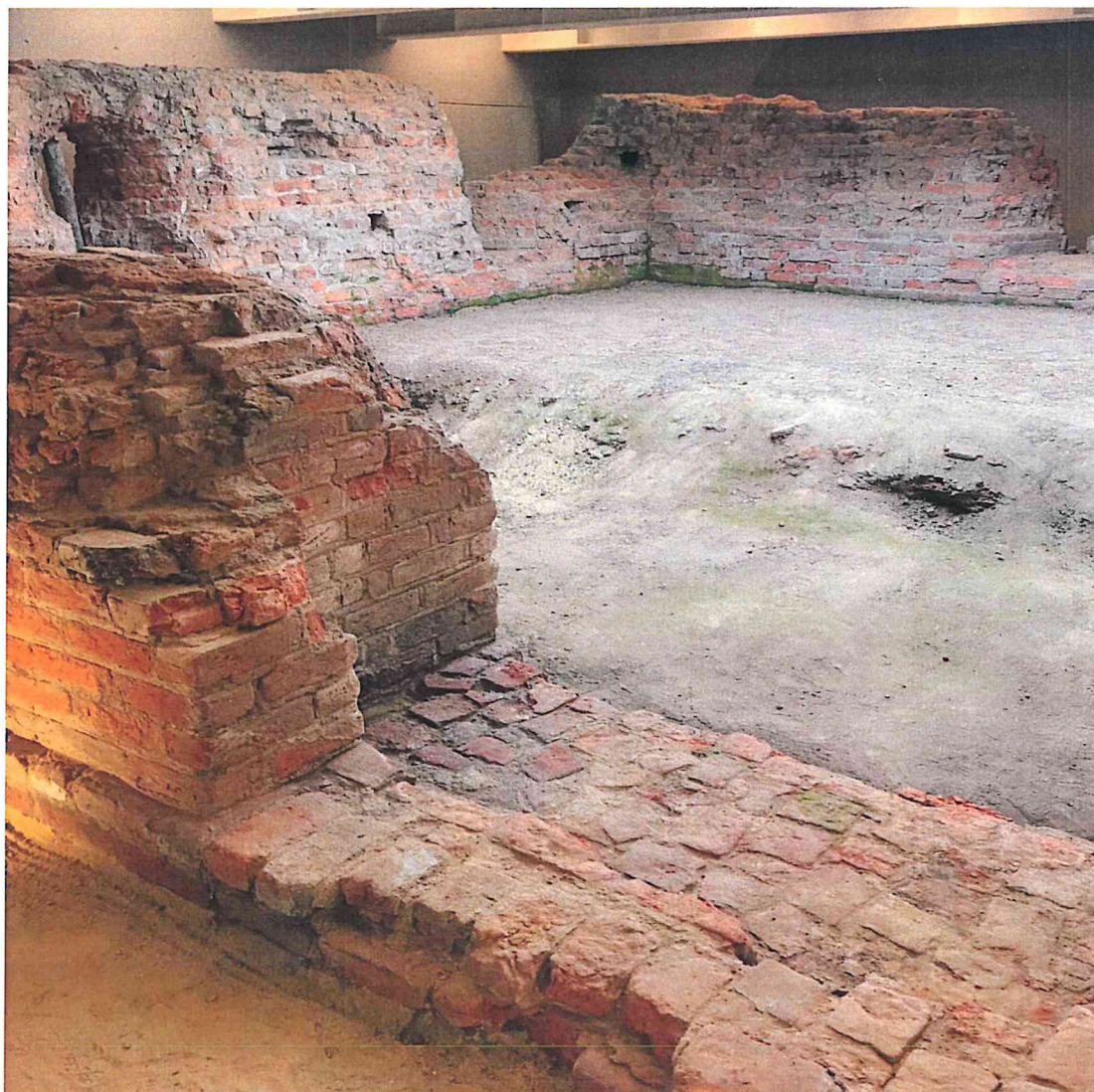


DKKonserwacja  
Dorota Kowalik-Kociszewska  
ul. Radkowska 8/23  
50-537 Wrocław  
dkkociszewska@op.pl  
tel. 500094947

Wrocław, 05.08.2020r.

**DOKUMENTACJA BADAŃ, CZĘŚĆ RYSUNKOWO-  
POMIAROWA oraz PROGRAM PRAC KONSERWATORSKICH  
dla reliktu średniowiecznej wieży zabytkowego kompleksu  
zamkowego w Kędzierzynie Koźle przy ul. Kraszewskiego**



**mgr Dorota Kowalik-Kociszewska**

*Dorota Kowalik-Kociszewska*  
DKKonserwacja  
Dorota Kowalik-Kociszewska  
50-537 Wrocław, ul. Radkowska 8/23  
NIP 747-156-56-56 tel. 500 094 947  
dkkociszewska@op.pl

## **SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI :**

### **I. KARTA TYTUŁOWA**

- A. Identyfikacja obiektu
- B. Dane dotyczące prac badawczo-konserwatorskich
- C. Dane dotyczące dokumentacji

### **II. OPIS FORMALNY I HISTORIA OBIEKTU**

- 2.1 Sytuacja
- 2.2 Analiza historyczno-architektoniczna
- 2.3. Forma, opis
- 2.4. Materiał, technologia wykonania

### **III. STAN ZACHOWANIA**

### **IV. CZĘŚĆ BADAWCZA**

- 4.1. Badania zasolenia cegieł
  - 4.1.1 Analiza wyników zasolenia cegieł
- 4.2. Badania składu mineralnego próbek zapraw oraz cegieł
- 4.3. Badania gruntu
- 4.4. Badania zawilgocenia powietrza w sali z reliktem
- 4.5. Badania wilgotności temperatury na murze reliktu (odczyt z wilgotnościomierza)
- 4.6. Badanie podciągania kapilarnego murów ceglanych reliktu wieży średniowiecznej
- 4.7. Badania mikrobiologiczne
- 4.8. Analiza działań dotyczących prac przy relikcie muru średniowiecznej wieży na podstawie dostępnych dokumentacji
  - 4.8.1. Prace i warunki ziemne, gruntowe, wodne przy relikcie
  - 4.8.2. Badania archeologiczne według dostępnych dokumentacji
  - 4.8.3. Badania geomorfologiczne według dostępnych dokumentacji
  - 4.8.4. Oświetlenie
  - 4.8.5. Wentylacja mechaniczna, grzewcza
- 4.9. Analiza opisu propozycji i przeprowadzonych prac konserwatorskich na podstawie dostępnych dokumentacji

### **V. PROGRAM PRAC KONSERWATORSKICH**

- 5.1. Opis metody VKF KSE 500E

### **VI. SPIS PRÓBEK**

### **VII. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA, RYSUNKI.**

### **VIII. Załączniki**

*Uon' munda*



# **I. KARTA TYTUŁOWA**

## **A. Identyfikacja obiektu**

- obiekt: relikty muru średniowiecznego zamku.
- czas powstania: lata 30-te XIII w.
- materiał: mury z cegły średniowiecznej, zaprawa piaskowo-wapienna.
- lokalizacja: Muzeum Ziemi Kozielskiej, ul. Józefa Ignacego Kraszewskiego 5, 47-200 Kędzierzyn-Koźle, woj. opolskie.
- właściciel/użytkownik obiektu : Urząd Miasta, Skarb Państwa.

## **B. Dane dotyczące prac badawczo-konserwatorskich**

- zleceniodawca : Gmina Kędzierzyn-Koźle, ul. Grzegorza Piramowicza 32, 47-200 Kędzierzyn-Koźle.
- dokumentacja konserwatorska: DKKonserwacja Dorota Kowalik-Kociszewska, 50-537 Wrocław, ul. Radkowska 8/23
- badania petrograficzne: dr Wojciech Bartz, ING Wrocław, Uniwersytet Wrocławski.
- badania zasolenia: mgr. Dorota Sobkowiak, mgr Elżbieta Orłowska, PKZLAB, Toruń.
- badania gruntu: dr Jerzy Raczyk, ZGF, Uniwersytet Wrocławski.
- badania podciągania kapilarnego: mgr Dorota Kowalik-Kociszewska.
- Badania mikrobiologiczne: prof. dr hab. Wiesław Fałtynowicz, WNB, Uniwersytet Wrocławski.
- czas opracowania badań i dokumentacji : kwiecień-sierpień 2020r.

## **C. Dane dotyczące dokumentacji**

- dokumentacja opisowa, ilość stron A4 - 1-35 str.
- dokumentacja fotograficzna – 36- 88 str.
- załączniki – str. 89- str.
- wykonawca rysunków: inż. Snieżana Logvinova, Wrocław.
- dokumentacja historyczno-architektoniczna – mgr Jerzy Skarbek, Brzeg.
- dokumentacja badawczo-konserwatorska– mgr Dorota Kowalik-Kociszewska,
- dokumentacja projekt wentylacji i kosztorysowa mgr Tomasz Butwicki, Oława.
- korzystano ze zbiorów archiwalnych WUOZ we Wrocławiu, Urzędu Gminy Kędzierzyn-Koźle.

*Uwaga*

## II. OPIS FORMALNY I HISTORIA OBIEKTU

### 2.1. Sytuacja

Relikt średniowiecznego muru Zamku Piastowskiego leży pośrodku zamkowego dziedzińca obecnego Muzeum Ziemi Kozielskiej, w płu-zach. narożniku ulic J.I.Kraszewskiego oraz ul. Zamkowej. Teren Muzeum leży w zach. części miasta, po zach. stronie Odry, w zasięgu dawnych XVIII/XIX w fortyfikacji. Mury zostały odkopane i obudowane nowoczesną budowlą z piramidalnym świetlikiem od góry, centralnie usytuowanym względem tarasu muzeum.

### 2.2. Analiza historyczno-architektoniczna

W roku 2014 w centralnej części zamku w Koźlu, na poziomie około 4,5 m poniżej poziomu dziedzińca odsłonięto relikty jednoprzestrzennej budowli o charakterze wieżowym. W ostatnich latach poddana zabiegom konserwatorskim, stanowi obecnie element ekspozycji muzealnej, którą urządzono poniżej poziomu zamkowego dziedzińca<sup>1</sup>. Założona na planie zbliżonym do kwadratu o wymiarach 9,30 m x 9,45 m zachowała się w obrębie najniższej kondygnacji do wysokości nie przekraczającej 2 metry. W jej trzech narożnikach – północno-zachodnim, południowo-wschodnim i południowo-zachodnim znajdują się przekątniowe skarpy, natomiast do narożnika północno-wschodniego dobiega odcinek masywnego muru wysunięty przed lico elewacji północnej, kontynuowany w zachowanej części w kierunku wschodnim na odcinku około 1,5 m. Zachowane mury wieży mają grubość 1,3 m., przy czym fundament jest nieco szerszy - odsadzką 4-10 cm od strony zewnętrznej. Wzniesiono je w całości z cegły układanej, zarówno w licu zewnętrznym, jak i wewnętrznym w wątku dwuwozówkowym, natomiast w przestrzeni międzylicowej układ cegieł jest swobodny, często z wykorzystaniem gruzu ceglanego. Cegły o zróżnicowanym odcieniu (w zależności od stopnia wypalenia) mają w większości wymiary 28 cm x 13 cm x 8,5 cm; zdarzają się jednakże cegły większe – 30 cm x 14 cm x 8,5 cm. Zarówno w elewacjach, jak i od strony wnętrza zachowały się znaczne odcinki oryginalnych spoin – poziomych i pionowych kształtowanych trójkątnie, przy czym spoiny poziome uformowane asymetrycznie, z górną płaszczyzną dłuższą i dolną (podcinaną) nieco krótszą. We wszystkich elewacjach występują otwory maculcowe. Wnętrze o powierzchni około 65 m kwadratowych doświetlały cztery okna szczelinowe obustronnie rozglifione, o prześwitach szerokości 15 cm (nieco więcej niż pół cegły) ograniczonych nieznacznie wysuniętymi węgarkami z cegieł ułożonych na sztorc. W jednym z okien zachowały się relikty nadproża, z których wynika, że prześwit otworu był prostokątny – górą zamykała go cegła ułożona na żebro, stanowiąca kontynuację w poziomie pionowych węgarków. Glify tworzą wnęki o poziomych parapetach, szerokie na 100 cm – 104 cm, wysokie w strzałce nadproża na około 150 cm. Zachowane fragmenty jednego nadproża pozwalają rekonstruować zamknięcie wnęk okiennych jako ostrołuczne w elewacjach i o głębokim łuku odcinkowym od strony wnętrza. Relikty dwóch tak ukształtowanych okien rozmieszczonych symetrycznie zachowały się w ścianie zachodniej (w tym jedno do wysokości nadproża wnęki) i po jednym w ścianach północnej i południowej. Okno w ścianie północnej znajduje się w osi wnętrza, natomiast w ścianie południowej przesunięte jest w kierunku zachodnim, z uwagi na fakt, że w osi wschodniej znajduje się otwór drzwiowy. Zachował się fragment jego zachodniego ościeża z węgarem szerokości i grubości

1 Istnienie wieży na zamkowym dziedzińcu stwierdził J. Romanow, 1981, *Zamek w Koźlu, woj. Opolskie, wyniki archeologicznych badań sondażowych*, PKZ Wrocław, Szerzej zakrojone badania przeprowadził J. Romanow, 2009, *Zamek w Koźlu Wyniki Badań archeologicznych 2009*, archiwum OWKZ w Opolu. Kolejne badania archeologiczne połączone z odsłonięciem reliktyw budowli przeprowadził zespół Krzysztof Gerenda, Piotr Janczewski, Andrzej Legendziewicz, Jerzy Niegoda, Piotr Panek, 2014, *Badania archeologiczne zamku w Koźlu*, archiwum OWKZ w Opolu. W ramach tego opracowania *Wyniki badań architektonicznych zamku w Koźlu* przedstawił A. Legendziewicz. W kolejnych latach relikty wieży poddane zostały zabiegom konserwatorskim prowadzonym przez J. Gryczewskiego i włączone do ekspozycji muzealnej.



jednej cegły. Niestety nie zachował się ślad po drugim ościeżu ani po nadprożu. Dlatego niewiele pewnego można powiedzieć o szerokości otworu drzwiowego i nic o jego wysokości i sposobie przesklepienia.

Zarówno forma zachowanych reliktyw, jak i analiza zastosowanych technik budowlanych pozwalają datować budowlę na 4 ćw. XIII w.<sup>2</sup> Jerzy Romanow widzi w niej późnoromańską wieżę ostatecznej obrony powstałą w latach 20 XIII w, początkowo otoczoną wałem drewniano-ziemnym, a w późniejszym czasie (XIII/XIV w w.) murem obronnym<sup>3</sup>. Wieża, według badacza mogła być połączona z pierwotnym wałem, a później murem obronnym systemem komunikacji, którego reliktem jest odcinek muru w narożniku północno-zachodnim. W ogólnych zarysach podobnie widzi to Andrzej Legendziewicz, z tą różnicą, że przesuwając czas powstania wieży na ostatnie dwie dekady XIII w. i określa ją jako wczesnogotycką wieżę mieszkalno-obronną<sup>4</sup>. Pomijając doprecyzowanie czasu powstania i stylu (późnoromańska czy wczesnogotycka – oba określenia wydają się zasadne) typologiczne określenie budowli jako wieży mieszkalno-obronnej wydaje się bardziej trafne<sup>5</sup>. Centralna wieża kozielskiego zamku przedstawia się jako typowy donżon (być może ustawiony pierwotnie na kopcu ziemnym) wspomagany zewnętrznym systemem fortyfikacji.

W XIII w. zamek kozielski był siedzibą kasztelanii. Źródła z tego okresu wymieniają trzech kasztelanów: Naczesława (1222-1230), Mikołaja (1240-1247), Grzymisława (1292-1295)<sup>6</sup>. Kasztelan w imieniu księcia sprawował władzę nad okolicą, a do jego obowiązków należała obrona grodu, ściąganie danin oraz sądownictwo. Potężny donżon był istotnym atrybutem tak rozległych kompetencji - jako siedziba pańska, obok funkcji obronnej miał znaczenie symboliczne kojarzone z niezależnością i władzą.

Wieże mieszkalno-obronne miały zazwyczaj ściśle określony program użytkowy. Najczęściej wznoszono je na planie prostokąta. Składały się z kilku jednoprzestrzennych kondygnacji, niekiedy najwyższe piętro miało formę drewnianej izby. Przyziemie, czasami zagłębione w ziemi, służyło celom gospodarczym. Między najniższym poziomem a wyższymi piętrami najczęściej nie było bezpośredniej komunikacji. Na pierwsze piętro stanowiące tzw. piano nobile wchodziło się za pośrednictwem zewnętrznych, zwykle drewnianych schodów. Ich zniszczenie w razie zagrożenia umożliwiało skuteczniejszą obronę. Na wyższych poziomach mieściły się pomieszczenia mieszkalne dostępne wewnętrznymi schodami, niekiedy umieszczonymi w grubości muru.

