

WYKONAWCA:

# TB Ekspertyzy i Projekty Budowlane

**Tomasz Bujnowski, al. Lotników Polskich 1/106, 21-040 Świdnik, NIP 712-302-29-36**  
biuro@ekspertyzy360.pl, tel.: 797-621-300, www.tomaszbujnowski.pl

Projekty budowlane

Projekty zmiany sposobu  
użytkowania

Inwentaryzacje

Ekspertyzy budowlane

Opinie techniczne

Ekspertyzy  
mykologiczno-  
budowlane

Okresowe przeglądy  
budynków

Nadzory budowlane

Kierownik budowy

Inspektor nadzoru  
inwestorskiego

Ocena i wyceny szkód  
budowlanych

Kosztorysy robót

Wyceny nieruchomości

Operaty szacunkowe

Fizyka budowli

Inwentaryzacje 3D

Spacery wirtualne

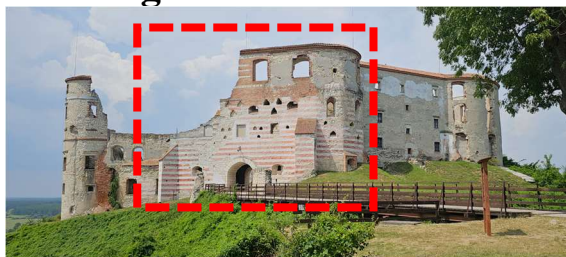
Loty Dronem

TYP OPRACOWANIA:

**EKSPERTYZA MYKOLOGICZNO-BUDOWLANA**

TYTUŁ OPRACOWANIA:

**Zabezpieczenie konserwatorskie Budynku  
Bramnego w Janowcu nad Wisłą**



ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO:

**Oddział Muzeum Zamek w Janowcu**  
**ul. Lubelska 20**  
**24-123 Janowiec**

identyfikator działki: 061403\_2.0005.865/4

ZAMAWIAJĄCY:

**Muzeum Nadwiślańskie w Kazimierzu Dolnym**  
ul. Rynek 19  
24-120 Kazimierz Dolny

AUTOR OPRACOWANIA:

**mgr inż. Tomasz Paweł Bujnowski**  
uprawnienia budowlane  
nr LUB/0225/PWBKb/17  
mykolog budowlany PSMB nr 02/Sp/2017

Spis treści opracowania zawarto na kolejnej stronie.

Miejscowość	Data	Egzemplarz
Świdnik	16.09.2024 r.	1 2 3 4 5

## SPIS TREŚCI

1	Dane formalne .....	4
1.1	Podstawy opracowania .....	4
1.2	Przedmiot opracowania .....	5
1.3	Cel opracowania .....	5
1.4	Zakres opracowania.....	6
1.5	Data wizji lokalnej .....	6
2	Opis ogólny budynku .....	6
3	Stwierdzone nieprawidłowości .....	8
4	Analiza dokumentacji archiwalnej .....	15
4.1	Materiał, konstrukcja, technika wykonania według Karty Białej [6].....	15
4.2	Opisy i oceny stanu technicznego według dokumentacji projektowej [4].....	17
4.2.1	Sekcja A2 – KAPLICA – ściana wschodnia .....	17
4.2.2	Sekcja B – Budynek bramny – SALA RYCERSKA – ściana wschodnia ...	19
4.2.3	Sekcja C - SALA RYCERSKA – ściana zachodnia i południowa .....	21
5	Wyniki wizji lokalnych – metody i wyniki przeprowadzonych badań .....	22
5.1	Pomiar wilgotności ścian .....	22
5.1.1	Metodyka.....	22
5.1.2	Wyniki pomiarów – wilgotność murów .....	23
5.1.3	Punkt rosy.....	25
5.2	Zasolenie murów .....	26
5.2.1	Metodyka.....	26
5.2.2	Wyniki badań zasolenia murów .....	27
5.3	Miejsca poboru próbek do badań wilgotności i zasolenia.....	28
6	Analiza przyczyn powstania nieprawidłowości .....	29
6.1	Klasyfikacja zagrożeń mykologicznych.....	29
6.2	Przyczyny powstawania wysoleń i korozja tynków na ścianach, sufitach.....	32
6.3	Punkt rosy.....	33
7	Zakres prac i zalecenia .....	33
7.1	Pozbycie się pleśni i grzybów .....	34
7.2	Usuwanie glonów i porostów .....	35
7.3	Usunięcie folii i wprowadzenie wentylacji .....	36
7.4	Wpływ wilgoci na degradację murów oraz ogólne wymagania renowacyjne .....	36
7.5	Reprofilacja i hydrofobizacja posadzki w Sali Rycerskiej.....	37
7.6	Talkowanie wapienia miękkiego.....	38
7.7	Laseroze oczyszczanie .....	38
7.8	Szkiełkowanie powierzchni murów .....	39
7.9	Zabezpieczenie koron murów .....	40
7.10	Usuwanie przyczyn korozji tynków .....	40
7.10.1	Zdjęcie niezabytkowych tynków.....	40
7.10.2	Wykonanie izolacji ścian – miejscowe prace zgodnie z potrzebami .....	40
7.10.3	Izolacja pionowa ścian od wewnątrz - opcjonalna.....	41
7.10.4	Zmiana soli na trudnorozpuszczalne .....	42
7.10.5	Wykonanie tynków renowacyjnych .....	43

7.10.6	Wykonanie reprofilacji spoin .....	44
7.10.7	System naprawiania tynku .....	45
8	Posumowanie i wnioski.....	46
9	Uwagi końcowe, klauzule i zastrzeżenia.....	47
10	Załączniki formalne.....	49

# 1 Dane formalne

## 1.1 Podstawy opracowania

1. Umowa zawarta pomiędzy Autorem opracowania a Zamawiającym: „Opracowanie Programu Funkcjonalno-Użytkowego wraz z ekspertyzą mykologiczno-budowlaną i szacunkiem kosztów dla realizacji zadań inwestycyjnych o nazwie:  
Zadanie 1: „Rewaloryzacja zabytkowej tkanki Zamku w Janowcu”;  
Zadanie 2: „Zabezpieczenie konserwatorskie Budynku Bramnego Zamku w Janowcu”, zwanych dalej w skrócie PFU lub przedmiot umowy.
2. Wizja lokalna przeprowadzona przez autora opracowania z pobraniem próbek do badań soli i pomiarami wilgotności;
3. Dokumentacja fotograficzna sporządzona podczas wizji lokalnych;
4. Fragment projektu dostarczony przez Zleceniodawcę;
5. Karta zielona Zamku (ruin) w Janowcu wypełniona dnia 30.08.1959 r., sprawdzona we wrześniu 1965 r.;
6. Karta biała Zamku (ruin) w Janowcu, opracowana przez Grażynę Michalską, Łukasza Michalskiego, Jacka Studzińskiego w 2003 r.;
7. Obowiązujące normy branżowe;
8. Ustawa z dnia 07.07.1994 r. - Prawo Budowlane - tekst jednolity z późniejszymi zmianami;
9. Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U.2022.0.1225 tj.);
10. Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami z późniejszymi zmianami;
11. Monografia „Ochrona budynków przed korozją biologiczną i ogniem” pod red. Jerzego Ważnego, Jerzego Karysia, 2008;
12. Opracowanie „Zespół zamkowy w Janowcu – ocena wartości i plan zarządzania”, sporządzone przez Bogusława Szmygina, Andrzeja Siwka, Annę Fortune-Marek, Politechnika Lubelska, Lublin 2020;
13. <https://mnkd.pl/muzeum-nadwislanskie-oddzial-zamek-w-janowcu/>
14. „*Ochrona budynków przed korozją biologiczną*”, praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Ważnego i Jerzego Karysia, Wydanie I, „Arkady”, Warszawa, 2001;

15. „Wilgoć, pleśń i grzyby w budynkach”, praca zbiorowa pod redakcją dr inż. Anny Charkowskiej, dr inż. Macieja Mijakowskiego, dr inż. Jerzego Sowy, Warszawa 2005;
16. Opracowanie „Hydrofobizacja opoki wapnistej w obiektach zabytkowych Kazimierza Dolnego”, Danuta Barnat-Hunek, Lublin 2010.
17. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2021 poz. 2454);
18. Opracowanie „Projekt budowlany remontu konserwatorskich przemurowań koron murów budynku bramnego i fragmentu amfiliady południowej wraz z programem prac konserwatorskich na zamku w Janowcu”, sporządzone przez prof. dr hab. inż. Bogusława Szmygina, dr inż. Macieja Trochonowicza, mgr inż. Bartosza Szostaka, mgr inż. Michała Szymaniaka, mgr Zofię Kamińską, Politechnika Lubelska, Lublin 2020;
19. Instrukcja WTA „Merkblatt 2-2-91 Sanierputzsysteme”;
20. Instrukcja WTA „Merkblatt 2-6-99 Ergänzung zum Merkblatt 2-2-91 Sanierputzsysteme”.
21. <https://inzynierbudownictwa.pl/technologie-materialow-do-prac-renowacyjnych-przy-zabytkowych-elewacjach/>

## **1.2 Przedmiot opracowania**

Opracowanie dotyczy elementów Budynku Bramnego Zamku w Janowcu nad Wisłą, przy ul. Lubelskiej 20 w Janowcu.

