muzeum w miejscowości Gosławice nad jeziorem Pątnowskim. Badane mury obronne przylegają do Zamku i zamykają dziedziniec od południa, zachodu i północy. Na narożach murów, od strony południowo-zachodniej i północno-zachodniej znajdują się basteje (fot.1,2). W latach 1978-1986 przeprowadzono prace w Zamku, nadbudowując budynek główny na ruinach zamku gotyckiego. W 2000r. przeprowadzono naprawy murów obronnych, w tym na koronie murów wykonano gładź cementową i pokryto korony papą.

Od strony północnej znajduje się jezioro Pątnowskie, nad którym po przeciwnej stronie leży elektrownia (fot.7). Jak podaje Użytkownik w latach 1963-1964 poziom wody w jeziorze podniósł się o 1,50-2,00 m. Woda w jeziorze zimą nie zamarza, w związku ze sływem ciepłej wody z elektrowni. Jak wynika z wykonanej odkrywki, przy murze zachodnim poziom wody gruntowej stabilizuje się na głębokości 0,95 m poniżej poziomu terenu (fot.32).

4.2. Mury obronne:

- mury obronne południowy, zachodni i północny, od strony wschodniej przylegające do Zamku, wykonane z cegły na zaprawie wapiennej. Mury południowy i zachodni od strony zewnętrznej o jednolitej płaszczyźnie bez występow (fot.1,2,5), w murze północnym od strony zewnętrznej niska przypora kamienna (fot.8). Mury od strony dziedzińca arkadowe:

- w murze południowym jest 12 arkad, o szerokości 1,38 - 2,36 m i głębokości 0,46 - 0,48 m oraz szerokości filarów 0,60 m, grubość pełnego muru wynosi we wnęce arkady wynosi 1,38 - 1,40 m (fot.3),
- w murze zachodnim jest 12 arkad, o szerokości 1,13 - 2,38 m i głębokości 0,60 - 0,67 m oraz szerokości filarów 0,59 - 0,62 m, grubość pełnego muru wynosi we wnęce arkady wynosi 0,92 m. W północnej części muru zachodniego znajduje się otwór bramny o szerokości 2,27 m (fot.6,7),
- w murze północnym jest 12 arkad, o szerokości 1,16 - 2,38 m i głębokości 0,58 - 0,61 m oraz szerokości filarów 0,59 - 0,62 m (fot.9).

Do muru północnego od strony dziedzińca przylegają dwa mury poprzeczne (fot.9,10). Nad arkadami przesklepienia odcinkowe z cegły o zróżnicowanych promieniach w zależności od rozpiętości arkady.

- mury z cegły na zaprawie wapiennej, od strony zewnętrznej dołem z kamieni otoczaków na zaprawie wapiennej (fot.1,2,5,8). Jak oszacowano cegła o wytrzymałości odpowiadającej klasie $R_c=7,5-5,0$ MPa, na zaprawie wapiennej o wytrzymałości odpowiadającej marce $R_z=0,2$ MPa. Część filarów jest przymurowanych cegłą współczesną o wytrzymałości $R_c=10,0$ MPa, na zaprawie cementowo-wapiennej o wytrzymałości $R_z>0,4$ MPa. Część cegieł starych, zarówno w filarach jak i murach jest powierzchniowo skorodowanych z głębokimi ubytkami (fot.2,5,12,13). Na murach białe ślady zasoleń (fot.3,6,7,9,13). W kilku przypadkach pionowe pęknięcia między filarem a murem (fot.11), występują również pionowe pęknięcia w filarach równoległe do lica ściany,
- krenelaż na murach z cegły $R_c=7,5 - 5,0$ MPa, na zaprawie wapiennej $R_z=0,2$ MPa, z folią pod górną warstwą cegły (fot.15), na koronie zabezpieczony gładzią cementową ułożoną w dwustronnym spadku. Gładź odspojona od podłoża, spękana, ze znacznymi ubytkami (fot.14,15,16). Położona na gładzi papa asfaltowa z posypką, klejona lepikiem smołowym, zachowała się we fragmentach (fot.16). We wnękach strzelniczych krenelażu mur zabezpieczony gładzią cementową oraz papą asfaltową z posypką, klejona lepikiem smołowym - gładź i papa częściowo zachowane (fot.15),
- na murze chodnik obronny szerokości: w murze południowym 1,40 m, poszerzony wspornikowo przy Zamku i w narożu do 1,50 m oraz w murze zachodnim 1,18 m, poszerzony wspornikowo w narożach do 1,33 m i 1,37 m (fot.4,7,10). Chodnik obronny w spadku w kierunku dziedzińca o posadzce z cegły współczesnej ułożonej na płask na izolacji z papy. Cegły o wytrzymałości $R_c=10,0$ MPa, na zaprawie cementowej $R_z=0,8-1,5$ MPa. Posadzka chodnika w większości bez uszkodzeń, miejscami w posadzce szczeliny przy murze krenelaża, w których porasta trawa (fot.4,10,19).