O wyglądzie kozielskiej wieży niewiele można powiedzieć ponad to, co wynika z zachowanych reliktyw. Jest bardzo prawdopodobne, że jej najniższa kondygnacja była nieznacznie zagłębiona w ziemi. Poziom jej podłogi wyznacza relikw progu i nasada zachowanego częściowo jednego z węgarów otworu drzwiowego. Próg znajduje się na tym samym poziomie co odsadzka fundamentu. W najbliższym sąsiedztwie węgara, na odcinku kilkudziesięciu centymetrów spoiny są starannie opracowane aż do odsadzki fundamentowej, co znaczy, że ten fragment elewacji był eksponowany. Natomiast na pozostałej części zewnętrznego lica murów starannie opracowane spoiny pojawiają się dopiero około 30 cm wyżej<sup>7</sup>. Ta okoliczność zdaje się sugerować, że to był

2 Zastosowanie wątku dwuwozówkowego, trójkątne spoiny – zarówno poziome, jak i pionowe, zastosowanie stosunkowo niskiej cegły o charakterystycznie pomarszczonej powierzchni odnajdujemy w licznych budowlach Niżu Śląskiego pochodzących z 4 ćw. XIII w.

3 Romanow J., op. cit. 2009

4 Legendziewicz A., op. cit.

5 Wieże ostatecznej obrony (stołp, *bergfried*, *bergfrid*) mają zupełnie inną charakterystykę – przede wszystkim nie są dostępne z poziomu terenu, co nie jest cechą kozielskiej wieży; w czasach pokoju nie mają charakteru mieszkalnego

6 Cetwiński M., 1982, Rycerstwo śląskie do końca XIII w. Biogramy i rodowody, Wrocław, Codex Diplomaticus Silesiae, t. II, s. 220

7 Do trzech warstw ponad odsadzkę fundamentową spoiny nie zostały opracowane, w wielu miejscach wręcz występują zgrubienia zaprawy, która została wyciśnięta na zewnątrz w trakcie murowania.

poziom otaczającego wieżę terenu, a parapety okien znajdowały się ponad nim zaledwie o dwie, może trzy warstwy cegieł. Przy samym wejściu musiało występować płytkie zagłębienie, w którego jednym z trzech boków znajdowało się dwa, może trzy stopnie schodowe lub rodzaj pochylni. Z pewną dozą prawdopodobieństwa można określić szerokość otworu drzwiowego, na co pozwala analiza ceglanego wątku. Koronę odsadzki fundamentowej, podobnie jak wyższe partie murów tworzy warstwa cegieł w układzie (jednakże nie do końca konsekwentnie) główka-wozówka-wozówka- główka. Nasada zachowanego węgaru osadzona jest w połowie szerokości główki, następnie występuje siedem kolejnych ułożonych główkowo cegieł progu otworu drzwiowego, po których następuje wozówka. Gdyby uwzględnić zasadę symetrii i osadzić brakujący węgar w połowie siódmej główki progu uzyskamy szerokość otworu drzwiowego równą w przybliżeniu 105 cm. Wnętrze wieży nie było otynkowane o czym świadczą starannie opracowane spoiny. Można też zastanowić nad sposobem przykrycia najniższej kondygnacji. Jerzy Romanow sugeruje, że było to sklepienie krzyżowo-żebrowe, o czym, wg badacza, świadczy odnaleziony fragment profilowanej cegły, rzekomo będący reliktem żebra sklepiennego, a także oskarpowanie budowli. Wydaje się jednak bardziej prawdopodobne, że ceglana kształka (stosunkowo niewielka w porównaniu z kształtkami żeber sklepiennych – gabarytami zbliżona do pozostałych cegieł) pochodzi raczej z profilowania jakiegoś otworu – na przykład drzwi pierwszego piętra. Jakiegokolwiek sklepienie, jako formę przykrycia pomieszczenia należy raczej wykluczyć. Zachowane mury w narożniku południowo-zachodnim wnętrza zachowały się do wysokości około 2 m – do 170 cm w partii licowej. Nie ma tu śladu po nasadzie sklepienia. A zatem, musiałyby się ona znajdować wyżej. Wnętrze na obu kierunkach ma szerokość ponad 8 metrów. Jego przykrycie jedną czaszą, na przykład o łuku pełnym, dawałoby wysokość pomieszczenia w strzałce bliską 6 m. (2 m do nasady plus czterometrowy promień okręgu), a przy zastosowaniu łuku ostrego jeszcze większą. Wydaje się to mało prawdopodobne. Mniejszą wysokość pomieszczenia przy wysokiej nasadzie sklepienia można było uzyskać przez podział sklepienia na przęsła, na przykład na 4 czasie spływające na środkowy filar. Śladu takiego filara jednak nie stwierdzono. W tych okolicznościach jest raczej pewne, że najniższą kondygnację wieży przykrywał strop. Można się zastanowić również nad tym, czy parter wieży był skomunikowany z wyższymi kondygnacjami. Schody zwykle się umieszczały przy ścianach. W trzech ścianach znajdują się otwory okienne i drzwi, a zatem trudno aby kilkumetrowy bieg schodowy poprowadzono wzdłuż nich. Brakuje tu też śladów po osadzeniu stopnic lub belek policzekowych. Ewentualny bieg schodowy mógł się znajdować wzdłuż pozbawionej otworów ściany wschodniej. Nie można wykluczyć, że komunikację z pierwszym piętrzem zapewniała drabina, lub komunikacji w ogóle nie było, co ze względów obronnych występowało dość powszechnie w budowlach tego typu. Wejście na piętro było możliwe najprawdopodobniej za pośrednictwem systemu komunikacji zewnętrznej, nie wykluczone, że jakiś związek mają z tym odcinki grubych murów – jeden w narożniku północno-wschodnim, drugi nieznacznie oddalony od narożnika południowo zachodniego. Istnienie dwóch wejść do budynku – jednego na poziomie przyziemia, drugiego bezpośrednio na piętro spotykamy w innych budowlach tego typu. Jako przykład można tu przywołać wieżę mieszkalno-obronną stosunkowo niedawno odkrytą i restaurowaną w Brzegu przy ul. Jabłkowej 6<sup>8</sup>. Jest to, co prawda wieża miejska, wpisana w lokacyjną siatkę ulic, tym nie mniej wykazuje ona (pomijając brak oskarpowania) pewne podobieństwo do kozielskiego donżonu i może dawać pogląd o wyglądzie jego wyższych kondygnacji. Zbudowano ją najprawdopodobniej w ostatniej ćwierci XIII w. z cegły układanej w wątku dwuwozówkowym, ze spoinami opracowanymi trójkątnie. Ma plan prostokąta o wymiarach około 9,3 m x 11,3 m. Jej przyziemie dostępne było przez otwór drzwiowy od strony zachodniej, natomiast piętro przez system komunikacji

8 Autor niniejszego opracowania odkrył brzeską wieżę przy ul. Jabłkowej 6 w roku 2007, w roku 2013 przeprowadził badania architektoniczne, w roku 2016 przygotował projekt ekspozycji zachowanych relikwów w obrębie dwóch elewacji, i w roku 2017 przeprowadził prace remontowo-konserwatorskie. Wieża w połowie XVIII w. przekształcona została w kamienicę – rozebrano jej górne piętra. Zachowały się trzy dolne kondygnacje, przy czym najniższa, będąca pierwotnie przyziemiem (lub przyziemiem zagłębionym w ziemi) stanowi obecnie piwnicę, natomiast poziom trzynastowiecznego pierwszego piętra znajdował się 1,1 m nad poziomem współczesnego chodnika.



zewewnętrznej drzwiami o łuku odcinkowym umieszczonymi w elewacji wschodniej. Na poziomie parteru zachowało się jedno okno szczelinowe o prześwicie szerokości połowy cegły, umieszczone w rozglifionej od strony wnętrza obszernej wnęce przesklepionej łukiem dwuramiennym (dwa boki trójkąta). Relikt okna szczelinowego natrafiono obok otworu drzwiowego na poziomie pierwszego piętra. Natomiast dwa okna szczelinowe szerokości jednej cegły odkryto na poziomie drugiego piętra. W wyglądzie brzeskiej wieży, mimo jej niewątpliwie mieszkalnego charakteru, istotną cechą jest maksymalna redukcja ilości i szerokości otworów okiennych, i to nie tylko na poziomie parteru. Wygląda na to, że względy obronne stawiano wyżej niż komfort mieszkania. Podobne cechy wykazują także inne wieże mieszkalno-obronne, na przykład wieża w Siedlęcinie. Jest wielce prawdopodobne, że mogło to być również właściwością wieży kozielskiej.

Nie wiadomo kiedy kozielski donżon przestał istnieć. Według zespołu badającego jego relikty w latach 2013-2014 nastąpiło to już w połowie XIV w.<sup>9</sup>. Pozostaje to w sprzeczności z przytoczonym przez Lutscha protokołem budowniczego Gregora von Brauna z roku 1558, według którego zamek kozielski nie nadawał się do zamieszkania, a z całego masywu zachowała się wielka wieża otoczona grubym murem<sup>10</sup>. W tym zapisie należy upatrywać końca kozielskiego donżonu, który jako zrujnowany został rozebrany w ramach renesansowej przebudowy założenia zamkowego.

Lipiec 2020

mgr Jerzy Skarbek

---

<sup>9</sup> Gerenda K., Janczewski P., Legendziewicz A., Niegoda J., Panek P., op. cit, s.16, 29

<sup>10</sup> H. Lutsch, 1894, Verzeichnis der Kunstdenkmäler der Provinz Schlesien, t. IV, s. 286-287

## 2. 3 Forma, opis, wymiary pomieszczenia.

Pomieszczenie w którym znajduje się relikwiarz jest o nieregularnym kształcie zbliżonym do prostokąta o wymiarach 1700 x 1860 x 1492 x 1478 cm. Oznaczonym numerem 0,11. Całkowita powierzchnia wynosi 302,68 m<sup>2</sup>, posadzki 41,68m<sup>2</sup>. Na trzech stronach narożników (oprócz płd-wsch) wymurowano przy murze przypory, natomiast od strony dwóch narożników (pn-wsch. i płd-zach.) istnieją pozostałości odcinków muru, które sugerują iż mogły to być połączenia komunikacyjne na poziomie I piętra średniowiecznego zamku.

Dokumentacja zakłada opracowanie Programu Prac Konserwatorskich dla relikwiarza w celu utrzymania go w dobrym stanie w pomieszczeniu zamkniętym (w systemie wentylacji).

Posadzka pomieszczenia z gąsienicami w sali z relikwiarzem jest na wys. 171,07m n.p.m. Grunt piaszczysty wokół relikwiarza na wys. + 0,78m

## III Stan zachowania

Ściany ceglano-kamienne relikwiarza są obecnie pod osłoną i zabezpieczone. Ogólny stan zachowania jest zły, pomimo ustąpienia zabieleń na całej powierzchni obserwowanych jeszcze w marcu 2019r. I zmniejszenia zawilgocenia budowli. Zabieleń pozostają na dolnych partiach murów wewnętrznych, z których pobrane próbki nie wskazują na silne zasolenia a być może na wytrącanie się krzemionki po wcześniejszych pracach konserwatorskich. W dwóch narożnikach wewn. drobne zazielenienia po mikroorganizmach, natomiast w wyższych partiach i zagłębieniach otwory po spuszczalach (dość duże) oraz aktywne drobne kolonizacje z siedliskami w zaprawie. Brak na zewnątrz grzybnia, a w dwóch miejscach w zagłębieniach płd-zach.wewn.ściana muru drobne miejsca ze szkliwem świadczą o zasoleniu.

Widoczne drobne miejsca po pracach prewencyjnych, współczesne kity w kolorze czerwonym i białym spoiny.

Z zewnątrz mur i fundamenty obsypane piaskiem, od wnętrza pozostałości gruntu, częściowo wymienionego podczas poprzednich prac archeologicznych.

Zewnętrzne mury są w lepszym stanie niż wewnętrzne, brak tu zabieleń, natomiast po obu stronach rejestruje się drobne ledwo widoczne poziome rysy na najniższych ceglach, co świadczy o tym, że partie te były przez dłuższy czas przykryte być może glinianym warstwowym gruntem, lub mocniej zawilgoconym.

Cegły są w złym stanie, a w partiach górnych w bardzo złym stanie. Pomimo zabezpieczenia murów ich szybkość wysychania była zbyt szybka co przyczyniło się do bardzo licznych dodatkowych spękań, co uwiadamia się poprzez liczne rozwarstwienia cegieł i złuszczenie się cegieł. Ich silne złuszczenie widać na zwieńczeniu okna ściany płd-zach. Z oknem przesklepionym, gdzie spękania przechodzą przez całą szerokość muru.

Spoiny w dolnych zewn. partiach muru są częściowo wypłukane, osypują się, natomiast w dolnych partiach zewn. strony są częściowo wybrzuszone, świadczą o nacisku i lekkim wypłynięciu przy układaniu kolejnych warstw. Natomiast w środkowych i wyższych partiach spoiny są nieco cofnięte, gdzieś tam pozostały ślady trójkątnego formowania spoiny.

Mur był murowany w układzie wendyjskim – dwie wozówki, główka, natomiast wewnętrzne warstwy są wykonane z nierównomiernych cegieł, także połówek, na zalewanej zaprawie wapiennej. Na płn-zach. Narożniku jest spory zaciek białej zaprawy wapiennej.

W kilku miejscach w dolnej części zewn. muru oraz w dwóch oknach odnaleziono kilka cegieł z szarym szkliwem.

Jednym z najważniejszych celów badań oraz dokumentacji jest wyjaśnienie powodu licznych zabieleń muru, ich wpływ na stan zachowania, przeciwdziałanie i dalsze zalecenia.



Obok badań zasolenia na dwóch poziomach w kilku miejscach, składu gruntu, oraz składu zapraw i cegieł, zostały wykonane badania podciągania kapilarnego wodą aby stwierdzić:

- w jakich miejscach mur jest chłonny,
- czy bliskość studni ma wpływ na stan zachowania,
- jakie najlepsze i najbardziej efektywne zastosować metody i środki konserwatorskie,
- jaki jest rodzaj zabieleń aby ustalić sposób ich usunięcia, czy zabielenia są wynikiem wysolenia czy wcześniejszych zabiegów konserwatorskich, zastosowania żywic krzemooorganicznych na wilgotnym podłożu i niewystarczające związanie, lub wytrącanie się żelu krzemionkowego bezpostaciowego i zabielenie,
- jaki jest bezpośredni powód silnych spękań cegieł i czy można proces ten zahamować,
- czy obecne warunki techniczne wymagają zmiany,
- czy planowane zabiegi mogą być wykonane w obecnych warunkach technicznych.
- inne.

## IV CZĘŚĆ BADAWCZA

### 4.1. Badania zasolenia cegieł.

Do badań pobrano **15 próbek cegieł** w celu określenia poziomu zasolenia ilościowego i jakościowego. Próbki pobierano w dołu murowanego reliktu oraz z góry. Dobór selektywny miał za zadanie dokonać analizy nie tylko stopnia zasolenia, ale i różnicy w zasoleniu pomiędzy częścią przyziemną a górną. Ze względu na zainstalowane nawiewy, oraz okružny ruch powietrza wewnątrz reliktu, pobrano próbki w wnętrza i na zewnątrz muru.

Próbki przekazano do Laboratorium PKZLAB SC w Toruniu. (Załącznik nr1).

#### 4.1.1. Analiza wyników zasolenia cegieł.

1. **Zasolenie cegieł nie jest wysokie i waha się od 0,35 %-1,25% na dole oraz od 0,37% - 1,38% u góry, (pomimo zabielenia powierzchni cegły). Najbardziej zasolone są próbki lewego narożnika ściany (wewnątrz i zewnątrz).** Być może jest to sygnał iż ewentualne podciąganie wody przez istniejącą z tej strony dawną studnię może mieć niewidoczny wpływ na zawilgocenie i ruch soli w murze, także zasolenie. **Jednocześnie jest to fragment najlepiej podciągający kapilarnie wodę.**

2. Dolne partie są mocno zabielenie, natomiast górne partie muru są bardzo zniszczone, uszkodzone cegły złuszczone się warstwami.

3. Próbki pobierane w jednej linii pionowej czyli na dole (n- nisko) oraz na górze (w-wysoko) pokazują, iż **zasolenie jest minimum o połowę wyższe na dole niż wysoko**, choć zdarzają się wyjątki np. ściana zewnętrzna po lewej stronie reliktu.

4. Na ścianach wewnętrznych jest najwięcej zabielenie lico cegły, natomiast największe zniszczenia cegieł i muru występują na zewnętrznym licu.