## **1.3 Cel opracowania**

Celem ekspertyzy jest sporządzenie oceny mykologiczno-budowlanej stanu murów i tynków pod kątem zasolenia, zawilgocenia, pleśni i grzybów oraz innych rodzajów korozji biologicznych, niezbędnej dla realizacji programu „Zabezpieczenie konserwatorskie Budynku Bramnego Zamku w Janowcu”.

## 1.4 Zakres opracowania

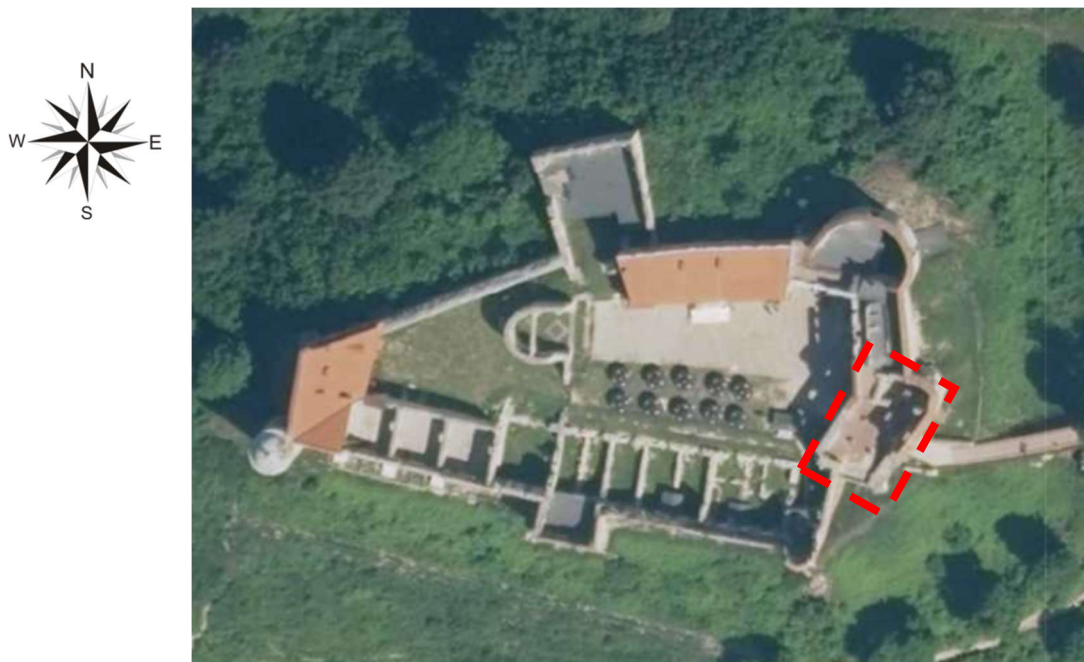
Zakres opracowania obejmuje:

- Przeprowadzenie wymaganych oględzin, badań: pomiar wilgotności oraz zasolenia na murach, tynkach ścian i sufitów;
- Sporządzenie dokumentacji fotograficznej;
- Ocenę stanu mykologiczno-budowlanego – analiza próbek oraz badanie wilgotnościowe;
- Analizę występujących zjawisk i przyczyn nieprawidłowości;
- Sformułowanie wniosków, zaleceń i metod dotyczących niezbędnych prac, celem usunięcia nieprawidłowości mykologiczno-budowlanych oraz przygotowania do dalszej eksploatacji.

## 1.5 Data wizji lokalnej

Wizje lokalne przeprowadzono w dniach: 10.01.2024 r., 27.06.2024 r., 11.07.2024 r. oraz 20.09.2024 r.

## 2 Opis ogólny budynku



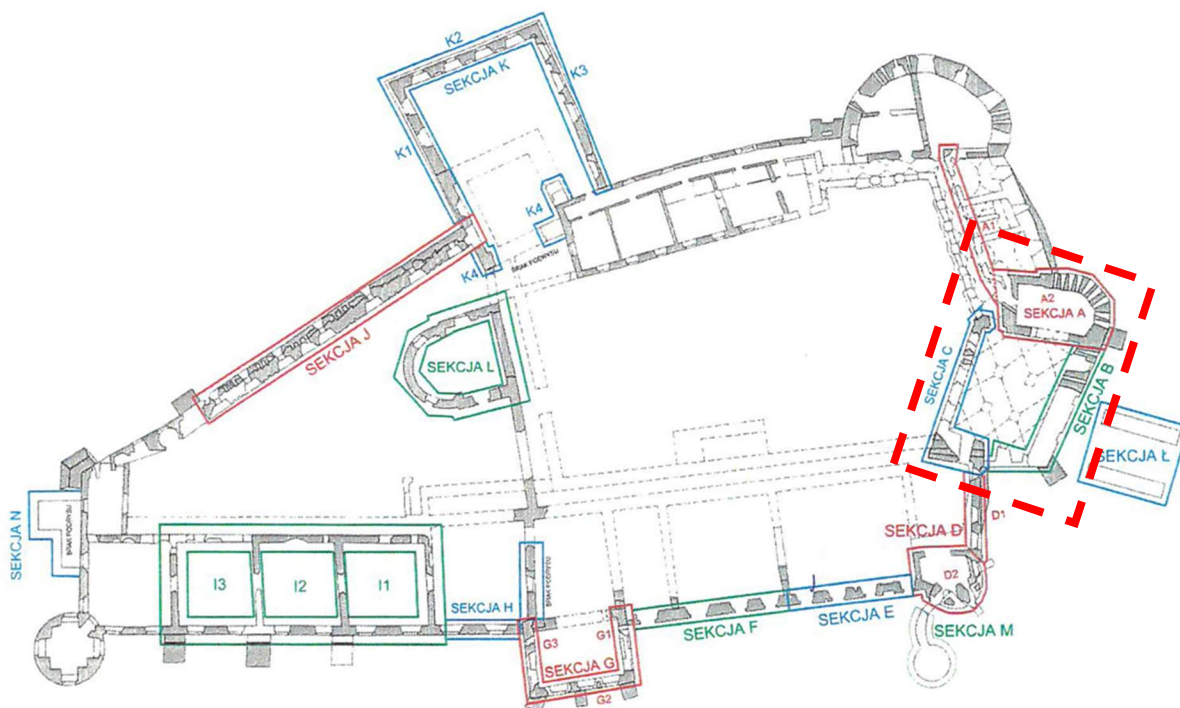
Ilustracja 1 Lokalizacja Zamku w Janowcu nad Wisłą – zaznaczono fragment obiektu objęty opracowaniem.

Źródło: [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl)

Obiekt położony jest na terenie Niziny Radomskiej, przy przełomie środkowej Wisły, wzniesieniu w pobliżu ul. Lubelskiej, nieopodal zabudowań Janowca, na działce o nr ewidencyjnym 865/4.

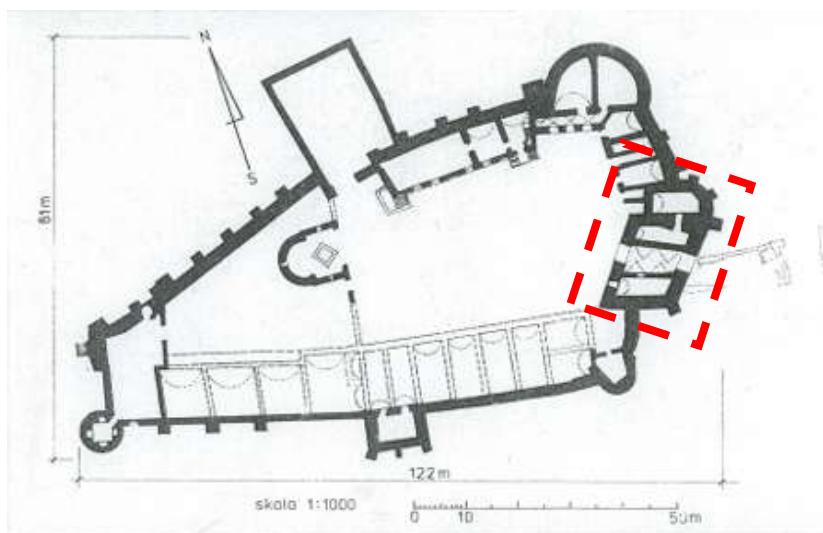
Zamek w Janowcu nad Wisłą został wpisany do rejestru zabytków pod nr dec. A/500, jako obszar zespołu krajobrazowo-architektonicznego podlegający ochronie przez Lubelskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków. Obecnie zamek jest siedzibą jednego z sześciu oddziałów Muzeum Nadwiślańskiego w Kazimierzu Dolnym. Muzeum przeprowadziło zabezpieczenia ruiny i częściową odbudowę. W części sal znajdują się wystawy eksponatów poświęcone przeszłości zamku.