4.3. Basteja północno-zachodnia:

- basteja znajduje się w narożu murów zachodniego i północnego. Basteja posadowiona na murach z cegły $R_c=7,5-5,0$ MPa, na zaprawie wapiennej $R_z=0,2$ MPa, dołem mur z otoczków kamiennych na zaprawie wapiennej. W narożu murów obronnych ciosy kamienne na zaprawie wapiennej. Basteja z cegły i na zaprawie jak wyżej, w rzucie w kształcie półkola, górną partią muru i krenelażem wysunięta wspornikowo poza zewnętrzne lico murów obronnych na około 0,50 - 0,60 m i zlicowana z narożem murów (fot.17,18).
- od strony zachodniej w części górnej wspornikowo wysuniętej bastei oraz w murze dolnym ukośne pęknięcie (fot.18).
- chodnik obronny w bastei w spadku w kierunku dziedzińca o posadzce z cegły współczesnej ułożonej na płask na izolacji z papy. Cegły o wytrzymałości $R_c=10,0$ MPa, na .zaprawie cementowej $R_z=0,8-1,5$ MPa. W posadzce szczelina przy murze krenelaża o niewielkiej rozwarłości z porostami trawą (fot.17).

4.3. Basteja południowo-zachodnia:

- basteja znajduje się w narożu murów południowego i zachodniego. Basteja posadowiona na murach z cegły $R_c=7,5-5,0$ MPa, na zaprawie wapiennej $R_z=0,2$ MPa, dołem mur z otoczków kamiennych na zaprawie wapiennej. W narożu murów obronnych ciosy kamienne na zaprawie wapiennej.. Basteja z cegły i na zaprawie jak wyżej, w rzucie w kształcie półkola, górną partią muru i krenelażem wysunięta wspornikowo poza zewnętrzne lico murów obronnych: od strony południowej na 0,58 m, a od strony zachodniej na 0,50 m i zlicowana z narożem murów (fot.25,26).
- od strony zachodniej w górnej partii muru – w krenelażu ukośne pęknięcia, w dolnej partii muru, poniżej wspornika, ukośne pęknięcie o znacznej rozwarłości i ubytek muru wypełniony współcześnie ceglami (fot.25). W dolnej partii muru część cegieł powierzchniowo skorodowanych z ubytkami, w górnej przewieszzonej partii muru zaprawa powierzchniowo skorodowana z ubytkami (fot.25),
- od strony południowej, w miejscu wymurowanego wspornika, ubytek muru na długości 1,20 m i głębokości 0,27 m (fot.26,27). Jak podaje Użytkownik awaria muru miała miejsce w wiosną 2007r. (marzec, lub kwiecień). Po obu stronach ubytku muru odpaja się część wspornikowa – pęknięcia są o znacznej rozwarłości, obie partie muru są w stanie przed awaryjnym i zagrażają runięciem (fot.29,30). W miejscu ubytku muru została odsłonięta kotwa stalowa powierzchniowo skorodowana (fot.27,28),
- od strony zachodniej w górnej i dolnej partii muru liczne cegły są powierzchniowo i głęboko skorodowane, z głębokimi ubytkami, zaprawa jest powierzchniowo skorodowane z głębokimi ubytkami (fot.26,27,29). Dołem w murze kamiennym liczne głębokie ubytki zaprawy (fot.26,27). W górnej i dolnej partii ściany ukośne pęknięcia (fot.27).
- w narożu między ciosami kamiennymi głębokie ubytki zaprawy (fot.25,26),
- w narożu wewnętrznym od strony dziedzińca silne zawilgocenie i wysolenia w murach, ubytek w przesklepieniu arkady zachodniej, w ścianie zachodniej pionowe pęknięcie wzdłuż filara narożnego na całej wysokości ściany (fot.31),