5. W próbkach występują śladowe ilości siarczanów, chlorków, azotanów, sodu i wapnia i nieco więcej jonów magnezu, najwięcej w próbce muru zewn. po lewej stronie (od dawnej studni). Większa obecność jonów magnezu może być spowodowana składem surowca, z którego wyprodukowano cegłę.

6. **pH próbek oscyluje w granicy 6, natomiast zbliża się do 7 pH przy większym zasoleniu** czyli próbce nr 14s. **Czyli zbliżony do obojętnego.**

**Opis:**

w – wysoko

n – nisko

wewn. - mur wewnętrzny, prawy (po prawej stronie, stojąc na wprost reliktu)

zewn. - mur zewnętrzny (prawy lub lewy, front, tył)

Próbki cegieł – zasolenie ilościowe w stosunku do występowania, w  
nawiązaniu do rodzaju występujących zniszczeń

Nr próbki	wysokość	położenie	ilość soli %	pH roztworu	inne
1s	w	wewn. prawy	0,4	5,98	zabiel, uszkodzenia
2s	n	wewn.prawy	0,72	6,07	zabielenia
3s	w	wewn.wprost	0,37	5,9	uszkodzenia
4s	n	wewn.wprost	0,65	6,01	zabielenia
5s	w	wewn.lewy	0,67	6	uszkodzenia
6s	n	wewn.lewy	0,35	5,95	zabielenia
7s	w	wewn.frontowa	0,77	5,92	zabielenia
8s	n	wewn.frontowa	1,25	6,3	zabielenia
9s	w	wewn.prawy	1,13	6,14	zabielenia, uszkodzenia
10s	w	zewn. prawy	0,86	6,18	zabielenia, uszkodzenia
11s	n	zewn.prawy	0,86	6	brak
12s	w	zewn.tył	0,43	5,92	zabielenia
13s	n	zewn.tył	0,64	6,11	brak
14s	w	zewn.lewy	1,38	6,36	lekkie uszkodzenia
15s	n	zewn.lewy	0,42	6,03	brak

**4.2. Badania składu mineralnego próbek zapraw oraz cegieł.**

Próbki nr 6,10,17 to próbki cegły pobrane do badania składu mineralogicznego. Próbka nr 10p to próbka pobrana z obramienia otworu okiennego w wewn. murze po lewej str. wykazuje nieco inny, bardziej spieczony/wisniowy kolor. (Załącznik nr 2)

**Próbka cegły nr 6p** usytuowana na dole okna z resztką szkliwa. **Spoiwo** – jest praktycznie całkowicie afanitowe, zabarwione na **czarno-brunatno** i bardzo słabo przezroczyste, **do czarnego o nieprzezroczystego**, nie są widoczne żadne budujące je składniki, zupełnie nie wykazuje oznak reakcji na światło spolaryzowane, jest optycznie izotropowe. **Może być to spowodowane większym stopniem spiecenia ceramiki (ze szkliwem) lub jest to spowodowane dużą ilością zanieczyszczeń i minerałów nieprzezroczystych.** Spoiwo 55%, kwarc tylko 33%, porowatość ok. 1%. **Cegła występująca w świetle okna (lewa str. muru) jest bj. ciemno-czerwona, być może bardziej wypieczona, zwarta, co jest widoczne także na kilku ceglach wokół otworu okiennego.**

**Próbki cegły nr 10p i 17p o spoiwie** – wykształconym jako kryptokrystaliczna i afanitowa masa, zabarwiona na **brunatno-czerwony kolor, słabo przezroczysta, lekko prześwituje na**



ciemnobrunatny kolor. Spoiwo ok 46-49%, kwarc 37-42%, porowatość 2,5%. Cegła mocna i bardzo dobrze wypalona, ale nie na tak szczelna jak próbka nr 6.

**Próbki zapraw nr 2,3,4,7,8,11,13,14,15,16**, podobnie jak cegły, nie wykazują większego zróżnicowania. Posiadają one węglanowe spoiwo które wykształcone jest pod postacią masy mikrytowej. Spoiwo to jest niehomogeniczne, we wszystkich próbkach zapraw widoczne są różnej wielkości **skupienia mikrytowe (grudki wapna)**. Sporadycznie mogą one osiągać bardzo duże rozmiary kilkunastu milimetrów, co widoczne jest w wypadku próbki 7. Jednak w większości wypadków mają one wielkość poniżej kilku milimetrów. Są one zbudowane z mikrytu, choć charakteryzują się często lokalnie widocznymi w ich obrębie **przebarwieniami**, zapewne pochodzącymi od rozproszonych **związków żelaza**. W znacznej części z nich widoczne są obok mikrytu bardzo drobne ziarenka okruchowego kwarcu frakcji pyłowej, który zapewne był składnikiem surowca – skały węglanowej z której wypalano wapno. W niektórych również widoczne są niekiedy w masie mikrytowej nieregularnego kształtu przerosty drobnokrystalicznego kalcytu, które mogą stanowić relikty surowca węglanowego, a które nie uległy w trakcie wypału kalcynacji do wapna. Z drugiej strony mogą to być efekty wtórnej rekrytalizacji mikrytu, które w masie spajającej, w postaci przerostów i obwódek wokół niektórych ziaren szkieletu obserwowano w wypadku próbek 13, 15, 16. Skład mieneralogiczny: glaukonit, amfibol, granat, cyrkon, minerały nieprzeźroczyste oraz **fragmenty ceramiki**.

**Próbka nr 7** – to próbka pobranej białej wapiennej zaprawy, która pokrywa narożnik reliktu. W próbce stwierdzono nieliczne ziarna ostrokawędzistego i półobtoczonego kwarcu, natomiast spoiwo wapienne występuje tu jako główny składnik, bo aż 92%.

**Próbka 11, 14, 13, 15**, zapraw wykazują nieco inną strukturę niż pozostałe próbki. Obok spoiwa wahającego się od 48,5-55% , kwarcu 37-44%, skaleni i innych skał ok 8-9% **ich porowatość jest większa 0,5-2%** i na fotografiach naszlifów uwidacznia się ich pojawiające się liczniejsze puste przestrzenie. Może to świadczyć o wypłukaniu części spoiwa międzyziarnowego, poprzez jego wcześniejsze zasolenia, krystalizacji, następnie rozpuszczania i wypłukiwania spoiwa, powtarzania cyklu i powiększania w wyniku ciśnienia przestrzeni porowych. Wszystkie próbki pochodzą z lewej części muru ( z obu stron) oraz zarówno z góry jak i z dołu muru. Jest to część gdzie poniżej istnieje studnia, która prawdopodobnie zasila tą część muru w wilgoć, która może inicjować procesy, choć są one minimalne to jednak badania wykazują iż mają stały, niewielki ale stały wpływ na wysychanie i zawilgacanie muru - (**tabela próbek zapraw**).

**Z badań petrograficznych wynika, że pomimo nieco zróżnicowanego wyglądu zapraw (w zależności od miejsca pobrania) wszystkie zaprawy są z tego samego okresu, brak miejsc przemurowań spowodowanych przebudową czy dawną naprawą murów. Mur jest jednorodny w zastosowanych materiałach.**

### 4.3. Badania gruntu.

Pobrano dwie próbki nr ‘12’ (1Z) pobrana przy wejściu do wewn, dziedzińca w narożniku po lewej stronie, ‘22’ (2Z) pobrana na przeciwległym ukośnie narożniku po prawej stronie wewn. dziedzińca (**wyższy poziom gruntu**). Podczas rozpoczętych badań stwierdzono, iż grunt został częściowo wymieniony przy murze podczas prac odkrywczo-remontowych.

- pH próbek zbliżone jest do pH próbek z muru, bo wynosi ok. 7.
- zasolenie jest dużo niższe od próbek z muru, bo wynosi ok. 0,026-0,038 %.
- Najwięcej występuje siarczanów i azotanów, dwie typowe sole mające duży wpływ na zasolenie zabytków. Jest ich ok. 0,104 na gram (siarczany) oraz 0,155 na gram (azotany). Jest to wciąż mniej niż ilości występujące w murze, gdzie wartości całkowitego zasolenia (bez podziału

na poszczególne jony) sięgają do ok. 0,37 – 1,38 na gram. Reszta jonów występujących w gruncie jest w śladowych ilościach. (Załącznik nr 3)

Badanie próbek gruntu: **pr 1, 2, 3 pobranych z zewnątrz muru**, gdzie występuje piasek, pozwoliło na określenie granulometrii. Dominującą frakcją w obu próbkach jest frakcja piaszczysta. W próbce 2 znaczna zawartość frakcji żwirowej - 17,56 %. Obie ubogie we frakcję ilastą. W obu próbkach występują zanieczyszczenia antropogeniczne kawałki cegieł, folii, plastiku. (Załącznik nr 4).

#### **Opis:**

##### **1. Metale ciężkie**

**Zawartość metali ciężkich w obu próbkach jest niska i nie przekracza dopuszczalnych norm dla gleb grupy II-1 (parki narodowe, gleby uprawne) (Rozp. Min. Środ. z dn. 1.09.2016r ‘ w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia...’; Dz.U. z 5.09.2016; poz. 1395) . W próbkach zaznacza się je - około dwukrotnie - większa zawartość metaloidów w pr. 12 niż w pr. 22.**

##### **2. Granulometria**

Dominującą frakcją w obu próbkach jest frakcja piaszczysta. Próby różnicuje zawartość frakcji pyłowej odpowiednio 28,0 i 15,5 %. **Obie ubogie we frakcję ilastą. Gleby przewiewne, przepuszczalne.** W obu pr. wiele zanieczyszczeń antropogenicznych : kawałki folii, plastiku, zaprawa murarska oraz kawałki cegieł.

##### **3. Geochemia**

W próbkach dominuje krzemionka, czyli **frakcja piaskowa gruntu**, przy czym w **pr. 12 (niższy poziom gruntu)** zaznacza się zwiększona zawartość takich pierwiastków jak glin, żelazo, potas, tytan, magnez, sód, wapń, fosfor, mangan i siarka. Prawdopodobnie ziemia jest tu wymieniona w wyniku prowadzonych badań archeologicznych, znajduje się liczne resztki folii po zabezpieczeniu wcześniejszym terenu podczas prac.

##### **4. Parametry chemiczne gruntu**

Obie próby charakteryzują się zasadowym (bj. obojętnym) odczynem ( $\text{pH} > 7$ ) co może mieć związek z kawałkami tynku licznie występującymi w próbkach. Ma to swoje odzwierciedlenie występujących węglanach. Zasolenie obu gleb jest niskie – nie ma tam soli ani nawozów rolniczych. ( $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ) Zawartość substancji organicznej jest niska (1,19 i 0,32 %).

**Skład analizowanych gleb jest typowy dla powierzchniowej warstwy gruntu. Żaden oznaczony parametr nie zwraca szczególnej uwagi. Piaszczyste próby gruntu o leko zasadowym pH, niska zawartość metali ciężkich, klasyczna geochemia i ogólne parametry fiz-chem gruntu.**

**Należy pamiętać że pH gruntów ma znaczenie dla funkcjonowania i wymienności gruntów.**

Optymalne pH czyli najlepsza dostępność składników ma miejsce, kiedy pH gleby wynosi 6,5-7,2, natomiast to nie jest wskazana aktywność mikroorganizmów. Tak więc pH dla gleby bardzo lekkiej (piaski luźne, słabo gliniaste) to jest ok. 5,1- 5,5 pH, dla gleby lekkiej (piaski gliniaste) 5,6 - 6,0 pH, dla gleby średniej (gliny piaszczyste i lekkie) 6,1 - 6,5 pH, dla gleby ciężkiej (gliny średnie i ciężkie, ły) 6,6 - 7,0 pH.



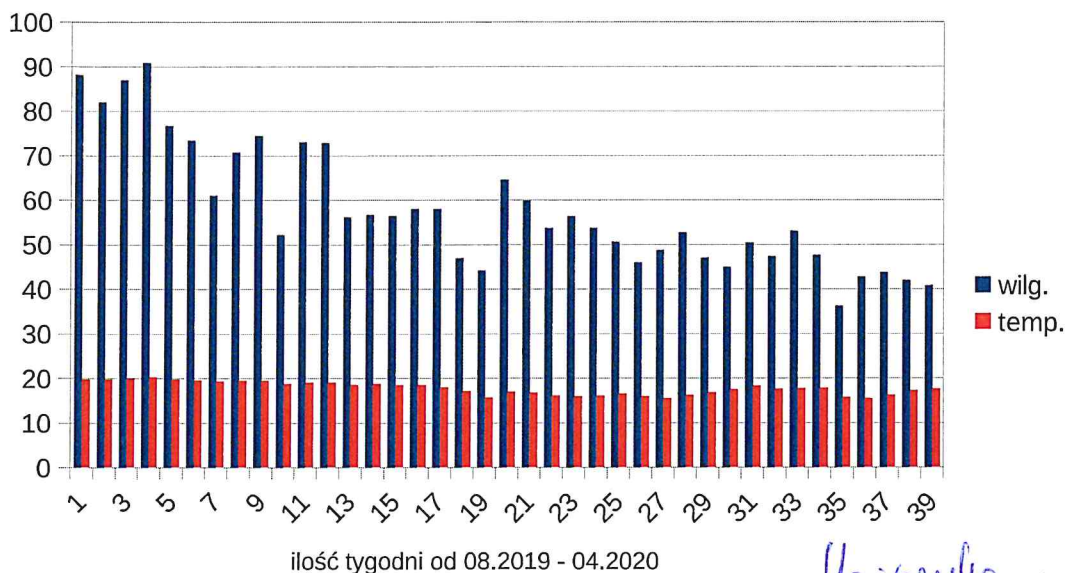
Ponieważ tu pH gleby wynosi ok. 7 czyli jest obojętne, można nieco **zakwasić grunt dodatkiem próchnicy**, lub po pracach archeologicznych wewnątrz reliktu podsypać większą ilością piasku, który ma bardziej kwaśne pH oraz jest bardzo przewiewny, kwaśnawy i utrzymuje dobrze wilgotność potrzebną dla trwania wilgoci w murze, wstawić fragmenty **rudy darniowej**.

#### 4.4. Badania zawilgocenia powietrza w sali z reliktem.

Parametry wilgotności w stosunku do temperatury określono poprzez codzienny spis z urządzenia AP/AR zamontowanego na słupie w sali, w której posadowiony jest relik murów średniowiecznych. **Pomiary wykonał pracownik Muzeum od sierpnia 2019r do maja 2020r.** Jak wskazuje wykres mur oddawał wilgoć w długim czasie bo ok. 8 mcy. Jednak zważywszy na to, że jest to zabytek proces ten zachodził szybciej niż w typowym środowisku zewnętrznym, gdzie proces wysychania może trwać nawet 2-3 lata. Oczywiście wpływ na tak szybki proces mają nawiewy zamontowane w stalowej konstrukcji stropu, których działanie i ciągły proces przyspieszyły wyschnięcie. Wizyta w marcu 2019 r. uwiaryściła silne zabielenie muru, natomiast już w listopadzie 2019 pozwoliła na obserwację, iż mur nie był tak jak na wiosnę zabieleny, a cegły posiadały bardziej czerwono-ceglasty kolor. Stąd podjęte badania aby stwierdzić jego stan zachowania, a następnie zaproponować odpowiednie działania konserwatorskie. **Z wykresu wynika, iż prawdopodobnie w po kilku miesiącach ciepłych i nawiewu – w grudniu, gdy temperatura spadła do ok. 15,5-17,5° C a wilgotność spadła poniżej 60% mur wewnętrzny uzyskał w miarę stabilny poziom wilgoci, tak że mogły zacząć wysychać zewnętrzne warstwy ceglanego muru reliktu.**

Jednakże badanie to wykonywane jest na podstawie urządzenia zamontowanego na betonowym filarze w najniższej części pomieszczenia z reliktem, gdzie osiada chłodniejsze i bardziej wilgotne powietrze, którego pomiar reguluje brak potrzeby zwiększania napływu wilgotnego powietrza z tyłu muru, gdzie ono jest potrzebne. Podczas wizyty w dniu 24 lipca 2020 projektant zajmujący się częścią wentylacyjną zgłosił konieczność przeniesienia tego urządzenia bliżej reliktu. Reasumując umieszczenie urządzenia pomiarowego bliżej reliktu prawdopodobnie pokazałoby wyższe temperatury i niższą wilgotność, a co za tym idzie szybsze wysychanie muru, niż to ma miejsce w załączonym wykresie.

Wykres wilgotności i temperatury w pomieszczeniu z reliktem muru (0,11) w Muzeum.