W wyniku uzyskanych informacji z Karty Białej i Zielonej szacuje się czas powstania obiektu na XVI - XX w. Z upływem lat zamek rozbudowywano o dodatkowe elementy. Prawdopodobnie w XVI w. Mikołaj I - hetman królewski, wznosił nowoczesny murowany obwód obronny, dzielący się na 4 fronty wraz z włączonymi w niego obiektami kubaturowymi, w tym bramami [6].

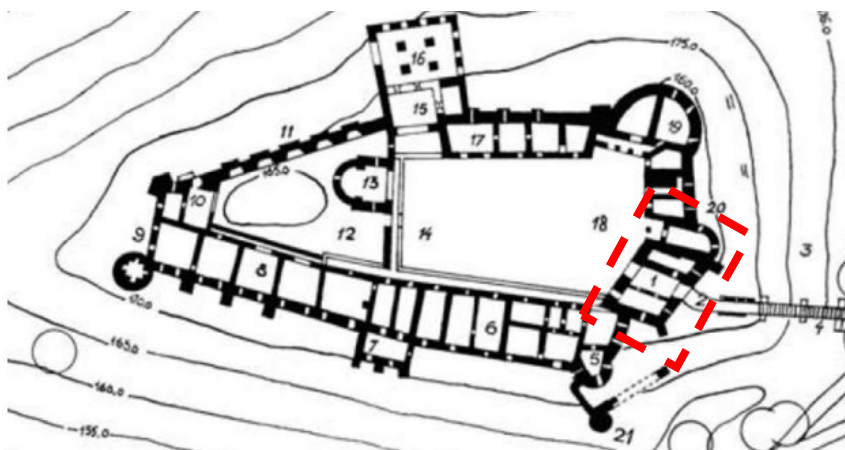


Ilustracja 2 Plan obiektu z zaznaczonymi sekcjami A2, B i C, które zostały poddane analizie.

Źródło: [20]



Ilustracja 3 Schemat rzutu Zamku (ruin) w Janowcu  
Źródło: [4]



Ilustracja 4 Zamek, rzut poziomy. 1) budynek bramy, 2) szyja przedbramia, 3) fosa, 4) most, 5) wieża wschodnia (pierwotnie baszta punton, 6) amfilada południowa, cz. wschodnia (pałac Andrzeja Firleja), 7) wieża mieszkalna południowa (ryzalit południowy), 8) amfilada południowa cz. wschodnia (pałac Tarłów), 9) wieża zachodnia, 10) apartament zachodni, 11) mur obronny północny, 12) Działek Mały, 13) kaplica ze studnią, 14) krużganki, 15) wieża mieszkalna północna (rozebrana w XVII w.), 16) pomieszczenia czeladne (wybudowa północna), 17) dom północny, 18) Działek Wielki, 19) basteja wielka, 20) skrzydło wschodnie, 21) baszta na podwalu. Rys. T Augustynek, 1995

### 3 Stwierdzone nieprawidłowości

Ze względu na wartości zabytkowe obiektu oraz długoletni wpływ czynników atmosferycznych na formę i poszczególne elementy budowlane, zostało zlecone przez Zamawiającego wykonanie ekspertyzy mykologiczno-budowlanej. Z powodu degradacji zdecydowano o realizacji inwestycji: „Zabezpieczenia konserwatorskiego Budynku Bramnego Zamku w Janowcu”. W tym celu Zleceniobiorca poddał analizie przegrody - mury i

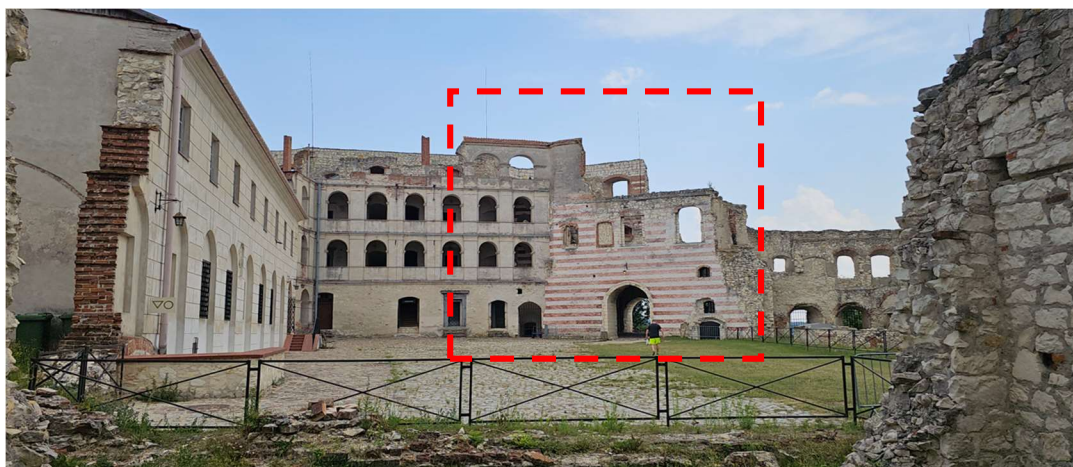


przeprowadził odpowiednie badania, pomiary. Zdobyte informacje posłużyły do opracowania zaleceń, w zakresie metod naprawczych i doboru proponowanych materiałów.

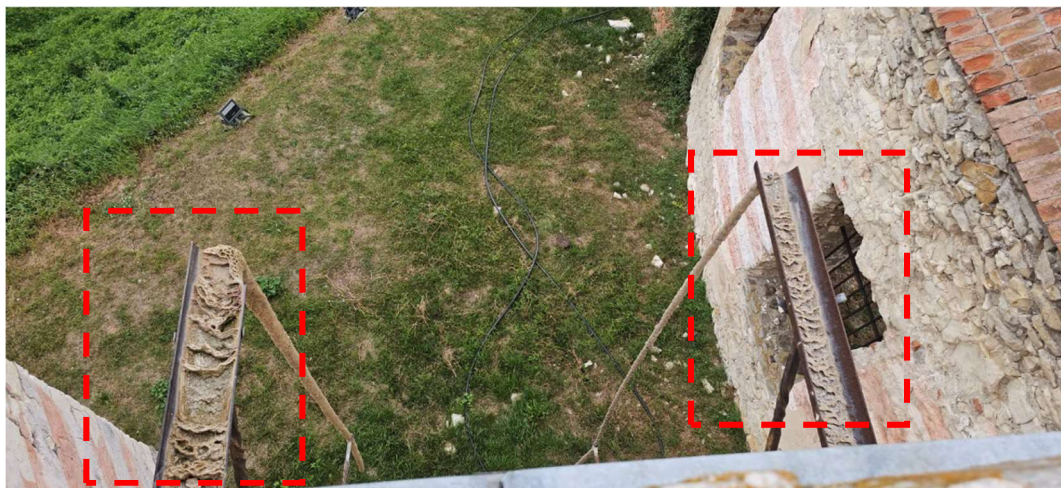
Podczas przeprowadzanej wizji lokalnej wykonano fotografie newralgicznych punktów niezadawalającego stanu murów i tynków oraz miejsc badanych pod kątem zasolenia, zawilgocenia i korozji biologicznej.



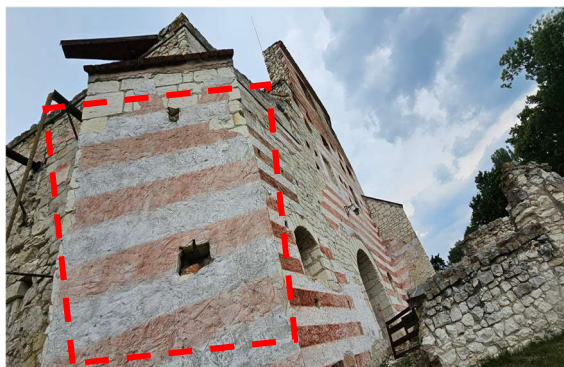
Fotografia 1 Widok Budynku Bramnego Zamku w Janowcu od wejścia.



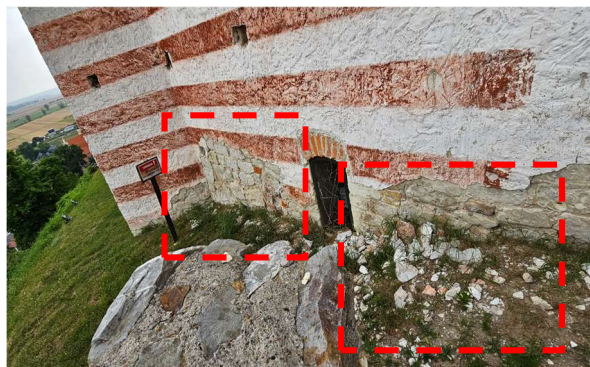
Fotografia 2 Widok na mury sekcji od strony wewnętrznej.