- w części południowej krenelaża od strony dziedzińca pionowe zarysowania o niewielkiej rozwarłości ponad chodnikiem obronnym (fot.24). Na koronie krenelaża gładź cementowa zniszczona z dużymi ubytkami (fot.19,20),
- chodnik obronny w bastei o posadzce z cegły współczesnej ułożonej na płask na izolacji z papy. Cegły o wytrzymałości $R_c=10,0$ MPa, na .zaprawie cementowej $R_z=0,8-1,5$ MPa. Posadzka w spadku w kierunku krenelaża (fot.19). Jak wynika z wykonanej odkrywki izolacja z papy pod posadzką jest położona w spadku w kierunku przeciwnym do założonego kierunku spływu wody na dziedziniec (fot.21,22). W posadzce szczelina przy murze krenelaża o znacznej rozwarłości z porostami trawą (fot.23). W posadzce liczne szczeliny – w szczelinach porosty trawą (fot.19,20,21,22). W posadzce skorodowana nie wiążąca cegieł zaprawa (fot.22).

5. Analiza stanu konstrukcji, przyczyn uszkodzeń i możliwości naprawy.

5.1. Mury obronne. Skorodowane liczne cegły, częściowo z głębokimi ubytkami, zarówno w murach jak i w filarach arkad, jak również istniejące niezbyt liczne spękania w murach obronnych, spękania pionowe filarów, czy oddzielanie się filarów od murów mają przyczynę w znacznym zmniejszeniu wytrzymałości cegły i zaprawy, w wyniku wieloletnich procesów starzenia się materiałów. Procesy te zostały znacząco przyspieszone zawilgoceniem murów. Znaczna grubość ścian powoduje, że spękania i zarysowania w obecnym stanie nie stanowią zagrożenia dla stateczności ścian. Proces pęknięcia i rysowania ścian, jak można wnioskować, postępuje nadal.

Wtórą przyczyną powiększania się pęknięć i zarysowań murów jest wnikanie wody opadowej w szczeliny i ich rozsadzanie w trakcie mrozów. Charakter spękania murów pozwala wykluczyć niewłaściwą pracę fundamentów jako przyczynę uszkodzeń, mimo znaczącej zmiany warunków posadowienia w wyniku podniesienia się poziomu wody gruntowej o 1,5 – 2,0 m przed około 43 lata.

Mury i filary ze względów konstrukcyjnych wymagają wzmocnienia i scalenia w miejscach spękań i zarysowań. W murach należy to wykonać przez wklejenie prętów stalowych o małych średnicach w spoiny (wypełniając zewnętrzną warstwę spoiny zaprawą wapienną na głębokość 2 cm). Filary spękane należy wzmocnić i scalić z murem przez wklejenie prętów stalowych o dużych średnicach prostopadle do pęknięć (maskując od zewnątrz otwory).

Korona krenelażu ma zniszczoną ma zniszczoną gładź cementową pokrycia i nie zachowaną papę kryjącą, w podobnym stanie są wnęki strzelnicze. Przyczyną zniszczenia pokrycia jest tu działanie opadów i wiatrów oraz rozsadzające działanie zamarzającej wody. Wydaje się celowym zdjęcie górnej warstwy cegły z korony wraz z izolacją z folii i wymurowanie korony krenelażu, tak jak to było w średniowieczu, to jest cegłą (wymiarowo i kolorystycznie identyczną z istniejącą) na mocnej zaprawie wapiennej z dodatkiem cementu, bez jakichkolwiek warstw pokrycia.