#### 4.5. Badania wilgotności temperatury na murze reliktu (odczyt z wilgotnościomierza)

Wartości wilgotności i temperatury z 3 x odczytu na murze wilg

		temp.	wilg.	temp.	wilg.	temp.	wilg.	temp.
29.04.	56	20	69	19	68	19	66	20
29.04. bis	48	21	55	20	55	20	51	20
5.05.	52	20	62	19	58	19	51	20
05.05.bis	44	21	55	19	48	20	-	-
27.05.	57	21	61	21	64	20	59	21
27.05.bis	52	22	55	21	55	21	54	21

Badania temperatury i wilgotności w czterech punktach (stanowisko nr 1,2,3,4) w relikcie średniowiecznego muru (narożniki) podczas 6-ciu wizyt. Urządzenia mierzą temperaturę i wilgotność na murze (wewnątrz muru), ponieważ są posadowione w zagłębieniu. Oznaczenie „bis” oznacza, że urządzenie pomiarowe zostało wysunięte przed lico muru (poza zagłębieniem). Pomiary wykonane w trzech różnych dniach 1 (29.04.2020), 2 (05.05.2020), 3 (27.05.2020) przy zbliżonej temperaturze ok. 19-21°C, zwiększającej się max. o 1°C.

Z wykonanych pomiarów wynika, iż pomimo tej samej temperatury ustalonej dla całego pomieszczenia (urządzenia AP/AR zamontowanego na słupie) ok. 18,2-19°C i wilgotności 54-59,7%, czynniki takie jak wilgotność i temperatura muru różnią się dla poszczególnych fragmentów muru (po trzykrotnym badaniu (29 kwietnia, 05 maj, 27 maj 2020) :

- stanowisko nr 1 wilg. 48-57%, temp. 20-22°C.
- stanowisko nr 2 wilg. 55-69%, temp. 17-21°C.
- stanowisko nr 3 wilg. 48-68%, temp. 19-21°C.
- stanowisko nr 4 wilg. 46-66%, temp. 19-21°C.

Tak więc wilgotność jest najwyższa dla stanowisk nr 2 i 3 (oba narożniki tylne), stanowisko nr 1 ma najwyższą temperaturę oraz najniższą wilgoć (tuż przy wejściu), stanowisko nr 4 ma średnie wartości wilgoci i temp.

**Wartości wilgoci i temperatury zmieniły się po wystawieniu urządzeń przed lico muru,**

- dla stanowiska nr 1 15% mniej wilg. (1) 16% mniej wilg. (2) 8% mniej wilg.zewn.(3)
- dla stanowiska nr 2 21% mniej wilg.(1) 12% mniej wilg. (2) 10% mniej wilg.zewn.(3)
- dla stanowiska nr 3 20% mniej wilg.(1) 18% mniej wilg. (2) 14% mniej wilg.zewn.(3)
- dla stanowiska nr 4 23% mniej wilg.(1) Brak danych 8,5% mniej wilg.zewn.(3)

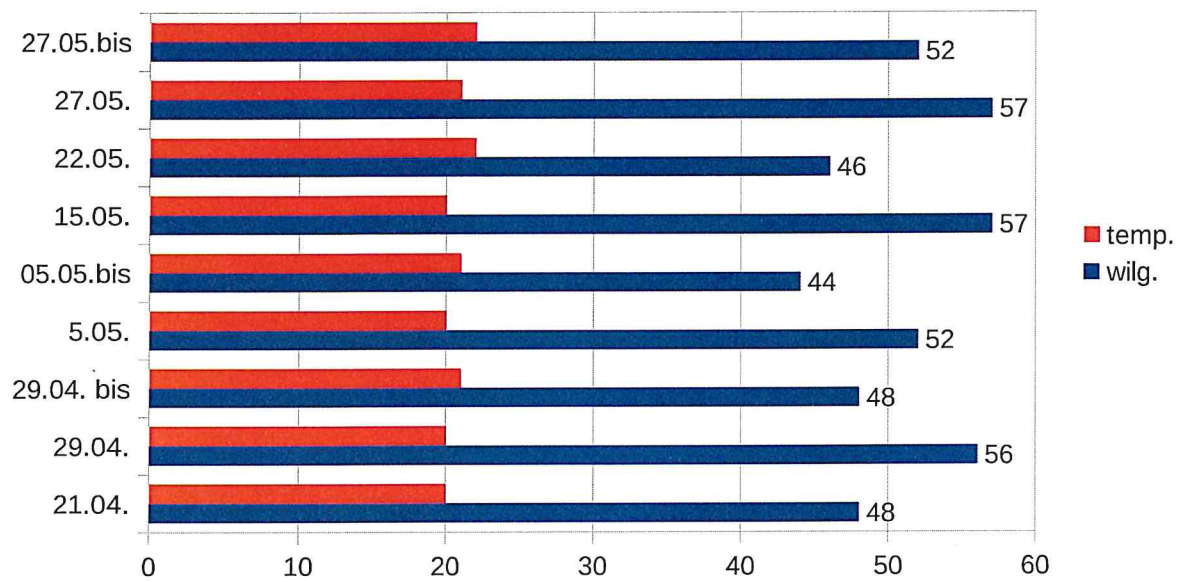
**Wyniki te wskazują, że wilgotność muru jest o ok. 8-23% wyższa wewnątrz niż na zewnątrz reliktu przy niemalże tej samej temperaturze. Najwyższe różnice występują w narożnikach tyłu 12-21%.**

#### UWAGA !

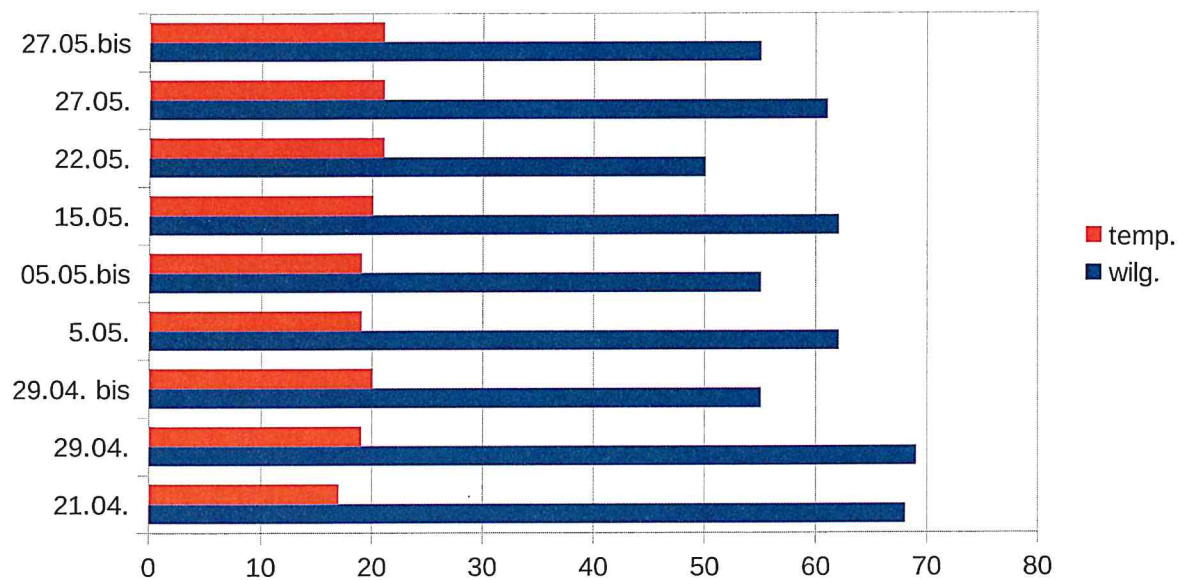
Przeniesiony wilgotnościomierz z termometrem na środek wewnętrznego gruntu w środku reliktu podczas słonecznego lipcowego dnia pokazał, iż **w środku temperatura dochodziła do ponad 35°C, a wilgotność spadała do ok. 40% !!** Tak więc na zewnątrz murów jest odpowiednia wilgotność, podczas gdy na wewnętrznych murach jest zbyt sucho. Nawiew nie włącza wilgoci, więc podawane jest suche powietrze, które intensyfikuje pękanie murów.



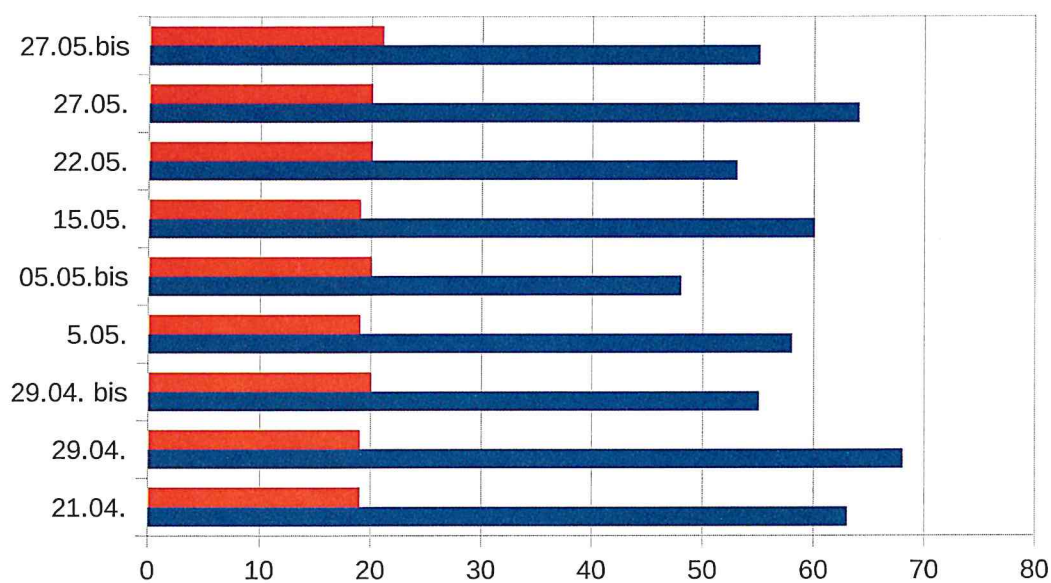
stanowisko nr 1



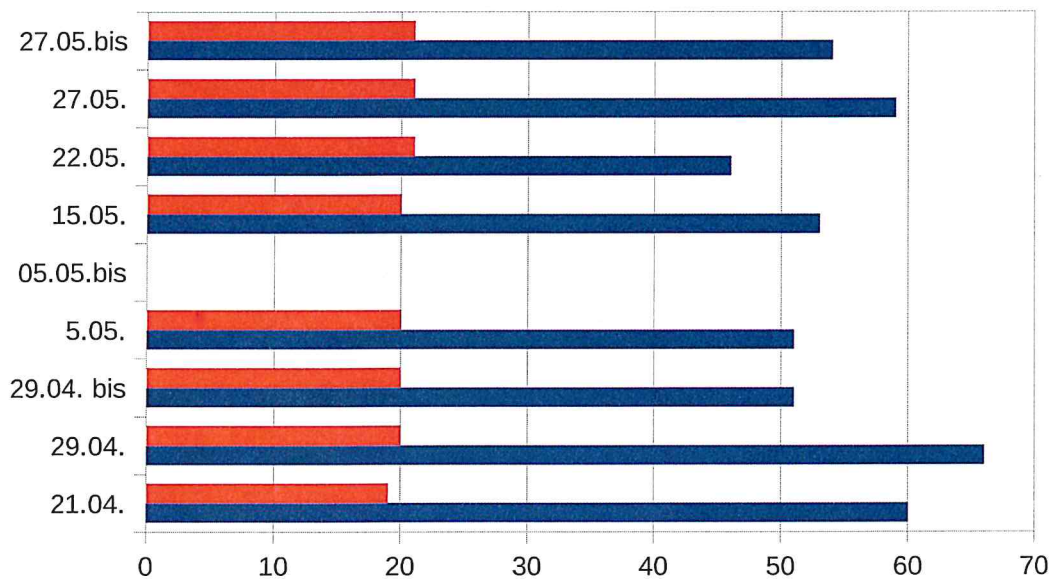
stanowisko nr 2



stanowisko nr 3



stanowisko nr 4

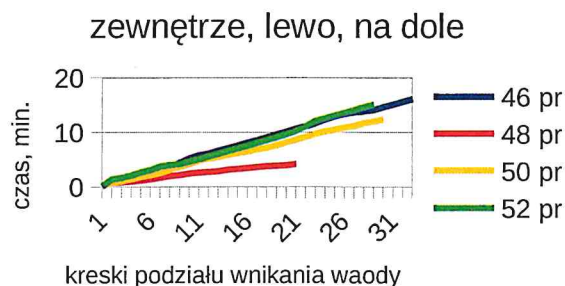
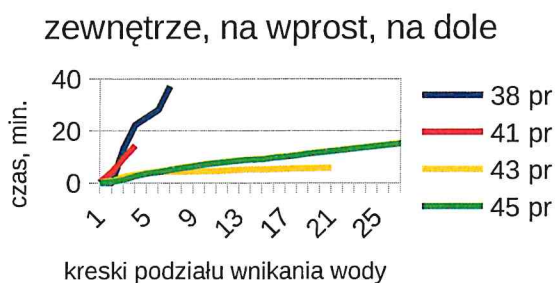
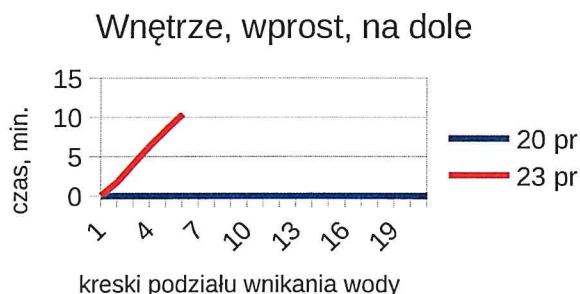




## 4.6. Badanie podciągania kapilarnego murów ceglanych reliktu wieży średniowiecznej.

Badanie podciągania kapilarnego jako szybkość penetracji wody w porowatej cegle przeprowadzono przy zastosowaniu tak zwanej „rurki” Mirowskiego (patent nr 125504) do przetestowania trzech wartości: szybkości absorpcji, objętości cieczy, średnicy tworzącej mokry punkt na powierzchni cegły. Pomiary przeprowadzono na 55 punktach, zarówno na ścianach wewnętrznych muru jak i zewnętrznych, w zbliżonych warunkach temperatury 18,2-18,9° C i wilgotności 44-59,7% (wartości ze słupa pom. reliktu), obserwując skalowaną szklaną rurkę wypełnioną wodą destylowaną. Badanie przeprowadzono w górnych częściach muru oraz w dolnych dla rozpoznania stanu zachowania poszczególnych części oraz pozyskania wyników dotyczących wpływu zwiększonej wilgotności dolnych partii muru (15-38cm od gruntu) ze względu na kontakt z gruntem w stosunku do górnych partii (130-156 cm od gruntu) bardziej narażonych na wysychania z powodu zwiększonego opływania i ruchów powietrza z otaczających nawiewów.

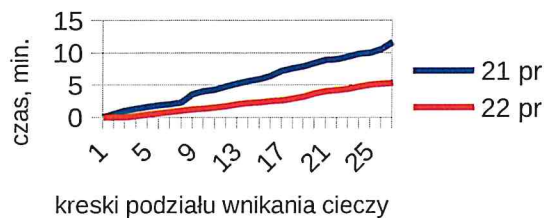
### 4.6.1. Dolne partie muru (poszczególne fragmenty murów).



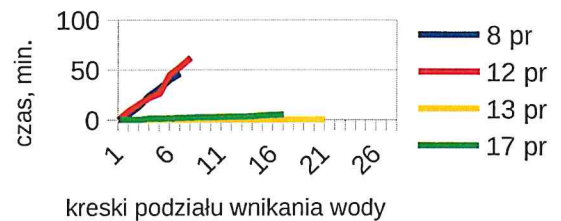
Najlepiej podciąga mur zewnętrzny na lewo na dole, dość równomiernie ok. 15 min na 30 kresiek (ml). Być może ma tu wpływ obecności XIXw. Studni pod posadzką.