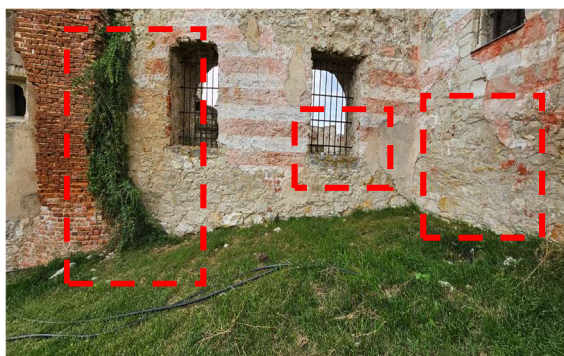
Fotografia 3 Zanieczyszczenia rur, które należy usunąć, żeby zwiększyć przepływ wody opadowej z posadzki sali rycerskiej.



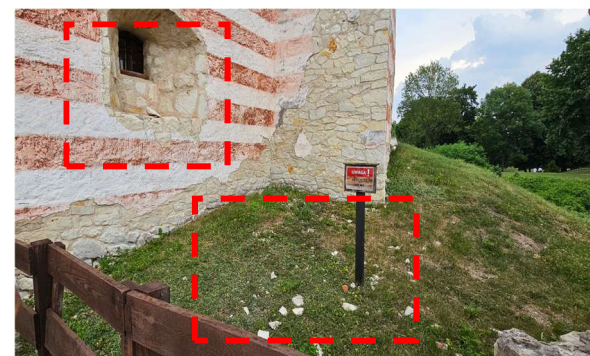
Fotografia 4 Widoczne zacieki na murach zamku.



Fotografia 5 Widok na odspojenia materiału murowego i tynku ścian zewnętrznych.



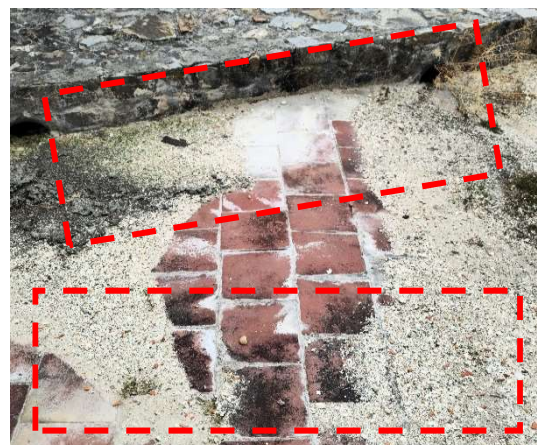
Fotografia 6 Widoczne zawilgocenia i zacieki na murach zamku oraz znaczne ubytki spoin i tynku. Dodatkowo występują znaczne porosty roślinności, które należy usunąć.



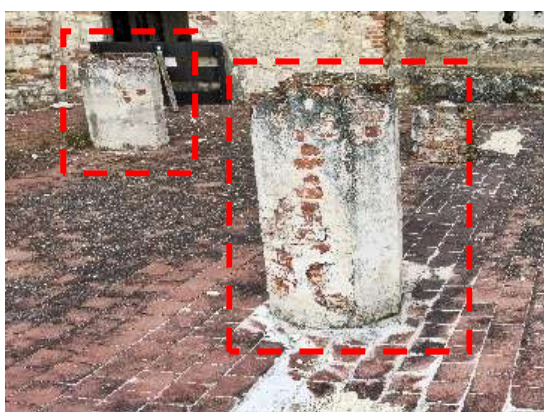
Fotografia 7 Ubytki materiału murowego i tynku Budynku Bramnego.



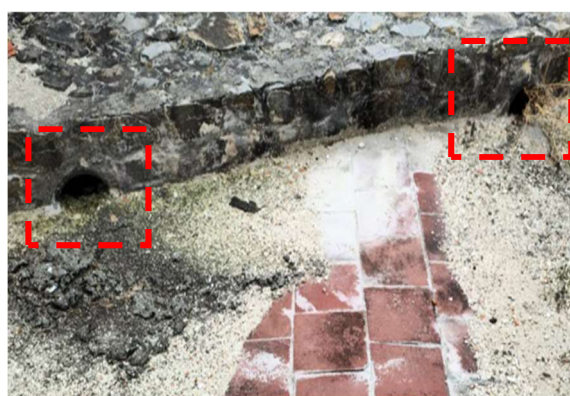
Fotografia 8 Widok na mury wewnątrz Sali Rycerskiej.



Fotografie 9 i 10 Zabrudzenia widoczne na posadzce Sali Rycerskiej.



Fotografia 11 Widoczna degradacja elementów konstrukcyjnych – Sala Rycerska.



Fotografia 12 Zmniejszone pole przepływu wpustów – Sala Rycerska.



Fotografia 13 Nagromadzone zanieczyszczenia w jednym z wpustów – Sala Rycerska.



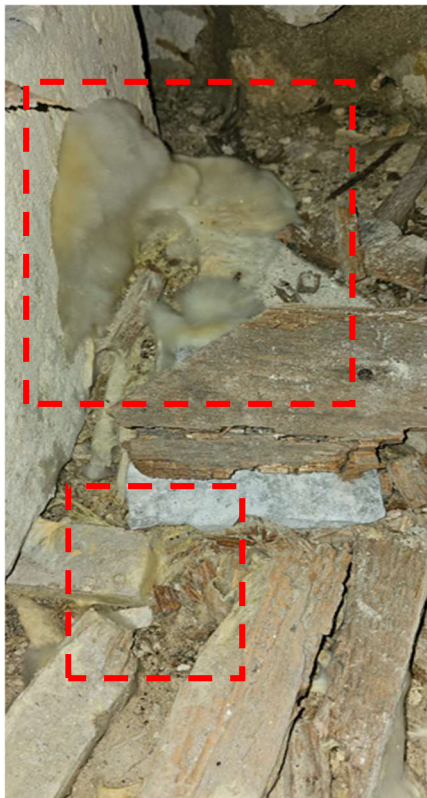
Fotografia 14 Widoczne popękania i ubytki tynku – krużganki.



Fotografia 15 Na drewnianej powierzchni spodu stropu lapidarium (-1) występuje powłocznik gładki.



Fotografia 16 Widok na bytowanie strocza domowego – posadzka w lapidarium.



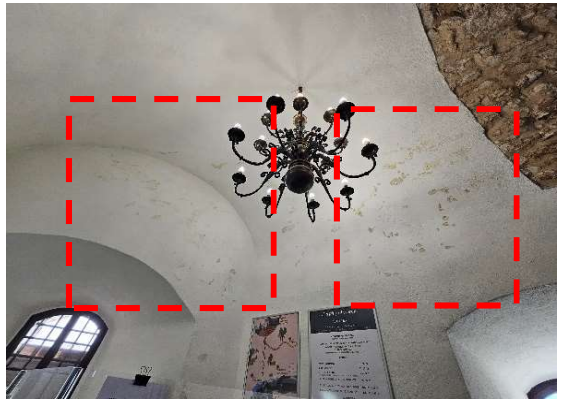



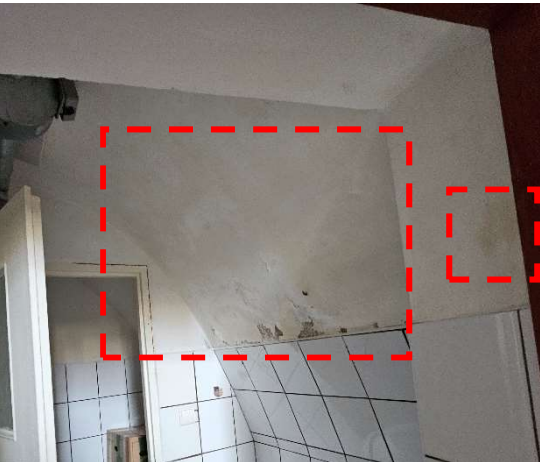
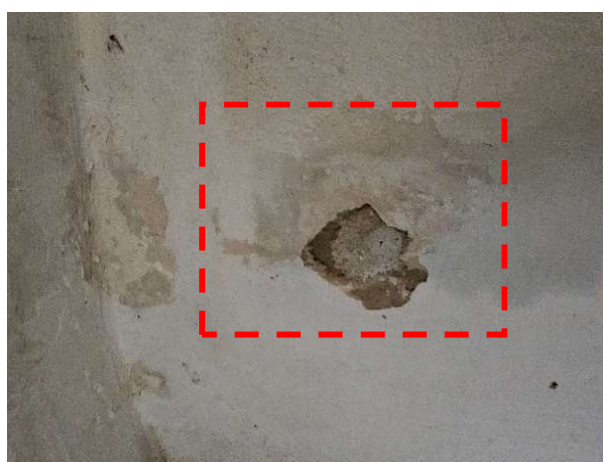
Fotografia 17 Widok na bytowanie strocza domowego – posadzka w lapidarium.