Posadzka chodników obronnych, wykonana w spadku odprowadza wodę na dziedziniec i jest na ogół szczelna. Posadzka, w miejscach gdzie są porosty trawą, wymaga uszczelnienia.

5.2. **Basteja północno-zachodnia.** Basteja jest w stanie podobnym jak mury obronne, przyczyny zniszczeń są identyczne jak w murach. Basteja w zakresie murów, filarów, krenelażu i posadzki wymaga wzmocnień, scalenia, wykonania korony i uszczelnienia jak mury obronne pkt.5.1.

Wymurowane wspornikowo ukośne partie bastei nie sygnalizują uszkodzeń. Jednak biorąc pod uwagę awarię jaka miała miejsce w bastei południowo-zachodniej, wydaje się celowym wzmocnić te partie przez wklejenie prętów stalowych o dużych średnicach prostopadle do pęknięć (maskując od zewnątrz otwory).

5.3. **Basteja południowo-zachodnia.** Basteja jest w złym stanie, w jej południowej ścianie runęła znaczna partia wspornikowo przewieszona muru, **dalsze partie tego muru są w stanie przed awaryjnym i grożą runięciem.** Skorodowane liczne cegły, częściowo z głębokimi ubytkami oraz spękania murów w górnych i dolnych partiach bastei, mają przyczynę w znacznym zmniejszeniu wytrzymałości cegły i zaprawy, w wyniku wieloletnich procesów starzenia się materiałów. Procesy te zostały znacząco przyspieszone silnym zawilgoceniem murów. Przyczyną zawilgocenia murów było niewłaściwe wykonanie posadzki chodnika obronnego w bastei, z ułożeniem izolacji z papy w spadku do muru krenelaża, a nie w kierunku dziedzińca i pozostawienie przez wiele lat posadzki bez napraw, mimo widocznych szczelin i licznych porostów w szczelinach. Woda opadowa wnika w szczeliny posadzki i wsiąka w mur powodując jego silne zawilgocenie, a w okresie mrozów zamarza powodując rozszadanie szczelin i pęknięć oraz destrukcję cegły i zaprawy.

Tak znaczne zniszczenia doprowadziły do awarii wspornikowej partii ściany południowej oraz stanu przed awaryjnego dalszych partii tej ściany. Można przypuszczać, że znacznym prawdopodobieństwem, że zachodnia wspornikowo przewieszona partia ściany bastei, równie silnie zawilgocona jak południowa, może ulec awarii, a wówczas awaria może mieć znacznie rozleglejszy zakres zniszczeń.

Charakter spękania murów bastei pozwala wykluczyć niewłaściwa pracę fundamentów jako przyczynę uszkodzeń, mimo znaczącej zmiany warunków posadowienia w wyniku podniesienia się poziomu wody gruntowej o 1,5 – 2,0 m przed około 43 lata.

5.4. **Zagrożenie bezpieczeństwa** występuje:

- w otoczeniu bastei południowo-zachodniej,
- na chodniku obronnym w rejonie bastei południowo-zachodniej.

7. Wnioski.

Na podstawie wykonanych oględzin i odkrywek oraz przeprowadzonej analizy stanu konstrukcji i przyczyn uszkodzeń, wynikają cztery wnioski generalne:

1. **Mury obronne oraz basteja północno-zachodnia** mają liczne zniszczenia i uszkodzenia, mury i basteja wymagają napraw i wzmocnienia w miejscach pęknięć i zarysowań. **Basteja południowo-zachodnia** jest w stanie złym, basteja częściowo uległa awarii, dalsze jej partie są **w stanie przedawaryjnym**, basteja wymaga **niezwłocznego remontu**.