#### 4.6.2. Górne partie muru (poszczególne partie muru).

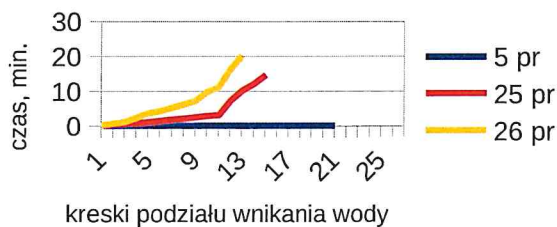
Wewnątrz, na wprost, na górze



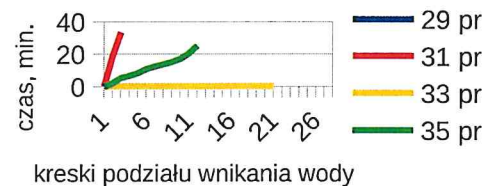
wewnątrz, lewo, na górze



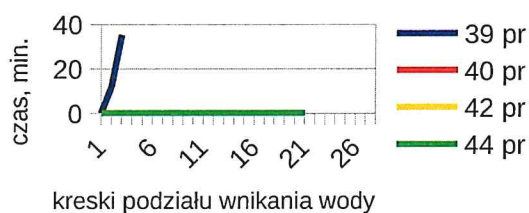
wewnątrz, prawo, na górze



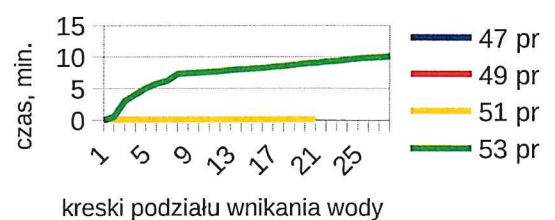
zewn. prawy, góra



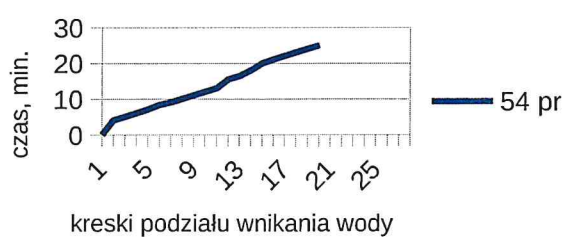
zewn. na wprost, góra



zewn. na lewo, na górze

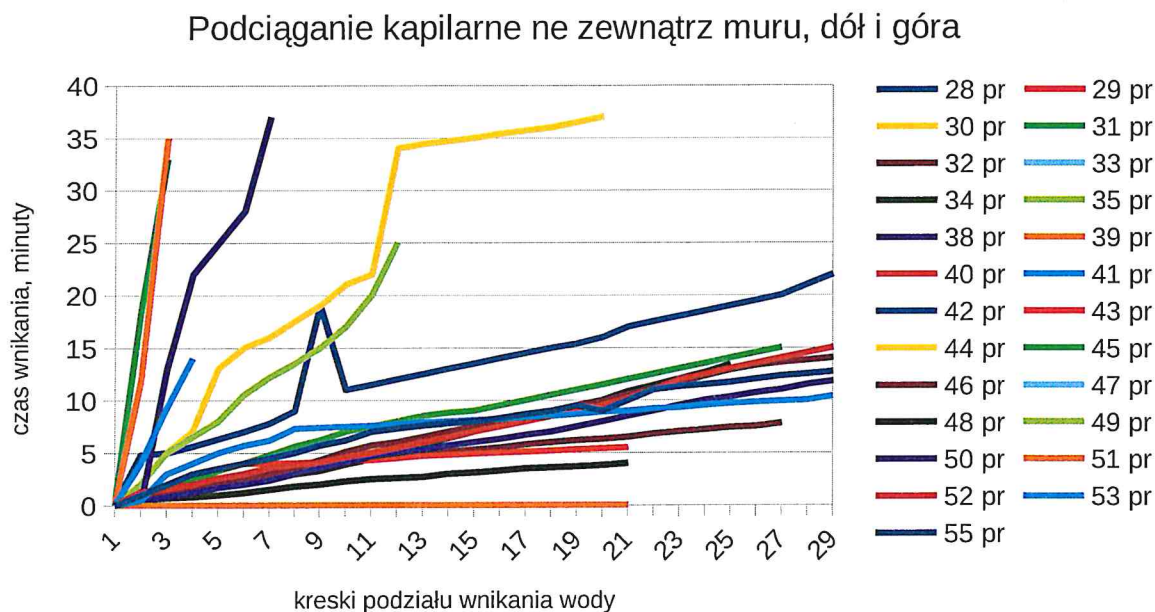


zewn. wejście, na górze



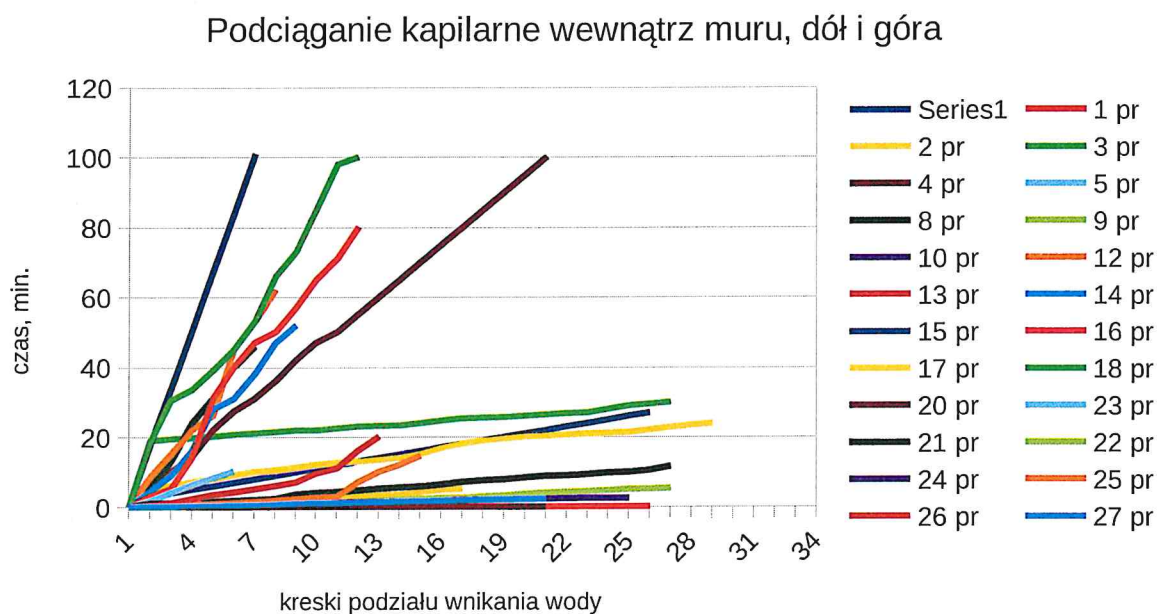


#### 4.6.3. Podciąganie kapilarne wewnątrz i na zewnątrz, całościowo (dół i góra).



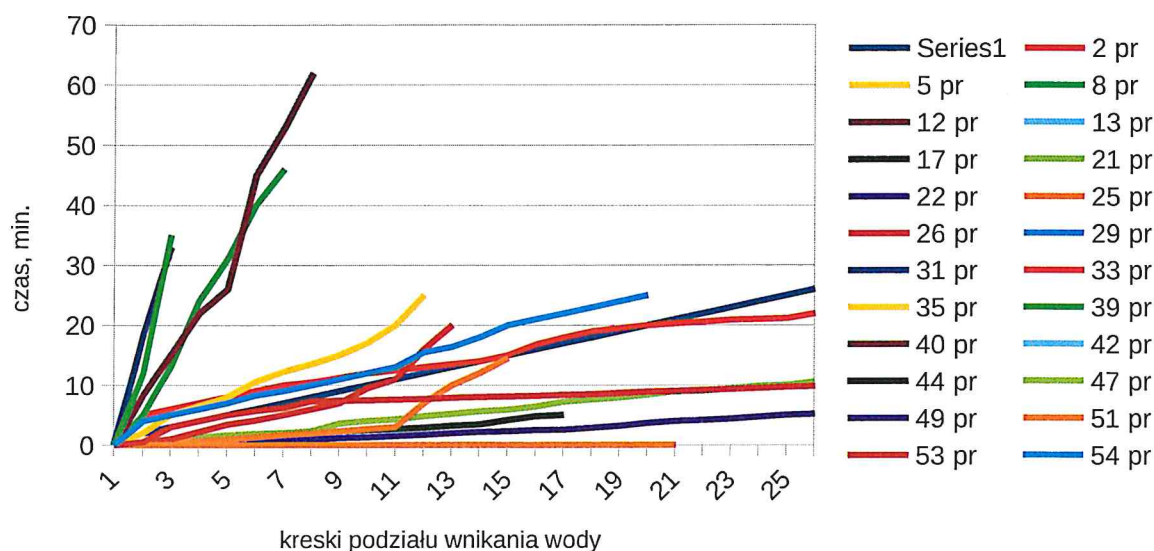
Na 25 próbek 9 nie podciąga, 9 podciąga średnio, 7 szybko.

**36 % nie podciąga, reszta średnio i dobrze. Dobra penetracja muru.**



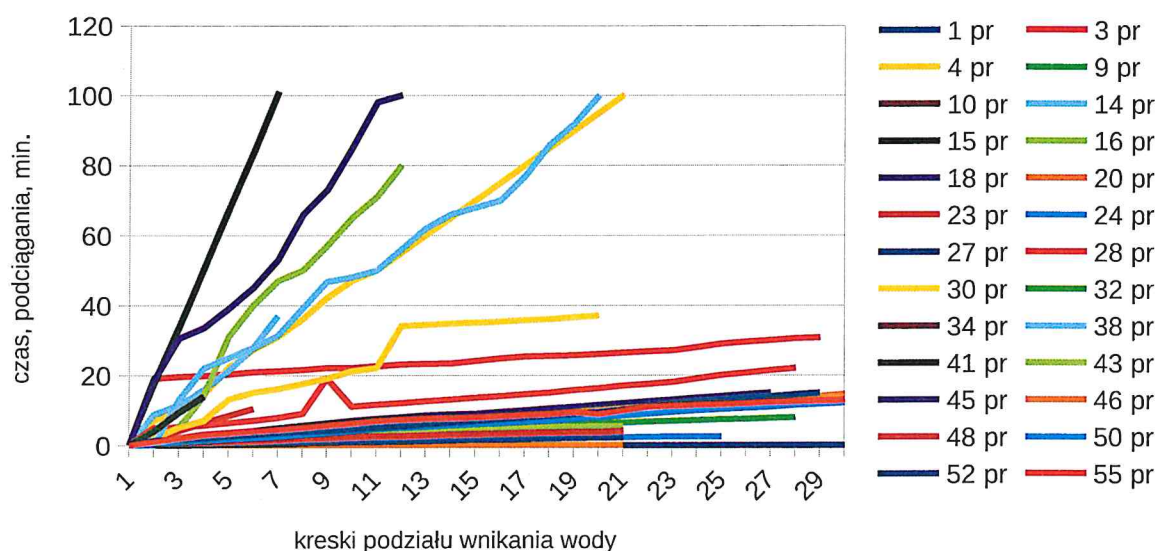
Na 23 próbki 6 nie podciąga, 4 bardzo słabo, 6 podciąga średnio, wyniki są zróżnicowane. **43% nie podciąga, reszta średnio.**

### Podciąganie kapilarne, na górze, wewnątrz i zewn. muru



**Występuje tu największa liczba niepodciągania wody** bo aż 10 próbek na 24 próbki. Reszta próbek podciągała w czasie od 5-53 min na wys. 7-33 kresek, co daje **słabe podciąganie**. **41 % nie podciągało wody, reszta słabo podciąga. Zła penetracja wody.**

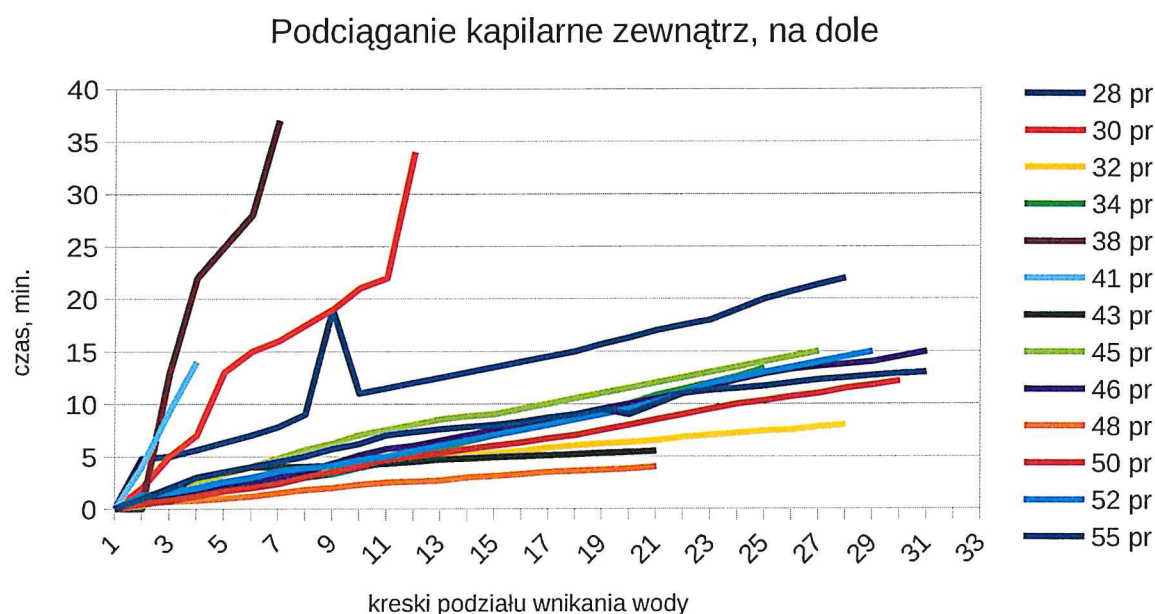
### Podciąganie kapilarne na dole, wewnątrz i na zewn. muru



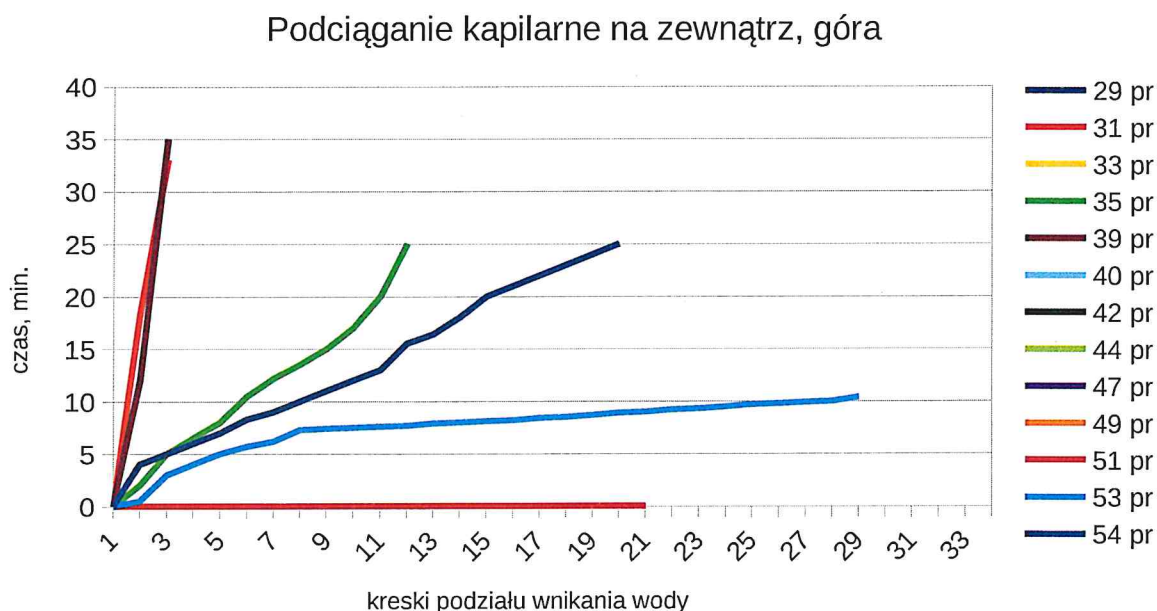
Na całym dole większość próbek potrzebowała ok. 10-20 min aby wnikać w ok 20ml rurki. 8 próbek osiągnęło kilkanaście ml, 5 próbek potrzebowało dłuższego czasu aby wnikać do 22 ml(kresek). 4 próbki nie podciągały. 4 próbki potrzebowały bardzo długiego czasu bo aż 100 minut na wnikięcie w 8-22 kresek (ml) rurki. **Wyniki tu są najbardziej zróżnicowane.**