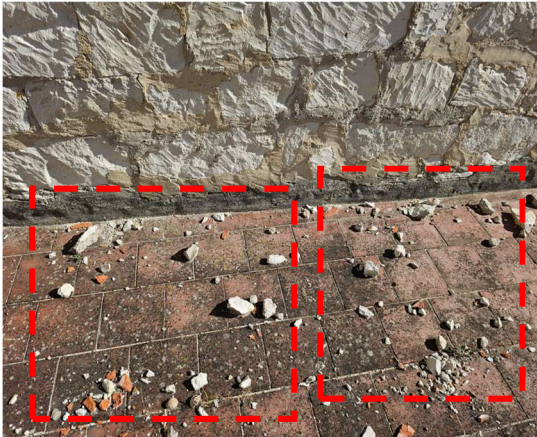

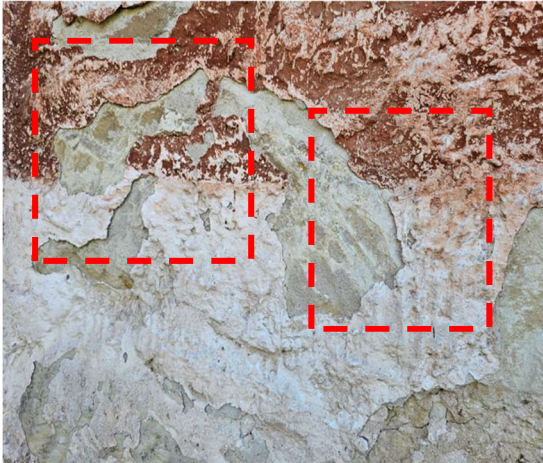
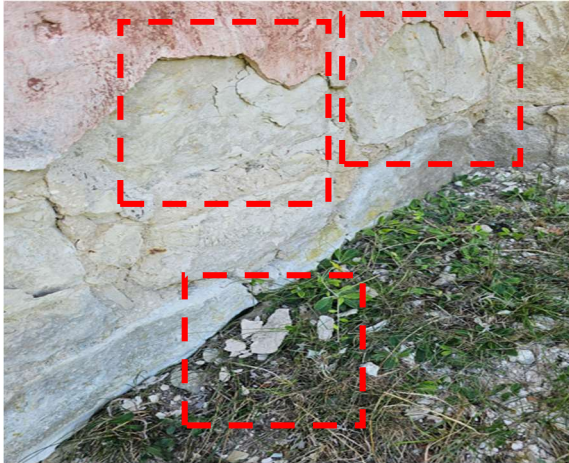


Fotografia 18 Widoczne bytowanie strocza domowego. Sznury grzybniowe, które stopniowo obniżają wytrzymałość drewna – posadzka w lapidarium.



Fotografia 19 Sznury strocza domowego na drewnianej desce znajdującej się w lapidarium.

	
<p>Fotografia 20 Ślady odspojień, odparzeń tynku na sklepieniu w pomieszczeniu kas.</p>	<p>Fotografia 21 Spękania i postępujące odpadanie tynku od muru – galeria.</p>
	
<p>Fotografia 22 Widoczne odspojenia i ubytki tynku w pomieszczeniu pod kasami.</p>	<p>Fotografia 23 Widok na odspojenia i zarysowania tynku – pomieszczenie pod kasami.</p>
	
<p>Fotografia 23 Przebarwienia i odspojenia tynku – pomieszczenie WC – pod kasami.</p>	<p>Fotografia 24 Ubytki i przebarwienia tynku w ścianie – pomieszczenie WC – pod kasami.</p>

	
<p>Fotografia 25 Skruszenia i odspojenia materiału murowego, zapraw i tynku – Sala Rycerska.</p>	<p>Fotografia 26 Miejsce samoistnego odpadania spoiny wapiennej w stanie pyłu – Budynek Bramny.</p>
	
<p>Fotografie 27 i 28 Odspojenia tynku od strony mostu.</p>	

## 4 Analiza dokumentacji archiwalnej

W celu wykonania ekspertyzy mykologiczno-budowlanej przeprowadzono analizę udostępnionej dokumentacji projektowej [18], Karty Białej [5] i Karty Zielonej [6] oraz innych dostępnych opracowań na temat obiektu. Na ich podstawie oraz wizji lokalnej przyjęto istniejące rozwiązania materiałowe obiektu.

### 4.1 Materiał, konstrukcja, technika wykonania według Karty Białej [6]

Rozwiązania materiałowe przyjęto zgodnie z informacjami zawartymi w Karcie Białej obiektu dla sekcji A2, B oraz C.

## MATERIAŁ, KONSTRUKCJA, TECHNIKA:

- Fundamenty – murowane z kamienia wapiennego łamanego, częściowo przemurowane cegłą pełną.
- Ściany zewnętrzne i wewnętrzne – mury powyżej poziomu terenu wykonane z bloków opoki wapiennej, miejscowo przemurowane kwarcytem na zaprawie wapiennej. Korony murów w ruinie nadmurowane kwarcytem lub zabezpieczone dachówką.
- Sklepienia – kolebkowe, kolebkowe z lunetami
- Stropy – lokalnie belkowe (między lapidarium a galerią),
- Wieźba dachowa – brak,
- Pokrycie koron murów – dachówka ceramiczna,
- Nadproża okienne - łukowe, z cegły ceramicznej pełnej i opoki wapnistej na zaprawie wapiennej; nadproża rekonstruowane z cegły na zaprawie cementowej.
- Tynki – powierzchnia muru od strony zewnętrznej wykończona jest tynkiem, na którym namalowano biało-czerwone pasy. Wewnątrz także tynki, w większości pomieszczeń malowane na biało, na których występują liczne ubytki i odspojenia.
- Okna – drewniane ościeżnicowe, dwuskrzydłowe, sześćo-kwaterowe: liczne zróżnicowane otwory bez stolarki
- Strzelnice – otwory z nadprożami łukowymi z cegły ceramicznej pełnej i opoki wapnistej.
- Drzwi – drewniane, deskowe; kraty;

RZUT – Brama główna z szerokim przejazdem w skrzydle wsch., z basteją, jest to budowla trójkondygnacyjna z obszerną sienią przejazdową nakrytą kolebką ze sztukateryjnymi żebrami o układzie gwiazdowym oraz pierwotnie kuchnią od południa i kordegardą od północy. Oba pomieszczenia sklepione. Piętro mieściło Salę Rycerską oraz Kaplicę. **Obecnie bez dachu.** Dawniej komunikacja pionowa z dziedzińca za pośrednictwem schodów zewnętrznych, obecnie górne kondygnacje komunikacyjnie zintegrowane ze skrzydłem północnym. [6]

BRYŁA – Obiekt w znacznej części pozostawiony jako trwała ruina. Posiada zróżnicowaną bryłę. Część budynku podlegająca opracowaniu w dużej mierze zachowała zamkniętą kubaturę użytkową. Pozostałości dachów pulpitowych jedynie na koronach murów. Występuje podpiwniczenie.



INSTALACJE – występuje instalacja wodno – kanalizacyjna, elektryczna, telefoniczna. Na terenie dziedzica znajduje się sześć studzienek kanalizacyjnych i jedna poza murami budowli.

## **4.2 Opisy i oceny stanu technicznego według dokumentacji projektowej [4]**

### **4.2.1 Sekcja A2 – KAPLICA – ściana wschodnia**

#### **Opis techniczny**

- Konstrukcja muru - Dolną część muru wykonano z opoki wapnistej na zaprawie wapiennej, która posiada historyczne strzelnice murowane z cegły i opoki na zaprawie wapiennej. Kaplica stanowi całość przestrzenną z budynkiem bramnym i funkcjonalnie była połączona z salą rycerską. Ściany kaplicy przemurowano cegłą ceramiczną pełną i opoką wapnistą na zaprawie cementowej. W murze pojawiają się dwa pasy przemurowań z kamienia kwarcytowego. W dolnej części wykonano przemurowanie kamieniem kwarcytowym na ścianie działowej pomiędzy salą rycerską a kaplicą. Drugą część ściany przemurowano nadając formę schodkową za pomocą kwarcytu. Najwyższa część muru posiada nadmurowanie z opoki. Wykonano delikatny spadek skierowany ku zewnętrznej stronie, który zabezpieczono dachówką ceramiczną.
- Nadproża okienne - Nadproża strzelnic wykonano z cegły ceramicznej pełnej i opoki wapnistej na zaprawie wapiennej. W najwyższej partii muru znajdują się łukowe nadproża okien wykonane z opoki wapnistej na zaprawie wapiennej. Nadproża zrekonstruowano za pomocą cegły na zaprawie cementowej.
- Tynki - Powierzchnia muru od strony zewnętrznej wykończona jest tynkiem, na którym namalowano pasy.