2. **Przyczyny:**

- **zniszczeń i uszkodzeń** to zmniejszeniu wytrzymałości cegły i zaprawy, w wyniku wieloletnich procesów starzenia się materiałów, znacząco przyspieszone silnym zawilgoceniem murów oraz wnikaniem wody opadowej w szczeliny i ich rozszadaniem w trakcie mrozów,
- **awarii i stanu przedawaryjnego** bastei południowo-zachodniej to zmniejszenie wytrzymałości cegły i zaprawy w wyniku starzenia się materiałów, spowodowanego szczególnie obfitym nasiąkaniem wodą przez niewłaściwie wykonaną i źle izolowaną posadzkę chodnika obronnego.

3. **Zniszczenia murów obronnych i bastei postępują nadal** coraz szybciej, a zakres niezbędnych do wykonania prac remontowych zwiększa się z postępowaniem zniszczeń.

4. **Zagrożenie bezpieczeństwa** występuje:

- w otoczeniu bastei południowo-zachodniej,
- na chodniku obronnym w rejonie bastei południowo-zachodniej.

8. Zalecenia i program naprawy.

I. Celem **usunięcia istniejącego zagrożenia bezpieczeństwa** należy **natychmiast** wykonać następujące prace zabezpieczające:

8.1. **W bastei południowo-zachodniej:**

- podstemplować, stemplami drewnianymi o przekroju nie mniejszym niż 20/20 cm opartymi na podwalinach o przekroju 25/25 cm, wspornikowo wysuniętą partię ściany w miejscu gdzie nastąpiła awaria,
- zdjąć kolejno odspojone partie ściany od strony południowej, podpierając stemplami jak wyżej sukcesywnie w miarę zdejmowania,
- rozebrać posadzkę chodnika obronnego wraz z izolacją z papy, usunąć porosty,
- w poziomie dolnej krawędzi pionowej wspornikowej ściany, od strony południowej i zachodniej, zamontować po dwa wsporniki stalowe, z przekrojów zamkniętych 2x[ze stali St3S. Wsporniki osadzić na pełną głębokość muru, pozostawiając z każdej strony 12 cm na maskowanie cegłą. Pod wspornikami wymienić cegły o małej wytrzymałości. Wsporniki od strony północnej i wschodniej mocować w murze pionowymi prętami stalowymi o dużej średnicy, wklejanymi kompozycją na bazie żywicy epoksydowej. Stalowe wsporniki i blachy oporowe zabezpieczyć antykorozyjnymi powłokami malarskimi.

- wykuć wnęki na oparcie i wymurować, od strony południowej i zachodniej wsporniki ceglane, o profilu identycznym jak istniejące, z cegły o wytrzymałości $R_c=15,0$ MPa, o identycznych wymiarach i kolorystyce jak cegły istniejące, na zaprawie wapiennej $R_z=0,4$ MPa. Wsporniki ceglane, po wymurowaniu, wzmocnić poziomymi prętami o dużej średnicy wklejanymi kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, maskując od zewnątrz otwory,
- uzupełnić ubytki cegły w przesklepieniu arkady od strony dziedzińca.
- wymienić skorodowane cegły na cegły o wytrzymałości $R_c=10,0$ MPa, o identycznych wymiarach i kolorystyce jak cegły istniejące, lub na stare zdemontowane cegły o odpowiedniej wytrzymałości, na zaprawie wapiennej $R_z=0,4$ MPa,
- w warstwie przypowierzchniowej wymienić skorodowaną i uzupełnić brakującą zaprawę stosując zaprawę wapienną $R_z=0,4$ MPa,
- mury w miejscach pęknięć i zarysowań wzmocnić prętami stalowymi $2\phi 6$ wklejanymi w co 3 spoinę kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, wypełniając zewnętrzną warstwę spoiny zaprawą wapienną na głębokość 2 cm,
- mury scalić wypełniając pęknięcia i zarysowania kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, wprowadzonej pod ciśnieniem, wypełniając zewnętrzną warstwę pęknięcia i zarysowania zaprawą wapienną na głębokość 2 cm,
- wykonać posadzkę chodnika obronnego, na izolacji z papy ułożonej o spadku w kierunku dziedzińca, z cegły $R_c=15,0$ MPa, na zaprawie wapiennej modyfikowanej $R_z=0,8$ MPa. Posadzkę wykonać tak, aby dokładnie przylegała do muru krenelaża,
- z korony krenelaża oraz wnęk strzelniczych zdjąć gładź cementową i górną warstwę cegły oraz izolację z folii. Wymurować górną warstwę krenelaża i wnęk strzelniczych z cegły o wytrzymałości $R_c=15,0$ MPa, o identycznych wymiarach i kolorystyce jak cegły istniejące, na zaprawie wapiennej $R_z=0,4$ MPa.