#### 4.6.4. Podciąganie kapilarne zewnętrzne, (na dole, na górze).

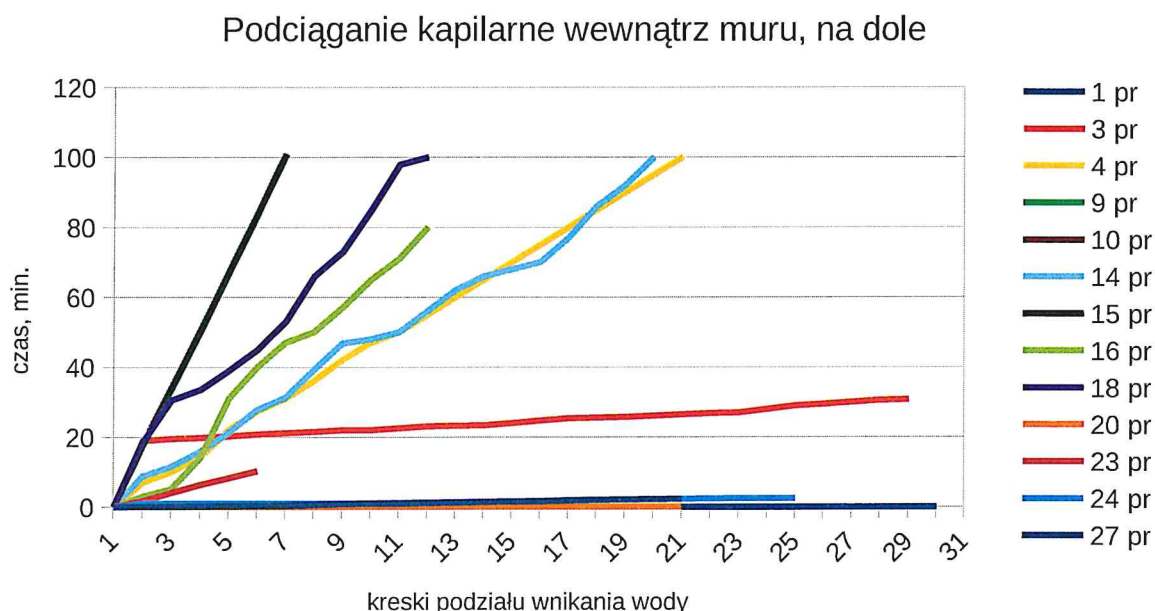


Na 13 próbek wszystkie podciągały, jednak czas podciągania był szybki, 7 próbek podciągnęło w czasie 8-22 minut na wys. ok 30 kresek (ml.) natomiast 2 próbki długo ok. 30 min na wys. 7-14 kresek. Przyczyną może być lekkie nagrzewanie lampami. **100 % podciągania kapilarnego. Najlepsza penetracja.**

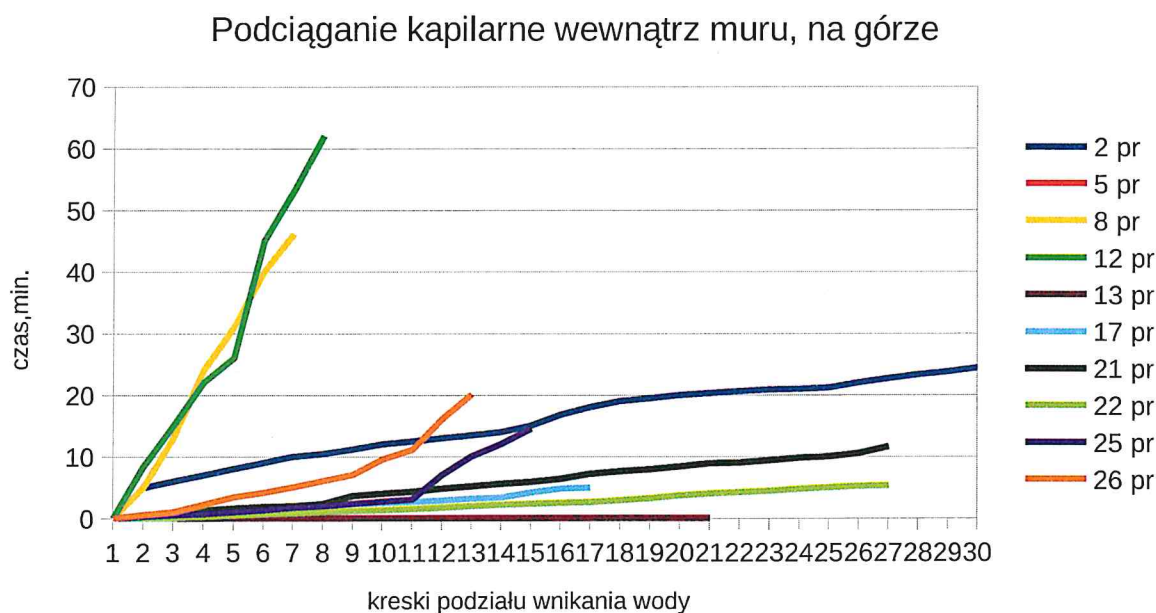


Aż 8 próbek z 13 próbek nie podciągało wody, a 5 próbek podciągnęło w czasie ok. 10-35 min na wys. 3-30 kresek (ml) rurki. Przyczyną może być hydrofobowość (po wzmacnianiu). **Aż 60 % nie podciąga, reszta średnio.**

#### 4.6.5. Podciąganie kapilarne wewnątrz, (na dole, na górze).



4 próbki na 13 próbek nie podciąga wody, 5 próbek potrzebowały bardzo długiego czasu bo aż 100 minut na wnikięcie na wys. 9-22 kresek (ml). 2 próbki podciągnęły szybko do 3 min na wys. 22 kresek, dwie próbki na średnio bo wys. 30 kresek w ok. 30min. **Słabe podciąganie kapilarne na dole wewnątrz muru. Czyli ok. 70% nie podciąga lub bardzo słabo.**



Na 10 próbek dwie nie podciągają, dwie bardzo długo ok. 50 min do 10 kresek (ml), 6 próbek podciągało średnio bo od 5-25 min do wys. 16-30 kresek. **Czyli 40% nie podciąga, reszta średnio.**



#### 4.6.6. Wnioski

Z wykresów pojedynczych fragmentów muru wynika jednoznacznie, że mur ceglany po lewej stronie, gdzie znajdują się relikty dawnej studni, która prawdopodobnie wciąż zapewnia dostęp wilgoci do tej części gruntu, a następnie muru, wpływa pozytywnie na przenikanie wilgoci, zwilżalność, porowatość, przenikalność, oddychanie, dalsze procesy, które warunkują trwanie muru. Jest to widoczne zarówno w dolnej części oraz górnej lewej części muru w stosunku do wszystkich innych ścian (wewnętrznych i zewnętrznych).

**Podciąganie kapilarne na zewnątrz muru na dole to aż 100 % podciągania kapilarnego, natomiast na górze ok. 60% podciąga kapilarnie. Najlepsza penetracja. Być może sprzyja tu piaszczysty grunt oraz lekkie nagrzanie murów lampami ?**

Podciąganie kapilarne wewnątrz na górze 40% nie podciąga, reszta średnio podciąga. Natomiast wewnątrz na dole jest słabe podciąganie kapilarne muru, bo aż 70% nie podciąga lub bardzo słabo.

Podciąganie kapilarne na zewnątrz muru (dół i góra) jest lepsze niż wewnątrz muru (dół i góra). Prawdopodobnie wiąże się to z lepszym gruntem (piaskiem) niż pośrodku (grunt o frakcji pyłowej z frakcjami ilastymi, czyli gliną) oraz mniejszymi zabieleniami, lepszym stanem powierzchni cegieł, inną cyrkulacją powietrza. Być może pH piasków na zewnątrz wokół reliktu wynosi jako bardzo lekkie (piaski luźne, słabo gliniaste) 5,1- 5,5 pH, co powoduje mniejsze przyswajanie różnych minerałów, zahamowanie wzrostu mikroorganizmów, zbliżone do pH żywic krzemorganicznych ?

Podkreślić należy, że wyschnięcie muru czy jego wilgotność poniżej 50 % nie jest korzystne dla tak zabytkowej substancji i może być przyczyną dalszego rozpadu poszczególnych części cegieł a dalej kształtu i konstrukcji muru.

Powyższe wyniki badań wskazują na konieczność wzmocnienia substancji zabytkowej, ale i także utrzymania odpowiedniej wilgotności muru.

*Dorota Uonell-Houinensko*

## 4.7. Badania mikrobiologiczne



### WYDZIAŁ NAUK BIOLOGICZNYCH

INSTYTUT BIOLOGII ŚRODOWISKOWEJ

ul. Śienkiewicza 21  
50-335 Wrocław

tel. +48 71 375 40 02

fax +48 71 322 28 17

ibs@uw.edu.pl | www.uni.wroc.pl

Wrocław, 04 sierpnia 2020 r.

Prof. dr hab. Wiesław Fałtynowicz  
Zakład Botaniki, Uniwersytet Wrocławski  
Email: [oenothera8@wp.pl](mailto:oenothera8@wp.pl)

Analiza biologiczna próbek z „Reliktu średniowiecznej wieży  
zabytkowego kompleksu zamkowego w Kędzierzynie-Koźlu”

Do opracowania otrzymałem 5 próbek pobranych z murów zamku  
w postaci zeskrobanego materiału budowlanego wymieszanego z  
szczątkami organizmów porastających mury, udokumentowanych  
pięcioma fotografiami. Zawierają one:

Próba 1: fotografia przedstawia nagromadzenie glonów roślinnych



(zielenic), które rozwijają się w miejscach  
najbardziej wilgotnych. W próbce znaleziono  
okrągłe komórki zielenic, niewielkie  
fragmenty plechy porostu nocotnik pospolity  
*Myriolecis dispersa* (dawniej opisywanego  
jako *Lecanora dispersa*) oraz pojedyncze owocniki (apotecja) tego  
porostu. Jest to gatunek wapieniolubny, pospolity na zaprawie murarskiej.  
Wytwarza on wtórne metabolity, w tym kwasy organiczne, które są  
agresywne w stosunku do podłoża.

Próba 2: podobnie jak w próbie 1., fotografia przedstawia skupisko



zielenic. W kilku miejscach widać białawe  
plamy sugerujące występowanie plech porostu  
z rodzaju nocotnik *Myriolecis*. W próbce  
również znaleziono zielenice oraz fragmenty  
plechy porostu z rodzaju *Myriolecis*, ale  
oznaczenia do gatunku było niemożliwe ze względu na brak owocników.  
Liczne były również żywe skoczogonki (ongis zaliczane do owadów).

Próba 3: przebarwienia w lewym dolnym rogu fotografii to najprawdopodobniej plecha porostu z rodzaju **liszajec** **Lepraria** reprezentowanego przez liczne ubikwistyczne gatunki powszechne na różnych podłożach. Porosty te zawierają mało wtórnych metabolitów i są stosunkowo neutralne w odniesieniu do podłoża skalnych. W próbie potwierdzono obecność fragmentów plech liszajca.



Próba 4: przebarwienie w centralnej części fotografii jest trudne do interpretacji. Może być efektem rozwoju **cyanobakterii** (**sinie**), ale też plechą jakiegoś gatunku z rodzaju **niocotnik** **Myriolecis**. Próba zawiera nieidentyfikowalne strzępki grzyba (nieliczne) oraz fragmenty martwych muchówek.



Próba 5: niebieskawe przebarwienie jest najprawdopodobniej pochodzenia chemicznego; pochodzi być może od związków chemicznych wydzielanych w trakcie rozkładu owadów widocznych na fotografii. Brak innych materiałów biologicznych.



/prof. dr hab. Wiesław Ealtynowicz/



## **4.8. Analiza działań dotyczących prac przy relikcie muru średniowiecznej wieży na podstawie dostępnych dokumentacji.**

### **4.8.1. Prace i warunki ziemne, gruntowe, wodne przy relikcie.**

Pierwsze badania i odkrywki wieży wykonał w 1981r. J. Romanow odkopując zalegający grunt wokół i odsłaniając zarys murów, niszcząc niestety warstwy stratygraficzne, po rozpoznaniu, wieża została zasypana<sup>11</sup>. Dalsze badania dziedzińca prowadzono w 2013r. Kiedy to wykonano odwierty w związku z przygotowaniem koncepcji projektu rewitalizacji obiektu. Pełne prace badawcze przeprowadzono w 2014r przez zespół osób.

Prace przy wykopach i odkryciu reliktu były prowadzone w 2014r, jako wykop I<sup>12</sup>. Mur o wymiarach zewn. 9,5 x 10 m, o szerokości 130 do 140 cm, wykopano do jego wysokości na ok. 4,5 m, co w było zbliżone do dzisiejszego poziomu ekspozycji. Prace były prowadzone przez zespół badawczy. Po odkryciu i oczyszczeniu stan zachowania muru reliktu pogorszył się, co wymusiło zmiany w programie badań polegające na całościowym odkryciu gotyckiego muru, eksploracji wnętrza, pozostawienie odkrytych do dalszych prac zabezpieczających i konserwatorskich. Wcześniejsze częściowe prace wykonano w 1981r. kiedy to wybrano ziemię do stopy fundamentowej (od str. dziedzińca) i nie było obecnie możliwości poznania stratygrafii warstw ziemi. Możliwe było jednak eksploracja wnętrza, podczas którego oczyszczono mury zewn. i wewn. z ziemi.<sup>13</sup>

We wnętrzu wykopu zidentyfikowano warstwy średniowieczne:

- żółto-piaszczysty calec
- gleba pierwotna
- humus z warstwą spalenizny (węgla drzewnego, popiołu)
- warstwa brązowej próchnicy i gruzu ceglanego
- warstwa próchnicy z gruzem ceglanym i grudkami wapna
- gruz ceglany z grudkami wapna i zaprawy (XVIw)

Na podstawie fragmentów ceramicznych najwcześniejszą warstwę datowano na 3ćw. XVIIIw. - do poł. XIVw. Wieża na dziedzińcu została rozebrana w XIVw. A poziom wnętrza został nadsypany o ok. 170 cm powyżej pierwotnego poziomu użytkowego.

Następnie warstwy renesansowe:

- brązowa próchnica z dużymi domieszkami gruzu ceglanego, spalenizny, zapraw i wapna, okruchy jasnoszarego piaskowca - być może pozostałości po drewnianej podłodze, lub wymoszczonym klepisku.

Następnie 150 lat popadał w ruinę, oraz dalszym zasypaniu wnętrza wieży. Dalsze rozbudowy zamku spowodowały podniesienie poziomu dziedzińca o 180 cm nasypów piaszczystych aż do górnych partii reliktyw rozebranej wieży<sup>14</sup> co wydatowano na 2ćw. XVIw.

Następne XVI-XX w:

- warstwy piaskowe z ciemną próchnicą oraz szarą gliną
- brunatna próchnica i gruz ceglany,
- następnie warstwa kruszyw współczesnych dziedzińca.

11 J. Romanow, Zamek w Koźlu, Wyniki Badań Archeologiczno-Architektonicznych w roku 2009. Poszukiwanie wjazdu na dziedziniec średniowiecznego Zamku, Wrocław 2009r.

12 K. Grenda, P. Janczewski, A. Legendziewicz, J. Niezgoda, P. Panek, Badania Archeologiczne Zamku w Koźlu, Archeo, Wrocław 2014.

13 Skład ziemi jest ważny w przypadku stałego kontaktu muru z podłożem naturalnym – analiza tego składnika będzie opisana w dalszej części.

14 op.cit. Badania Archeologiczne... str. 30

Czasy nowożytne do czasów współczesnych czyli od k. XVIw. do XXw. to rozbudowy i przebudowy podnoszące znowu poziom dziedzińca o ok. 80cm do stanu przed pracami w 2014r.

Już podczas prac archeologicznych notowano „fatalny stan zachowania ścian reliktu”.

W dokumentacji Projektu Budowlanego z 2017r.<sup>15</sup> stwierdzono iż w otworze wykopaliskowym na dziedzińcu występują grunty namulowe na głębokości ok. 7,7 m p.p.t. oraz wokół Zamku na głębokości 3,2-3,6 m p.p.t.. Zwierciadło wodonośne w większości otworów jest swobodne, a zasoby wody gruntowej zmieniają się pod wpływem opadów atmosferycznych, parowania oraz mogą ulec wahaniom sezonowym  $\pm 1,0$  metr. Grunty te zostały przyporządkowane do III kategorii geotechnicznej.

#### **4.8.2. Badania archeologiczne według dostępnych dokumentacji.**

Badania prowadzone przez mgr Jerzego Niezgoda<sup>16</sup> z 2014r, potwierdzają zaleganie w ziemi obiektów archeologicznych z XIII-XV w. oraz do XVIII w. Pomiedzy tymi okresami pojawia się hiatus osadniczy czyli przerwa w użytkowaniu tego terenu ponieważ występują materiały ceramiczne w Zamku z końca XIVw., a dopiero potem z XVI-XVIII w.

Badania archeologiczne autorstwa Marcina Paternoga z 2019r.<sup>17</sup> Prowadził badania przy wykopie nr I wewnątrz dziedzińca. W najstarszych warstwach z wczesnego średniowiecza odnaleziono warstwę ciemnoszarej próchnicy z resztkami ceramiki i fragmentami krzemieni. Grunt ten zidentyfikowano do głębokości 3,8-4,2 m poniżej obecnego poziomu dziedzińca. Stwierdzono także (co dziś także jest widoczne) warstwę gruzu ceglanego z cegły palcówki, wraz z fragmentami zaprawy. Relikt muru wzniesiony o szer.1,45m oraz wysokości 1,35m z cegły palcówki o wymiarach 26,5 x 14,5 x 6 spoinowany mało spoistą, sypką, szaro-żółtą zaprawą z grudkami nie zlasowanego wapna. Cegły w nieregularnym układzie wątku wendyjskiego, we wnętrzu liczne nieregularne połówki cegieł, fragmenty cegieł. Stwierdzono trzy przypory z ceglami ułożonymi ukośnie do biegu muru wieży. Mur był posadowiony na czarno-szarej piaszczystej próchnicy.