#### **Ocena stanu technicznego**

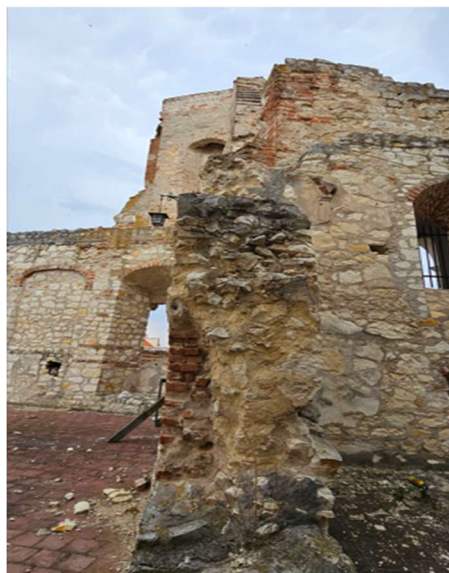
- Konstrukcja muru - W stanie bardzo zróżnicowanym znajdują się mury kaplicy od strony wewnętrznej. Pas korony muru wymurowany współcześnie i przykryty dachówką ceramiczną oraz mury pierwszego piętra do poziomu uskoków są w dobrym stanie. Jedynie w miejscu, gdzie mur nie został przykryty dachówką, a jedynie przemurowany kwarcytem stwierdzono znaczące uszkodzenia. W najgorszym stanie jednak znajduje się połączenie z sekcją C, gdzie występuje

uszkodzenie lica i struktury muru. Do degradacji materiału murowego doszło we wszystkich miejscach pod zabezpieczeniem kwarcytowym. Zaobserwowano liczny rozwój glonów i porostów ze względu na podwyższoną wilgotność pojawiającą się na murach. Od zewnętrznej części mury znajdują się w złym stanie technicznym, ponieważ występują spękania i ubytki materiału murowego.

- Nadproża okienne - Nadproża okienne znajdują się w stanie dobrym.
- Tynki - Tynki od strony wewnętrznej tak jak mury znajdują się w stanie zróżnicowanym. Miejsca, które są osłonięte przed szkodliwym wpływem czynników atmosferycznych są w stanie dobrym, zaś fragmenty narażone na opady znajdują się w stanie niezadowalającym. W dolnej części muru tynki znajdują się w stanie dobrym, lokalnie występują uszkodzenia.



Fotografia 29 Widok na mur od strony wewnętrznej.



Fotografia 30 Widok na mur od strony wewnętrznej.



Fotografia 31 Widok na mur od strony wewnętrznej.



Fotografia 32 Widok na mur z przemurowaniami kwarcytem.

## 4.2.2 Sekcja B – Budynek bramny – SALA RYCERSKA – ściana wschodnia

### Opis techniczny

- Konstrukcja muru - Dolną część muru wykonano z opoki wapnistej na zaprawie wapiennej. Powyżej mur przemurowano za pomocą cegły ceramicznej pełnej i opoki wapnistej na zaprawie cementowej. Dodatkowo występują fragmenty historycznych strzelnic, które wykonano z cegły na zaprawie wapiennej. W górnej części muru umieszczone są trzy pasy przemurowań z kamienia kwarcytowego. Najwyższy poziom muru, który znajduje się ponad oknami, nadmurowano za pomocą opoki wapnistej, tworząc regularną wysokość. Zewnętrzna strona tego fragmentu pokryta jest licowaną cegłą, a nadmurowanie z opoki ma delikatny spadek skierowany ku zewnętrznej stronie, która zabezpieczona jest dachówką ceramiczną.
- Nadproża okienne - Łuki nadproży strzelnic wykonano z cegły ceramicznej pełnej i z opoki wapnistej na zaprawie wapiennej. W najwyższej partii muru znajdują się łukowe nadproża okien wykonane z opoki wapnistej na zaprawie wapiennej. Nadproża zrekonstruowano za pomocą cegły na zaprawie cementowej.
- Tynki - Powierzchnia muru od strony zewnętrznej wykończona jest tynkiem, na którym namalowano pasy.

### Ocena stanu technicznego

- Konstrukcja muru - Ogólny stan techniczny murów oraz nadmurowań kwarcytowych jest dobry z nielicznymi uszkodzeniami. W niektórych miejscach widoczne są pęknięcia na styku zaprawy i kwarcytu, przez które przenika woda opadowa. Zewnętrzne zabezpieczenia kwarcytowe są w dużej mierze porośnięte mchem i porostami.
- Nadproża okienne - Nadproża współczesne są w bardzo dobrym stanie technicznym. Nie stwierdzono zastrzeżeń dotyczących stanu nadproży kamiennych w otworach nad dziedzińcem.
- Tynki - Tynki po stronie zewnętrznej są w większości w dobrym stanie technicznym. Uszkodzenia tynków i malatur można zauważyć jedynie w strefie zabezpieczonej kwarcytem.



Fotografia 33 Widok na mur części od północy.



Fotografia 34 Widok na mur od części południowej.



Fotografia 35 Widok na mur od strony wewnętrznej.



Fotografia 36 Widok na mur od strony zewnętrznej.



Fotografia 37 Korona muru zabezpieczona kwarcytem. Powierzchnia porażona glonami i porostami.  
Źródło: [20]

### 4.2.3 Sekcja C - SALA RYCERSKA – ściana zachodnia i południowa

#### Opis techniczny

- Konstrukcja muru - Dolną część muru wykonano z opoki wapnistej na zaprawie wapiennej. Powyżej mur przemurowano za pomocą cegły ceramicznej pełnej i opoki wapnistej na zaprawie cementowej. Fragmenty filarów zachowano i odtworzono za pomocą cegły ceramicznej pełnej. W górnej części muru umieszczono pas przemurowania z kamienia kwarcytowego.
- Nadproża okienne - Łuki nadproży okiennych od strony wnętrza sali rycerskiej wykonano z cegły ceramicznej pełnej na naprawie cementowej.
- Tynki - Powierzchnia muru od strony zewnętrznej wykończona jest tynkiem, na którym namalowano pasy.

#### Ocena stanu technicznego

- Konstrukcja muru - Mur do wysokości otworów okiennych w sali rycerskiej znajduje się w stanie technicznym dobrym. Widoczne lokalne uszkodzenia występują w miejscu styku z gruntem. W złym stanie technicznym jest pas muru pod zabezpieczeniem kwarcytowym. Nieprawidłowo zamontowana obróbka blacharska powoduje zacieki i zawilgocenia, co źle wpływa na strukturę muru. Dodatkowo występują ubytki materiału murowego. Od strony wewnętrznej muru sali rycerskiej uszkodzenia ograniczają się jedynie do wypłukanej zaprawy spoin. Zabezpieczenia kwarcytowe nie posiadają istotnych uszkodzeń, jedynie miejscowe rozwarstwienia i znajdują się w stanie dobrym. Dla zapewnienia bezpieczeństwa górna część muru została wzmocniona siatką stalową. Zabezpieczenie to uniemożliwia osuwanie się lica nad przejazdem bramnym.
- Nadproża okienne - Nadproża łukowe są dobrym w stanie. Na skutek przedostawania się wody opadowej przez zabezpieczenie kwarcytu pojawiają się jedynie miejscowe uszkodzenia lica cegły. Zastosowano także tymczasowe podparcia nadproży.
- Tynki - Tynki są w większości w dobrym stanie technicznym. Uszkodzenia tynków i malatur można zauważyć jedynie w górnych partiach w pasie uszkodzeń lica muru.



Fotografia 38 Widok korony muru zabezpieczonej nadmurowaniem kwarcytowym.  
Źródło: [20]

## 5 Wyniki wizji lokalnych – metody i wyniki przeprowadzonych badań

W trakcie wizji lokalnej, w obecności Przedstawiciela zamawiającego dokonano pomiarów, zapoznano się z udostępnioną dokumentacją i wykonano oględziny elementów rozważanego obiektu.

### 5.1 Pomiar wilgotności ścian

#### 5.1.1 Metodyka

##### Metoda powierzchniowa

Do wykonania oceny źródeł jak i niszczenia muru, ścian niezbędne jest wykonanie pomiarów ich zawilgocenia. Występująca korozja tynków wiąże się ściśle z jego zawilgoceniem. Aby określić w jakim stopniu mury są zawilgocono przeprowadzono badanie wilgotności murów metodą pośrednią poprzez mierzenie rezystencji miernikiem elektronicznym - Laserliner MultiWet-Master oraz metodami mikrofalowymi - Trotec 610 i 660.

W procesie pomiaru rezystancji mierzy się zależną od wilgoci przewodność elektryczną badanego materiału i porównuje ją z zależnymi od materiału krzywymi charakterystycznymi oraz oblicza procentową wilgotność względną materiału.

Metoda mikrofalowa do pomiaru wilgotności polega na wykorzystaniu fal elektromagnetycznych o wysokiej częstotliwości do analizy zawartości wody w materiale. Fale mikrofalowe przenikają przez badany materiał, a ich prędkość i tłumienie zależą od ilości

wilgoci w nim zawartej. Urządzenie mierzy zmiany w przepuszczalności i odbiciu fal, co pozwala na precyzyjne określenie wilgotności na dużej głębokości, bez konieczności niszczenia powierzchni materiału.