II. Celem powstrzymania procesów niszczenia murów obronnych i bastei północno-zachodniej należy niezwłocznie zrealizować następujący program naprawczy:

8.2. Mury obronne i basteja północno- zachodnia:

- wymienić głęboko skorodowane cegły w murach i filarach (o erozji głębokiej do 3 cm) na cegły stare z odzysku o nieskorodowanym licu, lub na cegły o identycznych wymiarach oraz zbliżonej fakturze i kolorystyce. Mniejsze od wyżej wymienionych ubytki lica cegły należy uzupełnić stosując kity i pasty do konserwacji lica ceglanego systemu Remmers, o dobranej kolorystyce. Wymieniane cegły winny mieć wytrzymałość nie mniejszą niż $R_c=10,0$ MPa i należy je wmurowywać na zaprawie wapiennej $R_z=0,4$ MPa,
- w warstwie przypowierzchniowej wymienić skorodowaną i uzupełnić brakującą zaprawę stosując zaprawę wapienną $R_z=0,4$ MPa,
- mury w miejscach pęknięć i zarysowań wzmocnić prętami stalowymi $2\phi 6$ wklejanymi w co 3 spoinę kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, wypełniając zewnętrzną warstwę spoiny zaprawą wapienną na głębokość 2 cm,
- mury scalić wypełniając pęknięcia i zarysowania kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, wprowadzonej pod ciśnieniem, wypełniając zewnętrzną warstwę pęknięcia i zarysowania zaprawą wapienną na głębokość 2 cm,
- filary spękane pionowo należy wzmocnić i scalić z murem przez wklejenie, kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, prętów stalowych o dużych średnicach prostopadle do pęknięć, maskując od zewnątrz otwory,
- filary scalić z murami wypełniając pęknięcia i zarysowania kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, wprowadzonej pod ciśnieniem, wypełniając zewnętrzną warstwę pęknięcia i zarysowania zaprawą wapienną na głębokość 2 cm,
- w bastei północno-zachodniej wsporniki ceglane, od strony zachodniej i północnej, wzmocnić poziomymi prętami o dużej średnicy wklejanymi kompozycją na bazie żywicy epoksydowej, maskując od zewnątrz otwory,
- z posadzki chodnika obronnego, usunąć porosty łącznie z korzeniami, usunąć skorodowaną zaprawę, ubytki zaprawy pęknięcia i szczeliny dokładnie wypełnić zaprawą wapienną modyfikowaną $R_z=0,8$ MPa tak, aby zapewnić szczelność posadzki. Posadzka winna przylegać szczelnie do muru krenelaża,
- z korony krenelaża oraz wnęk strzelniczych zdjąć gładź cementową, pozostałości papy i górną warstwę cegły oraz izolację z folii. Wymurować górną warstwę krenelaża i wnęk strzelniczych z cegły o wytrzymałości $R_c=15,0$ MPa, o identycznych wymiarach i kolorystyce jak cegły istniejące, na zaprawie wapiennej $R_z=0,4$ MPa.