W części centralnej profilu zachodniego odsłonięto relikty studni o średnicy zewnętrznej wynoszącej 1,3m, wzniesionej z cegły kominowej w kształcie trapezów, łączonej białą, twardą zaprawą wapienną z wapnem pylistym. Datowanie studni można określić na pocz. XX w. (może 1915r). W śród warstw znaleziono wiele detali średniowiecznych, m.in.: fragmenty ceramiki, kafli, zabytki żelazne, krzemienie, przepalone kości, fragmenty szkła, fr. żużli, kości zwierzęce. Zidentyfikowano budowę wierzy w latach 30-tych XIII. Następnie 4 cw. XIII w-1 poł. XIVw. Dobudowano mury kurtynowe z cegły w wątku wendyjskim z trójkątną spoiną. Jednak ta faza zamku spłonęła. Natomiast w poł. XIVw. - 3 ćw. XV w. zamek rozbudowano i podniesiono poziom dziedzińca o 2,5m nasypem piaszczystym. Następnie XV/XVI w. następuje budowa nowego zamku. Późniejsze czasy to zamek w obrębie twierdzy austriackiej, następnie pruskiej.

#### **4.8.3. Badania geomorfologiczne**

- 15 W.D.Stroka, K.Sobik, A.Zielonka, K.Gruszka, Projekt Budowlany „Zagospodarowania wnętrz piwnic zamkowych wraz z dojściem do reliktu wieży” w ramach renowacji, rewaloryzacji i przebudowy zabytkowego kompleksu zamkowego”, 10.10.2017
- 16 Analiza Ruchomych Zabytków Archeologicznych z Badań na Zamku w Koźlu w 2014r, w op.cit. „Badania archeologiczne Zamku w Koźlu, Wrocław, 2014r.
- 17 M.Paternoga, Sprawozdanie z opracowaniem wyników Badań archeologicznych Kędzierzyn-Koźle, stan.43 (73/96-39) „Zamek” Gliwice, 2019r.

Teren wokół Zamku wnosi się na wys. ok. 171,8 m n.p.m. Określono, że teren wokół zamku leży 4,1 m nad poziomem wody w korycie Odry. Wyniki badań są zbieżne z opisem wykopów, które opisano w pkt. 1.<sup>18</sup>

#### **4.8.4. Oświetlenie**

Zaprojektowano i wykonano oświetlenie jako światło typu LED na posadzce. Instalację zaprojektowano z przewodami YDYżo 3x1,5mm<sup>2</sup> o izolacji 450/750V ułożonymi na posadzce w rurkach osłonowych. Oświetlenie to nie podgrzewa temperatury powietrza.

#### **4.8.5. Wentylacja mechaniczna, grzewcza.**

Wykonana jako zasilanie i sterowanie na bazie rozdzielnic zasilająco-sterujących centrali wentylacyjnej.

Źródłem ciepła dla powietrza nadmuchiwanego są centrale wentylacyjne nawiewowo-wywiewne z przeciwprądowym wymiennikiem ciepła wyposażone w grzałki elektryczne oraz wewnętrzną pompę ciepła typu powietrze-powietrze. W pom. 0,11 czyli z reliktem nie umieszczono konwektorowe grzejniki elektryczne z termostatem elektronicznym. (patrz, instalacje grzewcza)

Zaprojektowano:

$V = 6,341 \text{ kW} \times 3600 / 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1,0 \text{ kJ/kgK} (38^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 1189 \text{ m}^3/\text{h}$

Temp. Nawiewu  $T_n = 36^\circ\text{C}$ , strumieniem powietrza  $V = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$  (układ NM2).

Wentylacja w Pom. 0,11 nawiewno-wywiewna z odzyskaniem ciepła NM2  $n_{\text{min}} 1,09 \text{ l/h}$ ; 1200  $V_{\text{min}}$ .

#### Urządzenie wentylacyjne

W układzie NW2 (pom. 0,11) centrale klimatyczne to:

- pompa ciepła On-Off
- wydajność  $V = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$  i sprężu 300Pa (punkt pracy)
- sprawność temperaturowa odzysku min. 76-90%
- wentylatory typu EC
- $\sim 3 \times 400 \text{ V AC}$
- nagrzewnica wstępna 3,6kW
- moc grzewcza pompy ciepła 5,9kW.
- moc chłodnicza pompy ciepła 5,8 kW.
- COP min. 3,6
- waga 180 kg.

#### **4.8.5.1. Opinia techniczna dotycząca sposobu działania wentylacji pomieszczenia z reliktem średniowiecznej wieży zabytkowego kompleksu zamkowego w Kędzierzynie-Koźlu.**

1. Biorąc pod uwagę, sposób wentylacji mechanicznej z regulacją temperatury i wilgotności powietrza z rozdziałem na pomieszczenia, przyjąć należy, że centrala wentylacyjna spełnia wymogi, zakładane w projekcie budowlanym, utrzymania optymalnej temperatury i wilgotności w pomieszczeniach.
2. Przyglądając się dokładniej usytuowaniu nawiewów i wyciągów powietrza stwierdzić należy, że usytuowanie w skrajnych częściach pomieszczenia nawiewu i wywiewu, z technicznego punktu widzenia, jest założeniem prawidłowym co do wymiany powietrza. Rozpatrując jednak usytuowanie reliktu w obszarze kubatury pomieszczenia należy zwrócić uwagę na zaburzenia ruchu powietrza powodowane ścianami reliktu. Przestrzeń

<sup>18</sup> op.cit. Badania archeologiczne...



między górnymi częściami ścian reliktu a belkami konstrukcyjnymi wynosi od ok. 70 cm przy nawiewach do ok. 120 cm po przeciwnej stronie. Usytuowanie nawiewów w tej strefie, ograniczonej ścianą zewnętrzną pomieszczenia a belką stalową i ścianą reliktu poniżej, uniemożliwia rozprzestrzenienie się powietrza nawiewanego (wilgotnego) po całym pomieszczeniu. Taki układ nawiewu i ścian powoduje kumulowanie się chłodnego i wilgotnego powietrza za ścianą reliktu. Stan taki potęguje ustawienie kratki nawiewowych, skierowanych ku dołowi, uniemożliwiając rozpraszanie się nawiewanego powietrza. W tym układzie nawiewane, wilgotne powietrze powoli przemieszcza się po zewnętrznym obrysie ścian reliktu i dociera do wywiewu pomijając wewnętrzną przestrzeń reliktu. Potwierdzają to porównawcze pomiary wilgotności na ścianach zewnętrznych i wewnętrznych reliktu. Dodatkowo do wysuszania wewnętrznych powierzchni ścian reliktu przykładana się zamontowany centralnie nad reliktem świetlik. Bezpośrednie działanie, na ściany reliktu, promieni słonecznych powoduje bardzo duży wzrost temperatury i wysuszanie powierzchni ścian. Kolejnym elementem nie pomagającym w utrzymaniu optymalnej temperatury i wilgotności w pomieszczeniu reliktu jest usytuowanie czujnika pomiaru temperatury i wilgotności pomieszczenia. Usytuowany jest na słupie żelbetowym, poniżej tarasu widokowego i w pobliżu drzwi do kolejnego pomieszczenia. Tak usytuowany czujnik nie odczytuje parametrów przy relikcie a jedynie parametry powietrza w „studni” komunikacji usytuowanej poniżej reliktu. Otwarte przejście do sąsiedniej sali, szklane drzwi, również przyczynia się do fałszywych odczytów czujnika. Odczyty nie odzwierciedlające temperatury i wilgotności przy relikcie powodują pracę centrali na parametrach odpowiednich dla zwiedzających lecz nie odpowiednich dla reliktu.

**WNIOSKI zawarto w Programie Prac Konserwatorskich, poniżej w pkt. V oraz na rysunkach nr 18, 19, 20.**

Cała opinia znajduje się w Załączniku

#### **4.9. Analiza opisu propozycji i przeprowadzonych prac konserwatorskich na podstawie dostępnych dokumentacji.**

Uwagi poniższe dotyczą opisu prac i ich dalszych propozycji w dokumentacji pt. „Program Prac Konserwatorskich” Załącznik do projektu Budowlanego „Zagospodarowanie wnętrza piwnic zamkowych wraz z dojściem do wierzy w ramach renowacji, rewaloryzacji i przebudowy (rewitalizacji) zabytkowego kompleksu zamkowego” autorstwa mgr Jacek Gryczewski z 2017r.

„Stan zachowania reliktu był zły w 2017r. Zarówno cegły, jak i zaprawy były mocno osłabione.

- w 2015 roku przeprowadzono ratunkowe zabiegi konserwatorskie mające na celu zahamowanie procesów destrukcyjnych. Jednak, skuteczność tych działań była krótkotrwała ze względu na słabe zabezpieczenie wykopu przed czynnikami zewnętrznymi. Podczas zabiegów z 2015 roku wykonano dezynfekcję, oczyszczenie z luźnych zabrudzeń bez użycia sprężonego powietrza, które okazało się zbyt agresywne w czyszczeniu, więc użyto pędzli, podklejenie łusek na licach cegieł Primałem AC-33. Uzupełniono część ubytków w ceglach zaprawami mineralnymi na bazie wapna trasowego z pigmentami, wypełniono część szczelin i spękań, uzupełniono miejscowo spoiny zaprawą trasową. Do wzmocnienia zastosowano czteroetoksylan - Remmers KSE 300 oraz Sarsil OH 300, **jednak zaobserwowano jego niewielką skuteczność.** Zabiegi wykonano na fragmentach lica ceglanego z zachowanym licem, parapety okien strzelniczych, całe okno z zachowanym łąkiem – również od korony muru oraz fragmenty całego

mur z dwóch stron wejścia od wieży. Czyli ok. 51m<sup>2</sup>. Jednak w trakcie sezonowania zalaniu uległa część obiektu i nie wiadomo na jaką wysokość podciągnęła woda kapilarnie”<sup>19</sup>

- w 2016 roku, po przeprowadzenia serii badań wilgotności zlikwidowano część zagrożeń (np. ograniczono ilość wody opadowej przedostającej się do wykopu). Program prac zakładał ekspozycję reliktyw wieży, w stabilnych warunkach, bez narażenia na działanie czynników atmosferycznych. **Zaproponowano wzmocnienie preparatami o większej sile klejenia, np. roztworów żywic akrylowych**, jednak ich zastosowanie jest możliwe tylko w przypadku całkowitego wyschnięcia obiektu oraz po zapewnieniu stabilnych warunków temperaturowo-wilgotnościowych <sup>20</sup>. **Zaproponowane są kompleksowe zabiegi, jednak brak informacji które z nich i w jakim stopniu zostały wykonane.**

Obecnie – 2020 w roku, obserwuje się następujący stan zachowania – wyschnięcie murów jest na dobrym poziomie, obserwuje się zbyt wysuszenie powodowane stale działającą wentylacją. Niestety obserwuje się zwiększony stopień zniszczeń i coraz liczniejsze rozwarstwienia, wraz z kruszeniem się sporych połaci cegieł i zapraw. Stopień zniszczenia, jak i kruszenia jest zdecydowanie większy niż w opisywanej dokumentacji i na zdjęciach.

Brak dokumentacji powykonawczej prac konserwatorskich uniemożliwia weryfikację metody, zastosowanego środka, stężenia, warunków, zakresu zastosowania, wielkości powierzchni, zużycia materiałów, itp.

---

19 D.Gryczewska, Sprawozdanie z prac wykonanych przy relikwach wieży w zamku książęcym w Koźlu. Sidzina, 20.08.2015r.

20 J.Gryczewski, Program Prac Konserwatorskich Zamek w Koźlu, Załącznik do Projektu Budowlanego „Zagospodarowanie Wnętrz Piwnic Zamkowych wraz z dojściem do wieży w ramach renowacji, rewitalizacji i przebudowy kompleksu zamkowego”, 2017r.

## V. PROPONOWANY PROGRAM PRAC KONSERWATORSKICH

### Proponuje się dwa warianty Programu Konserwatorskiego:

Wariant tradycyjny oparty na zastosowaniu materiałów mineralnych, naturalnych oraz żywic akrylowych (pkt. 14.1) lub wariant specjalistyczny, wgłębny z użyciem „Metody wzmacniania próżniowego VKF „na miejscu” oraz materiałów naturalnych (pkt. 14.2)

1. Wykonanie dokładnej dokumentacji fotograficznej obiektu.
2. Odkazanie dolnych partii muru przy pomocy preparatu Biotin R, lub Preventiol R80, Lichenicyda 246, Grunbelag-Entferner. Zabieg wykonać w odległości kilku dni, zastosować dwa różne preparaty, dwukrotnie.
3. Zabezpieczenie fragmentów murów przy pomocy lekkiego rusztowania ze szczelnie założoną plandeką/folią ok. 2m (szer) i 1 m (wys) ponad mur. Należy okleić brzegi w celu uszczelnienia komory. Zastosować odkurzacze przemysłowe zbierające cząstki pyłów np. przemysłowego klasy H wyposażonego w filtry HEPA H13.
4. Omieść lub suchym powietrzem odmuchać powierzchnię muru, aby usunąć luźno zalegające partie zaprawy i kurzu.
5. Czyszczenie mikropiaskarką (kilka urządzeń) typu np. Abrasil B10001, lub RestauroTechnika. Użycie małej średnicy ok. 3-5mm oraz drobnego ścierniwa: piasek szklarski drobnoziarnisty, Garnet drobnoziarnisty Mesh 80-120-240 lub Rotec Remmers (szklana mączka, 0,04 - 0,09 mm lub 0,09 - 0,25 mm). Czyszczenie z jednoczesnym odciąganiem i magazynowaniem pyłu przez odkurzacze przemysłowe. Metoda ta musi być dostosowana do bezpiecznego działania w pomieszczeniu, gdzie używane są stale urządzenia wentylacyjne i grzewcze z wywiewnikami. ok. 60%
6. Doczyszczanie powierzchni cegieł dużymi sztyftami z włókna szklanego, ok. 30% powierzchni.
7. Wykonanie prób czyszczenia zabieleń na powierzchni cegły przy pomocy kilku preparatów:
  - HF usuwa zabieleń krzemianowe np. z wcześniejszych preparatów krzemooorganicznych
  - F2NH2 (kwaśny fluorek amonu) czyści szare nawarstwienia.
  - 5-7% kwas solny HCl, octowy usuwają białe naloty i tlenki.
  - węglan amonu jeśli nawarstwienia mają charakter węglanowy.

Środki te można zastosować jako okłady z ligniny na pojedyncze cegły, a następnie ściągać nasączoną ligninę i zmywać parownicą od razu tapując i osuszając cegły.

**Nie wolno używać wody pod ciśnieniem !!**

8. Odsolenie cegły przy pomocy okładów z ligniny z wodą destylowaną, tylko wybranych cegieł ok. 20%

9. Uzupełnianie ubytków w cegle barwionymi w masie zaprawami mineralnymi np. Atlas, Optolith, Remmers, Tubag barwiony lub wykonać samodzielnie zaprawę z białego cementu: piasku szklarskiego : kruszywo ceglane (2:1:1). W razie potrzeby można dodawać spoiwo uelastyczniające zaprawę 2-10% Primal AC-33.

*Uzupełnienie*



10. Podklejanie mniejszych spękań w zaprawie i spoinie preparatem wapnem dyspergowanym CALXNOVA Produkt, Deffner & Johann GmbH. Można zastosować CaLoSil – materiały na bazie nanowapna w kombinacji z kwasem ortokrzemowym (KSE). Można zastosować wypełniacze aby zwiększyć masę i powierzchnię klejenia, np. Pył marmurowy, krzemionka koloidalna, zmielony drobny piasek szklarski (granulacja 0,1-0,5 mm). Duże spękania PLM-A (CTS) zapuszczać. 30%

11. Zalanie pustych przestrzeni i głębokich spękań w murze wapienną zaprawą iniekcyjną Tubag NHLV-g o najdrobniejszej frakcji 0-0,1mm. W przypadku spękań w cegle, zaprawę iniekcyjną należy dobarwić. ok. 10%

12. Uzupełnienie spoin i założenie opasek z zaprawy podtrzymujące poszczególne cegły zaprawą mineralną wapienno-glinianą lub w miejscach gdzie wymagana jest duża siła klejenia trasowo-glinianą Tubag TKF M2,5 Trasowo-wapienna - zaprawa do podbarwienia dodatkami biał-ugrowego pigmentu. Odpowiednia zaprawa powinna zawierać ok. 5-10% dodatku gliny z **gleby bogatej w krzemiany**, która może wiązać ze sobą strukturę zaprawy i wytrzymać obciążenia ściskające muru oraz utrzymywać wilgoć. Wszystkie minerały ilaste mają podobny skład chemiczny, strukturę warstwową i duże powinowactwo do wody. (krzemiany warstwowe: muskowit, biotyt, kaolinit, illit, montmorylonit) np. Z okolic Nawojowa Łużyckiego („Słowiany”)<sup>21 22</sup> oraz **zmielona puzzolana** (lub trass, zawiera także krzemiany i glinokrzemiany oraz związki żelaza tworząc glino-krzemiano-żelaziany) bardzo odporne, trwałe i reagujące z wodą, wchodzące w częste reakcje przy zwiększonej wilgotności. Można zastosować Tubag Historischer Fugenmörtel NHL-F Wapienna zaprawa do spoinowania z dużym dodatkiem zmielonej suchej puzzolany i gliny w/w. ok. 60%.