### 5.1.2 Wyniki pomiarów – wilgotność murów

**Urządzenie 1 – Trotec 660** - służy do pomiaru wilgotności na głębokość od 2 do 4 cm (mikrofale) - odczyty 0-200.

**Urządzenie 2 – Trotec 610** - służy do pomiaru wilgotności do głębokości 30 cm (mikrofale) - odczyty 0-200.

**Urządzenie 3 – Laserliner MultiWet-Master** - służy do pomiaru wilgotności dwoma metodami – pojemnościową (bezinwazyjna, nieniszcząca skan powierzchni) i rezystancyjną (precyzyjna, punktowa) – odczyty 0-1000.

Urządzenia z firmy Trotec posłużyły do zmierzenia wilgotności wgłębnej. Uzyskane pomiary są niezależne od stopnia zasolenia materiału. Wyniki otrzymane technologią mikrofalową są niezależne od wieku mierzonego materiału. Oba urządzenia pozwalają na ustalenie indywidualnych wartości granicznych, a ich przekroczenie podczas pomiaru uruchamia automatyczny dźwięk ostrzegawczy. Dzięki temu możliwe jest szybkie mierzenie dużych powierzchni. W połączeniu urządzenia umożliwiają przeprowadzenie dodatkowych testów. Połączony pomiar temperatury powietrza i wilgotności wgłębnej umożliwia określenie oraz sklasyfikowanie złożonych zależności.

Za pomocą urządzenia Laserliner MultiWet-Master zamierzono wilgotność metodą rezystancyjną. Metoda rezystancyjna polega na pomiarze rezystancji materiału, która jest uzależniona od zawartości wody. Woda w połączeniu z elektrolitami przewodzi prąd elektryczny, co pozwala na określenie wilgotności materiału w oparciu o zmiany rezystancji. Należy jednak pamiętać, że rezystancja ta również zależy od składu chemicznego wody, co może ograniczać zakres pomiarowy oraz prowadzić do błędów, zwłaszcza w materiałach o wysokim zasoleniu. Ta metoda sprawdza się w ocenie stopnia suchości, ponieważ nawet w przypadku materiałów zawierających wodę silnie przewodzącą, po wysuszeniu stają się one izolatorem.

PKT. POM.		WYSOKOŚĆ POMIARU OD POSADZKI [m]						NAZWA POMIESZCZENIA
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	
1	URZ1	190,0	200,0	200,0	200,0	200,0	-	Lapidarium cz.1
	URZ2	80,0	97,0	94,0	93,0	82,0	-	
	URZ3	781,0	910,0	937,0	966,0	853,0	-	
2	URZ1	200,0	200,0	200,0	194,0	181,0	181,0	Lapidarium cz. 2
	URZ2	71,0	82,0	79,0	59,0	55,0	48,0	
	URZ3	566,0	629,0	930,0	627,0	540,0	464,0	
3	URZ1	197,2	198,9	197,2	200,0	200,0	200,0	Pomieszczenie pod kasą (lewa strona)
	URZ2	96,2	98,6	93,0	93,0	84,6	93,8	
	URZ3	724,0	877,0	961,0	991,0	993,0	940,0	
4	URZ1	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	Pomieszczenie pod kasą (prawa strona)
	URZ2	113,0	112,0	116,0	95,0	96,6	64,5	
	URZ3	870,0	820,0	960,0	805,0	540,0	788,0	
5	URZ1	146,0	164,2	140,0	139,8	185,0	198,8	Kasa cz.1
	URZ2	83,6	65,1	60,6	37,6	50,0	36,0	
	URZ3	634,0	844,0	560,0	770,0	590,0	620,0	
6	URZ1	199,4	-	-	-	-	-	Kasa cz.2
	URZ2	74,3	-	-	-	-	-	
	URZ3	972,0	-	-	-	-	-	
7	URZ1	161,2	200,0	200,0	200,0	196,0	194,6	Galeria bramna
	URZ2	38,5	71,0	62,0	74,6	84,4	80,8	
	URZ3	369,0	984,0	754,0	864,0	874,0	877,0	
8	URZ1	144,7	186,0	151,0	139,0	149,0	-	Kaplica (obok sali rycerskiej)
	URZ2	47,7	57,9	45,8	32,0	40,7	-	
	URZ3	275,0	221,0	443,0	527,0	205,0	-	
9	URZ1	151,6	147,6	176,4	173,0	182,0	194,2	Sala rycerska cz.1
	URZ2	63,8	57,9	58,3	54,0	53,8	70,0	
	URZ3	592,0	360,0	446,0	597,0	587,0	536,0	
10	URZ1	83,4	137,0	56,2	69,7	99,5	-	Sala rycerska cz.2
	URZ2	47,9	40,9	42,8	42,8	55,8	-	
	URZ3	143,0	182,0	124,0	132,0	119,0	-	
11	URZ1	70,0	47,8	47,7	47,7	34,5	-	Sala edukacyjna przy kaplicy
	URZ2	50,8	52,8	48,4	33,5	41,7	-	
	URZ3	116,0	102,0	73,0	75,0	75,0	-	



### Analiza wilgotności:

Zakres stopnia zawilgocenia murów:

- Minimalny odczyt – 0 – mur całkowicie suchy
- Maksymalny odczyt – mur w pełni nasączony wodą, mokry.

Wyniki wskazują na poważne problemy z wilgotnością w wielu pomieszczeniach, zwłaszcza w lapidarium, pomieszczeniach pod kasą oraz galerii bramnej. Mury, szczególnie w lapidarium są całkowicie nasączone wodą, o czym świadczą maksymalne odczyty wilgotności.

#### 5.1.3 Punkt rosy

Punkt rosy, czyli inaczej temperatura punktu rosy, jest to graniczna wartość, przy której para wodna w powietrzu osiąga maksymalne nasycenie. Gdy temperatura spada poniżej tego poziomu, para wodna zaczyna się skraplać, czyli przechodzi w stan ciekły.

	PKT. POM.	WARTOŚĆ POMIARU	NAZWA POMIESZCZENIA
1	TEMPERATURA	23,0	Lapidarium cz.1
	WILGOTNOŚĆ	66,2	
	PUNKT ROSY	16,3	
2	TEMPERATURA	23,0	Lapidarium cz.2
	WILGOTNOŚĆ	73,8	
	PUNKT ROSY	17,6	
3	TEMPERATURA	25,9	Pomieszczenie pod kasą
	WILGOTNOŚĆ	64,4	
	PUNKT ROSY	18,5	
4	TEMPERATURA	28,5	Kasa
	WILGOTNOŚĆ	67,7	
	PUNKT ROSY	21,9	
5	TEMPERATURA	26,0	Galeria bramna
	WILGOTNOŚĆ	75,7	
	PUNKT ROSY	21,4	
6	TEMPERATURA	32,2	Kaplica (obok sali rycerskiej)
	WILGOTNOŚĆ	50,3	
	PUNKT ROSY	20,3	
7	TEMPERATURA	31,8	Sala rycerska
	WILGOTNOŚĆ	50,7	
	PUNKT ROSY	19,7	

8	TEMPERATURA	28,9	Sala edukacyjna przy kaplicy
	WILGOTNOŚĆ	53,6	
	PUNKT ROSY	18,5	

### Analiza wyników pomiarów:

Mury budynków przez cały rok utrzymują zbliżoną temperaturę, co prowadzi do powstawania problemów z wilgotnością, zwłaszcza w pomieszczeniach takich jak kasa i galeria. Obecność ludzi w tych miejscach zimą wymaga dodatkowego ogrzewania, a ich oddech wytwarza parę wodną, co dodatkowo zwiększa wilgotność. Dodatkową przyczyną zwiększonej wilgotności w pomieszczeniach kas oraz galerii bramnej jest przeciek przez posadzkę Sali Rycerskiej, sposób zabezpieczenia posadzki opisano w dalszej części opracowania.

Na skutek pojawiania się zjawiska punktu rosy w galerii i kasach występują powierzchniowe odspojenia tynków i malatur. Aby zminimalizować ryzyko kondensacji, istotne jest odprowadzenie wilgotności za pomocą wentylacji wywiewnej. Obniżenie wilgotności powietrza pozwoli na zminimalizowanie powstania pleśni w przyszłości, zapewni odpowiednią cyrkulację i mikroklimat dla przebywających osób.

## 5.2 Zasolenie murów

### 5.2.1 Metodyka

Do badania zawartości soli rozpuszczalnych w wodzie pobrano 2 próbki materiałów mineralnych pochodzących z elementów murowych Zamku w Janowcu. Przebadano materiały mineralne takie jak zaprawa wapienna i cementowo-wapienna. Materiał pobrano z samoistnych odkrywek.