9. Uwagi ogólne.

- 9.1. Remont murów obronnych i bastei w zakresie opisanym w pcie.8 wymaga opracowania projektu.
- 9.2. Wykonanie remontu należy powierzyć wyłącznie przedsiębiorstwu specjalizującemu się w tego rodzaju pracach w obiektach zabytkowych, mającemu udokumentowane osiągnięcia.
- 9.3. Prace z uwagi na ich trudność winny być objęte stałym nadzorem inwestorskim przez uprawnionego inżyniera.
- 9.4. Ważność niniejszej ekspertyzy wynosi 2 lata.

autorzy:



Wrocław: wrzesień 2007r.

prof. nzw.dr hab. inż. Jerzy Jasieńko.
dr hab. inż. JERZY JASIEŃKO

Upr. bud. nr 59/86/UW projektanta
i kierownika budowy specj.: konstr.-bud.
Upr. Konserwatora Zabytków nr SOZ-Wr/WKZ/U-071/2045/9/
Upr. mykologiczne nr 8/Sp/09/99
Rzecznik Stowarzyszenia Konserwatorów Zabytków nr 25/199;
Rzecznik Ministra Kultury ds. Zabytków Nieruchomych
Rzecznik Budowlany nr centr. rejestru 46/03/R/C
Członek Dolnośląskiej Izby
Inżynierów Budownictwa nr DOS/BO/0002/01

dr inż. Lech J. Engel.



dr inż. LECH J. ENGEL
RZECZOWNICWA BUDCWLANY
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
w zakresie: projektowania, budowy, rozbioru
i utrzymania obiektów budowlanych
nr. ewid. 84/Wwm. (nr centr. rejestru 18/98/R)
Wrocław, ul. Jelenia 40/29, tel. (071) 355-71-70
0 603-67-22-10



fot.1. Widok ogólny muru obronnego od strony południowo-zachodniej. Na pierwszym planie na narożu murów basteja, w której nastąpiła awaria muru.



fot.2. Mur południowy w widoku od strony zewnętrznej. W głębi na narożu basteja południowo-zachodnia.



fot.3. Mur południowy arkadowy od strony dziedzińca, w głębi mur arkadowy zachodni.



fot.4. Mur południowy – widoczna korona muru i chodnik obronny. W głębi w narożu murów basteja południowo-zachodnia, w której nastąpiła awaria muru. Chodnik obronny o posadce ze współczesnej cegły, położonej w spadku.



fot.5. Mur zachodni w widoku od strony zewnętrznej. W głębi basteja południowo-zachodnia, w której nastąpiła awaria muru.



fot.6. Mur zachodni arkadowy od strony dziedzińca, w głębi mur arkadowy południowy. Na narożu murów basteja południowo-zachodnia.



fot.7. Mur zachodni – widoczna korona muru i chodnik obronny. W głębi w narożu murów basteja północno-zachodnia. Chodnik obronny o posadzce ze współczesnej cegły, położonej w spadku.



fot.8. Mur północny w widoku od strony zewnętrznej. W głębi przypora kamienna. W górnym rogu zdjęcia widoczny wspornikowo wysunięty mur bastei północno zachodniej.



fol.9. Mur północny arkadowy od strony dziedzińca. W głębi widoczne mury poprzeczne z przesklepionymi otworami. Mur bliższy jest wykonany ze współczesnej cegły.



fol.10. Mur północny – widoczna korona muru i chodnik obronny. W głębi mur poprzeczny. Po prawej stronie i w głębi zamek. Chodnik o posadzce ze współczesnej cegły położonej w spadku.

fot.11. Mur arkadowy zachodni. Widoczne pęknięcie między filarem a murem.



fot.12. Mur arkadowy północny. Widoczne głęboko skorodowane cegły z głębokimi ubytkami. Po lewej stronie na murze ukośne pęknięcie.

fot.13. Mur arkadowy północny. Widoczne głęboko skorodowane cegły z głębokimi ubytkami.



fot.14. Korona muru południowego. Na koronie gładź cementowa spękana, odspojona od muru, ze znacznymi ubytkami.



fot.15. Fragment korony muru zachodniego. Na koronie gładź cementowa spękana z ubytkami. We wnętrzu krenelażu na gładzi warstwa papy asfaltowej z posypką, klejona lepikiem smołowym. Na koronie muru pod górną warstwą cegły jest założona izolacja folią.