13. Wybudowanie komory z folii wraz z odprowadzeniem na zewnątrz do wywiewu podczas prac wzmacniania muru metodą ciągłego przepływu, jak i do nasycania w komorze z benzyną lakową, która hamuje migrację żywicy do powierzchni.

#### 14. OPCJONALNIE – do decyzji WUOZ (propozycje złożone podczas konsultacji)

##### 14.1. Wariant I

Wzmocnienie 10 % roztworem Paraloidu B-72 w toluenie z benzyną lakową (wyższa lepkość, czyli stopień sklejenia). Aplikację stosować z pędzla na okładach z ligniny na 100% powierzchni cegły. Zabieg wykonywać także w oparach benzyny lakowej w ustawionych pojemnikach z nią pod folią. Zabieg wykonać w etapach na podzielonych fragmentach muru, aby ograniczyć ilość odparowywanego rozpuszczalnika. Paraloid B-72 ma przy 10% stężeniu lepkość ok. 6,7 cP., 15% - ok. 14cP. (słabsza migracja, ale trudniej nasycy drobnoporowate materiały m.in. cegłę).

Należy zauważyć, że wzmocnienie będzie hydrofobowe, czyli nie zwilżalne dla wody i wilgoci, oraz zwykle nasączenie może zapewnić wzmocnienie tylko na głębokość ok. 5-10 cm, czyli migruje do powierzchni podczas odparowania rozpuszczalnika (pomimo ograniczenia przy pomocy oparów z benzyny lakowej) i tam się osadza w formie skorupy. Odparowanie ok. 1-2mcy, wymusza zbudowanie wywiewu na zewnątrz, aby ominąć obecne kanały wentylacji.

*lbainardo*

21 H.Stoksik, Technologia warsztatu ceramicznego średniowiecznego Śląska w świetle badań specjalistycznych i eksperymentalnych, Wrocław, 2007.

22 Złoże „Słowiany” posiada w składzie kwarc, muskowit, kaolinit, illit, montmorillonit.

## 14.2. Wariant II

W zasadzie możliwe jest zastosowanie VAC technologii do konserwacji muru ceglanego. Trzeba by było ustalić segmenty, których wymiary pozwalają na wytworzenie wystarczającej ilości podciśnienia. Segmenty te musiałyby pokrywać się w co najmniej 25% z aplikacją żywicy. Niemniej jednak dokładny wymiar można ustalić dopiero po zrealizowaniu próby. Również ilość, niezbędną do konserwacji w przyspieszonym KSE, można określić tylko na podstawie próbek i testów. Według dzisiejszych planów kubatura murowanego nasypu to około 90m<sup>3</sup> przyjmujemy. Z naszych doświadczeń wynika, że można zakonserwować około 2-2,5m<sup>3</sup> w wyznaczonym pasie wzmacniania.

Oznaczałoby to, że 90 m<sup>3</sup> plus 22,5 m<sup>3</sup> (nakładanie), całość 112,5 m<sup>3</sup>, ok. Do konserwacji potrzeba 56 segmentów roboczych. Na jeden segment roboczy ok. Na przygotowanie, konserwację i pielęgnację potrzebne są 3 dni robocze. Z którym ma się liczyć na całkowity wydatek ok. 140-168 dni roboczych. Przy mniejszym nasyceniu i głębokości czas będzie skrócony, ilość żywicy, ciężar, ilość i długość odparowania rozpuszczalnika. Zakłada się, że nakład na środek konserwujący KSE to około 150 kg na m<sup>3</sup>. Odpowiada to łącznej ilości 13 500 kg. Jest to założenie wstępne, bo można zredukować ilość żywicy do 60 % czyli do ok. 100 kg na m<sup>3</sup>, co daje 9000,00kg. Obecnie przy wadze muru reliktu ok. 90m<sup>3</sup> (90000,00 dm<sup>3</sup>) przy gęstości cegły ok. 1,2kg/dm<sup>3</sup> = 108 000,00 kg czyli mamy 108 ton.

**Żywica KSE 500E VKF jest hydrofilna czyli zwilżalna dla wody co zapewnia dalszą wymianę wilgoci i pary, wymianę mikroelementów, zwilżalność, jest to dużą zaletą. Można ją zastosować wgłębnie aż do 50-60cm z obu stron, co daje skuteczne nasycenie i trwałe. Jest elastyczna i zarazem wzmacnia strukturę. Nasyci kolor cegły. Odparowanie kilka tygodni, wymusza zbudowanie wywiewu na zewnątrz, aby ominąć obecne kanały wentylacji.**

**15. Podklejanie większych spękań w ceglach dyspersją żywicy Epoksydowej np. Beckopox, lub Rompox 1009, posiada dużą siłę klejenia i elastyczność, oraz pozostawia bezbarwną powłokę. Należy na większe spękania dodawać wypełniaczy, np. krzemionkę koloidalną oraz pył ceglany dla wzmocnienia wiązania i jednoczesnego wypełnienia oraz podbarwić warstwę zewnętrzną. 10%**

**16. W murze w wolnych przestrzeniach, większych ubytkach, na górze, w płytkich warstwach gleby wstawić bloki rudy darniowej oraz nadmurować jedną warstwę cegły lub zastosować szlemę (poniżej pkt. 18). Będzie źródłem pozyskiwania związków żelaza i zainicjuje stopniowy rozkład krzemianów i glinokrzemianów w glebie piaszczystej i piasku wokół reliktu, zainicjuje uwalnianie związków żelaza i glinu i tworzeniu się na ziarnach mineralnych rdzawych otoczek składających się z kompleksów próchnicy z półtoratlenkami i pewną ilością wolnych tlenków żelaza i glinu. Ruda darniowa przyczynia się do uformowania struktury drobno-agregatowej co sprzyja wnikanii i wypełnianiu mikropęknięć i pęknięć w ceglach i zaprawie. Zastosować ziemię z dodatkiem gliny bogatej w glinokrzemiany, podczas przyszłych prac archeologicznych.**

**17. Podmurować płu-zachodnią skarpe narożnika, kilkoma warwami cegieł o tych samych właściwościach i wymiarach (dostępne są na zwałach na terenie zamkowym). Cegła Ceramsus – Pogalewo Małe, k/Brzeg Dolny.**

*Uwaga*



## 18. OPCJONALNIE – do decyzji WUOZ (propozycje złożone podczas konsultacji)

**18.1.** Podmurować jedną warstwą cegły formowanej ręcznie, lub gotyckiej lub szamotowej całą górę wokół muru na w/w zaprawie wapienno-glinianej. Zabieg ten ma za zadanie zabezpieczenie przed nadmiernym wysuszaniem, wzmocnić od góry murowanie oraz ma być podłożem, które będzie można zwilżać aby wymusić ruch wilgoci w murze. <https://www.cegielniaslodkow.pl/>, <https://cegielniatrojanowscy.pl/> <https://cekobud.pl/pl/> Druga opcja zastosowanie od góry szlamu mineralnego podbarwionego Tubag NHL-NS Zaprawa do szlamowania kamienia naturalnego.

**18.2.** Zastosować szlamę Tubag NHL-NS zaprawa do szlamowania kamienia naturalnego oraz cegieł (do podbarwienia) lub CaLoXiL (szlema) mineralną z dodatkiem gliny podbarwioną na kolor ceglany na całą powierzchnię górną muru, w celu drobnego zabezpieczenia, uszczelnienia, skonsolidowania.

## 19. OPCJONALNIE - do decyzji WUOZ - Propozycje zmiany nawiewu (propozycje złożone podczas konsultacji).

Dla rozwiązania problemu utrzymania optymalnej wilgotności ścian i okolic reliktu należy rozważyć następujące warianty:

1. Przeniesienie czujnika temperatury i wilgotności na wewnętrzną stronę ścian reliktu, dzięki czemu centrala wentylacyjna będzie wytwarzała więcej wilgotnego powietrza
2. Następnie należy skierować część powietrza nawiewanego do wnętrza reliktu aby zwiększyć bezpośredni napływ wilgoci na wewnętrzne powierzchnie ścian reliktu. Skierowanie można wykonać na dwa sposoby, przez zastosowanie ekranów odbijających nawiewane powietrze do wnętrza lub przez zamontowanie na istniejących nawiewach kształtek kierujących nawiew z kratkami wyposażonymi w żaluzje kierujące strumień przepływu powietrza
3. Kolejnym elementem jest montaż żaluzji poziomej ograniczającej/odcinającej bezpośredni dopływ promieni słonecznych
4. Elementem bezpośrednio wpływającym na odczyt czujnika będzie również zamknięcie szklanego przejścia czyli utworzenie śluzy uniemożliwiającej mieszanie się powietrza między pomieszczeniami
5. Dodatkowym elementem podwyższającym wilgotność w pomieszczeniu może być montaż nawilzacza powietrza wewnątrz reliktu i podłączenie do instalacji wod-kanalizacyjnej w najmniej inwazyjny i widoczny sposób.

### 5.1. Opis metody VKF z Wariantu II

Metoda wzmacniania i odsalania próżniowego VKF „na miejscu”: w przypadku VKF proces wzmacniania w próżniowej cyrkulacji, kamienne rzeźby, fasady i przedmioty, które są albo wolnostojące lub wystawionymi na działanie warunków atmosferycznych (w tym drewniane, ceglane przedmioty mogą być konserwowane „na miejscu” lub demontowane). Aby rozwiązać problem bardzo długich czasów reakcji i/lub uniknąć drenażu (do powierzchni) krzemianu etylu z wzmocnionych obiektów, Remmers opracował krzemian etylu, który jest modyfikowany wyłącznie do zastosowań VFK (KSE 500E / VKF). **Te specjalne krzemiany etylu składają się z dwóch składników, które są mieszane bezpośrednio przed aplikacją. W ten sposób można kontrolować czas reakcji i unikać wyżej wymienionych problemów, czyli unika się problemu rozdziału fazowego żywicy z rozpuszczalnikiem. Nie następuje cofanie się żywicy do powierzchni gdy odparowuje rozpuszczalnik.**

System VKF, elastyczny i kompaktowy, został zaprojektowany z „części”, które mogą być instalowane w prawie dowolnym miejscu. Zbiornik buforowy można połączyć z dwoma

*Łukasz*



„urządzeniami konserwującymi VKF” w celu ciągłego ewakuacji powietrza z prędkością około 350 m<sup>3</sup> / h.

### **Przygotowania:**

Dla każdego zastosowania należy nadal wykonywać zwykłe badania, takie jak zawartość wilgoci, sole, rozkład promienia porów, oporność wierceń (nawierty-drill cores) i pomiary ultradźwiękowe. Nawet jeśli zawartość wilgoci zostanie zwiększona (nasycona), obiekty wybrane w celu wzmocnienia (normalna wilgoć kompensacyjna wystarcza do zestalenia KSE) nadal wymagają pewnego stopnia wilgoci resztkowej do katalizy KSE. W każdym razie obowiązują te same kryteria, co w przypadku zwykłych zastosowań, w których stosuje się krzemian etylu. Duże obiekty do leczenia (zabytki, rzeźby, elementy elewacji) są czasami dzielone na segmenty, a następnie owijane i uszczelniane folią odporną na rozpuszczalniki. Obszary obiektów, które są bardzo zdegenerowane lub bardzo odsłonięte (złuszczenia itp.) muszą zostać ustabilizowane (wstępnie zestalone krzemianem etylu, wypełniacz) przed nałożeniem folii. W zależności od podłoża powierzchnie przejściowe (np. podstawa, elementy elewacji) należy zaizolować silikonem i uszczelnić za pomocą listew dociskowych wykonanych z twardego drewna. Po zakończeniu zabiegu wzmacniającego osłony te można usunąć bez pozostawiania śladów.

### **Proces suszenia:**

Jeśli zawartość wilgoci w kamieniu, cegle przygotowanym do obróbki zostanie zwiększona, powietrze osuszone do 20% (130 m<sup>3</sup> na godzinę) będzie wdmuchiwane do jednego końca plastikowej torby za pomocą suszarki absorpcyjnej DR 130 podczas gdy pozostawiony zostanie worek po przeciwnej stronie. Tę metodę suszenia można również zastosować „na miejscu”.

### **Zastosowanie wzmacniania próżniowego.**

Po procesie suszenia powietrze w plastikowej torbie i/lub porowatym obszarze zostanie usunięte za pomocą środka/ VFK połączonego z naczyniami i systemami węży, dzięki czemu sama figura stanie się naczyniem próżniowym. Powoli zwiększając próżnię, odpowiednio wycięty arkusz jest idealnie dopasowany do powierzchni przedmiotów. Jeśli użytkownik nie ma wiedzy na temat szybkości impregnacji w próżni dla obiektu przygotowanego do wzmocnienia, powinien najpierw użyć próbki, aby ustalić wymagany czas obróbki. Na początku powstanie próżnia 150 - 900 mbar w celu ewakuacji powietrza z porów i naczyń włosowatych. Po ewakuacji powietrza przez jedną do dwóch godzin, w zależności od wielkości i przepuszczalności obszarów, w których blacha styka się z powierzchnią, zostanie dodany odpowiedni środek wzmacniający, aby przenikać w głębokie warstwy kamienia, powoli i równomiernie. Porowate, popękane i poważnie uszkodzone obszary kamienne, ceglane (również skorupy zewnętrzne) są zwykle przenikane najpierw, a pory i naczynia włosowate w gęstych, nieuszkodzonych obszarach kamieni, na końcu. W ten sposób unika się ekstremalnego zestalenia, w tym pęknięcia naprężeniowego. Materiał wzmacniający, który nie został zaabsorbowany, zostanie wciągnięty do systemu, gdzie można go zawrócić do procesu krzepnięcia. Jest to znacząca zaleta tej metody aplikacji. Próżnia, a co za tym idzie czas kontaktu wzmacniacza, może być utrzymywana w nieskończoność bez konieczności przerywania próżni.

Po zakończeniu nasycania, po około trzech do dwunastu godzinach nie będzie już dodawane żadne medium, ale próżnia będzie utrzymywana przez kilka kolejnych godzin, aby uniknąć przepływu cieczy w dół. Względne nasycenie osłabionego obszaru można określić, gdy szybkość recyklingu środka w obiegu zmniejsza się tylko nieznacznie. Nadmiar środka wzmacniającego zostanie w końcu wyekstrahowany. Do tego momentu, układ krążenia

*Uwaga*

pozostaje zamknięty i dlatego nie wydostają się żadne opary ani płyny, które mogłyby stanowić zagrożenie dla zdrowia użytkownika.



## VI. SPIS POBRANYCH PRÓBEK

1. Badania zasolenia – próbki od 1-15, miejsca pobrania widoczne na rysunkach. Oznaczone np. 1s, 2s. Itd.
2. Badania petrograficzne (zapraw, cegieł) 2-4, 6-8, 10-11, 13-17, miejsca pobrania widoczne na rysunkach, oznaczone np. 1p, 2p. Itd.
3. Badania gruntu – próbki 12 (1Z), 22 (2Z), 1, 2, 3, widoczne na zdjęciach.
4. Badania mikroorganizmów – próbki 1m-5m, miejsca pobrania widoczne na rysunkach, oznaczone 1m, 2m, 3m, 4m 5m I na zdjęciach.
5. Miejsca badania podciągania kapilarnego ok. 55 punktów, widoczne na rysunkach i zdjęciach.

Opolski Wojewódzki Konserwator Zabytków  
Opiniuję/zuzgadza\* ..... *polityk* .....  
jako załącznik do pisma o pozwoleniu/pozwolenia\*  
projekt opracowany w oparciu o konserwatorski/dokumentację\*  
znak sprawy: *2N.5142.394.1040.10*  
Opole, dnia *18.05.2020*  
\* niepotrzebne skreślić  
Podpis

OPOLSKI WOJEWÓDZKI  
KONSERWATOR ZABYTEKÓW

*Elżbieta Molak*

*Dorota Kowalik-Kociszewska*

DKKonserwacja  
Dorota Kowalik-Kociszewska  
50-537 Wrocław, ul. Radkowska 8/23  
NIP 747-156-56-56 tel. 500 094 947  
dkkociszewska@op.pl