fot.16. Korona muru zachodniego. Na koronie gładź cementowa spękana z ubytkami. W głębi zachowany fragment pokrycia korony muru papą.



fot.17. Basteja północno-zachodnia zachowana w dobrym stanie. Widoczny chodnik obronny w spadku, zarówno w murach jak i w bastei. Po lewej stronie widoczne porosty trawą świadczące o szczelinie między murem, a posadzką chodnika.



fot.18. Basteja północno-zachodnia. W części górnej wspornikowo wysuniętej bastei oraz w murze dolnym widoczne ukośne pęknięcia.



fot.19. Basteja południowo-zachodnia w której nastąpiła awaria muru południowego. Chodnik obronny i schody wyłożone współczesną cegłą. Chodniki w murach w spadku w kierunku dziedzińca, w bastei spadek w kierunku muru. Widoczne liczne porosty trawą, świadczące o szczelinach między murem a posadzką chodnika oraz o szczelinach w posadzce.



fot.20. Basteja południowo-zachodnia. Widoczne liczne porosty trawą na chodniku. Na murach fragmenty zasoleń i wypłukanego węgla wapnia.



fot.21. Basteja południowo-zachodnia. Widoczny spadek posadzki chodnika w bastei w kierunku ściany otaczającej chodnik. Na pierwszym planie schody z licznymi porostami w spoinach.



fot.22. Basteja południowo-zachodnia – fragment schodów. Widoczne porosty trawą w spoinach posadzki i skorodowana nie wiążąca cegiel zaprawa. Cegły położone na warstwie zaprawy cementowej, pod którą jest izolacja z papy. Na zdjęciu widać papę położoną w spadku w kierunku przeciwnym do założonego kierunku spływu wody na dziedziniec.



fot.23. Basteja południowo-zachodnia. Widoczna szczelina o znacznej szerokości między murem a posadzką chodnika.



fot.24. Basteja południowo-zachodnia. Widoczne pionowe zarysowania w murze bastei, o niewielkiej rozwartości. Na ceglach ślady wycieku węglanu wapnia.

fot.25. Basteja południowo-zachodnia – widok od strony zachodniej. W murze poniżej przewieszenia widoczne ukośne pęknięcia, ubytek muru wypełniony współcześnie ceglami.



fot.26. Basteja południowo-zachodnia – widok od strony naroża. Po prawej stronie widoczny znaczny ubytek muru, który runął wiosną 2007r.



fot.27. Basteja południowo-zachodnia – widok od strony południowej. Widoczny znaczny ubytek muru w części przewieszanej. Fragment muru który runął odsłonił kotwę stalową. Dołem w murze liczne cegły głęboko skorodowane z ubytkami. Zaprawa skorodowana z głębokimi ubytkami. Szczególnie głębokie ubytki zaprawy występują przy blokach kamiennych naroża.



fot.28. Basteja południowo-zachodnia – zbliżenie w miejscu z którego oderwała się część przewieszanego muru. Widoczna skorodowana kotwa stalowa.

fot.29. Basteja południowo-zachodnia – ściana południowa. Widoczny odspojony fragment przewieszzonego muru, grożący spadnięciem.



fot.30. Basteja południowo-zachodnia – ściana południowa. Widoczny odspojony fragment przewieszzonego muru, grożący spadnięciem.

fot.31. Naroże ścian arkadowych pod basteją południowo-zachodnią. Górą na murach widoczne zasolenia i osady węgla wapnia oraz silne zawilgocenia. Pionowe pęknięcia w ścianie zachodniej wzdłuż filara narożnego.



fot.32. Wykop głębokości 100 cm wykonany przez Inwestora, w pobliżu muru zachodniego. W wykopie widoczna warstwa gruzu ceglanego sięgająca 75 cm poniżej poziomu terenu, niżej ił czarny z gliną. Woda gruntowa w wykopie stabilizuje się na głębokości 95 cm poniżej poziomu terenu.