Każdy z pobranych fragmentów elementów murowych dokładnie rozdrobnilo w moździerzu i osuszono przy pomocy wagosuszarki do uzyskania stałej masy. Około 10 g każdego z przygotowanych materiałów umieszczonego w zlewce i zalano 50 ml wody destylowanej, a następnie starannie wymieszano. Następnie dozowano niewielkie ilości kwasu winowego, aż do uzyskania pH równego ok. 7,0, regularnie kontrolując zmiany pH za pomocą pasków testowych. W kolejnym etapie oznaczono w nich zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie przy użyciu metody kolorymetrycznej.

Na podstawie wykonanej analizy w poszczególnych próbkach stwierdzono występowanie azotanów, siarczanów oraz chlorków.

## 5.2.2 Wyniki badań zasolenia murów

Stopień zasolenia wg instrukcji WTA nr 2-9-04.

rodzaj soli	stopień zasolenia [%]		
	niskie	średnie	wysokie
chlorki	< 0,2	0,2 – 0,5	> 0,5
azotany	< 0,1	0,1 – 0,3	> 0,3
siarczany	< 0,5	0,5 – 1,5	> 1,5

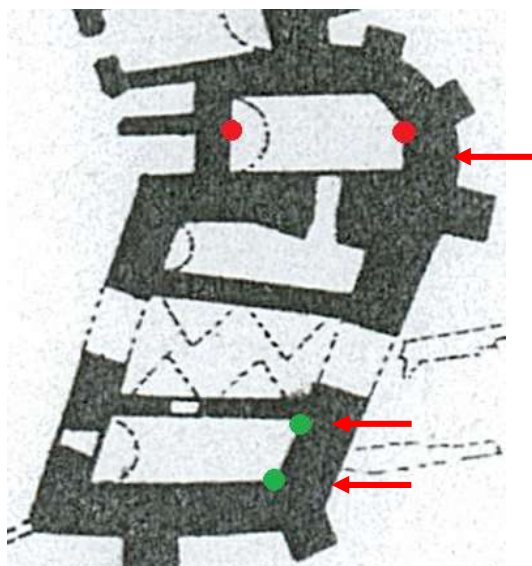
pH	kwaśny	obojętny	zasadowy
	0-6,5	6,5-7,5	7,4-14

### Wyniki pomiarów

Miejsce pomiaru	Materiał	pH		Stężenie soli [%]			
		Początkowe	Badanego roztworu	azotany		siarczany	chlorki
				No <sub>2</sub> <sup>-</sup>	No <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
Lapidarium	Zaprawa	8	8	< 0,1 niskie	0,025 niskie	ok. 0,15 niskie	0,25 średnie
Pomieszczenie WC	Tynk zewnętrzny	8-9	7	< 0,1 niskie	0,125 średnie	ok. 0,15 niskie	0,25 średnie
Pomieszczenie WC	Tynk wewnętrzny	7	7	< 0,1 niskie	0,125 średnie	ok. 0,15 niskie	0,25 średnie
Kaplica	Tynk	9	6	< 0,1 niskie	< 0,1 niskie	< 0,5 niskie	< 0,2 niskie
Słup Sali Rycerskiej	Zaprawa między cegłami	9	6-7	< 0,1 niskie	< 0,1 niskie	< 0,5 niskie	< 0,2 niskie
Sala Rycerska	Zaprawa	7	7	< 0,1 niskie	< 0,1 niskie	ok. 0,15 niskie	ok. 0,125 niskie
Ściana zewnętrzna	Tynk zewnętrzny odspojony od ściany zewnętrznej	9	6	< 0,1 niskie	0,0125 niskie	ok. 0,15 niskie	0,25 średnie
Ściana zewnętrzna	Okruszy tynków	9	6	< 0,1 niskie	< 0,1 niskie	ok. 0,15 niskie	0,25 średnie

### 5.3 Miejsca poboru próbek do badań wilgotności i zasolenia

Miejsca pomiarów przedstawiono w załączonej dokumentacji graficznej.



#### Piwnica

Lapidarium (-1)

Pomieszczenie pod kasą (-1)

← pomiar zasolenia

● pomiar wilgotności



#### Parter

Galeria Bramna (1)

Kasa (1)



#### I piętro

Sala rycerska

Kaplica

Sala edukacyjna

← pomiar zasolenia

● pomiar wilgotności

## **6 Analiza przyczyn powstania nieprawidłowości**

### **6.1 Klasyfikacja zagrożeń mykologicznych**

Oględziny wykazały korozję biologiczną elementów obiektu. W obiekcie Budynku Bramnego stwierdzono pilną potrzebę podjęcia prac konserwatorskich oraz zabezpieczenia murów w celu zapobiegania ich dalszej degradacji.

#### **Ksylofagi**

Owady zaliczają się do najgroźniejszych szkodników drewna budowlanego. Rozwój larw uzależniony jest od temperatury i wilgotności. Porażone drewno szybko traci swoją wytrzymałość mechaniczną i łatwo daje się rozłupywać.

Czynnikami, które decydują o opanowaniu drewna przez poszczególne gatunki owadów są przede wszystkim warunki termiczne i wilgotnościowe, które wraz z wartością odżywczą drewna warunkują możliwość i szybkość rozwoju larw.

#### **Kołatek domowy *Anobium punctatum***

Jest jednym z najgroźniejszych szkodników drewna. Preferują one pomieszczenia, gdzie panuje niższa temperatura i większa wilgotność.

Na stropie między lapidarium a galerią nie stwierdzono występowania ksylofagów oraz kołatka domowego, ale podwyższona wilgotność może prowadzić do ich osiedlania.

Obecnie jedynym miejscem żerowania kołatka jest drewniana deska znajdująca się w lapidarium. Wyniesienie deski i zabiegi dezynfekujące wokół powinny wyeliminować występowanie kołatka domowego w obiekcie.

#### **Głony, mchy, samosiejki**

Głony i mchy, podobnie jak grzyby stanowią zagrożenie dla zabytkowego zamku, szczególnie na zewnętrznych powierzchniach murów. Te czynniki mogą przyczynić się znacząco do pogorszenia stanu technicznego budynku poprzez zwiększanie wilgotności, utrudnienie jej odparowania i tworzenie mikrośrodków sprzyjających rozwojowi grzybów.

Zjawisko zaistniałe na elementach murowych jest typowym przykładem agresji mikrobiologicznej na powierzchniach. Jej występowanie uzależnione jest od szeregu zjawisk,

takich jak: złe naniesienie lub brak powłoki ochronnej, wysoka wilgotność podłoża i powietrza, wysokie stężenie zarodników mikroorganizmów w otoczeniu, kurz komunikacyjny itp.

Większość materiałów budowlanych jest bezustannie atakowana przez mikroorganizmy, zdolne do szybkiego rozmnażania się w sprzyjających dla siebie warunkach (dostępność odpowiednich składników pokarmowych oraz ciepłe i wilgotne otoczenie). Bezpośrednią przyczyną pojawiania się ww. przebarwień są mikroorganizmy powszechnie występujące w przyrodzie.

Wilgotne ściany stwarzają bardzo dobre warunki do rozwoju alg, szczególnie w okresie, gdy w powietrzu znajduje się dużo zarodników roślin. Tereny o szczególnym ryzyku porostania to przede wszystkim obszary, na których przez długi czas utrzymuje się duża wilgotność względna powietrza. Mchy pojawiają się głównie w zacienionych miejscach.

Związki organiczne zawarte w zanieczyszczonym powietrzu są doskonałą i wystarczającą pożywką dla rozwoju glonów i porostów.

Samosiejki w bezpośrednim otoczeniu zabytkowego zamku i na jego elementach są istotnym czynnikiem wpływającym na powstanie nieprawidłowości w stanie technicznym obiektu. Korzenie tych roślin, szczególnie krzewów i drzew, mogą wnikać w mury, powodując ich osłabienie oraz uszkodzenia murów. Dodatkowo, samosiejki sprzyjają zatrzymywaniu wilgoci w gruncie i wokół ścian, co z kolei prowadzi do zwiększonego ryzyka rozwoju grzybów, mchów czy pleśni. Zjawisko to przyczynia się to do dalszej degradacji zabytku.

### **Grzyby, pleśnie i grzyby właściwe**

Grzyby, szczególnie w warunkach dużej wilgotności i ograniczonej wentylacji, mogą prowadzić do zniszczenia materiałów budowlanych zawierających celulozę oraz stanowić zagrożenie dla zdrowia, wywołując problemy z układem oddechowym. Niektóre gatunki grzybów produkują toksyny, które mogą prowadzić do podrażnień skóry czy oczu, a w skrajnych przypadkach powodować poważne choroby.

Grzyby stwierdzono głównie w drewnie obecnym w lapidarium.

### **Powłocznik gładki *Corticium laeve***

Mają postać drobnej powłoczki lub małych skorupkowatych poduszczynek. Krawędzie są jasne, odstające. Górna powierzchnia, gładka lub lekko brodawkowata, ma barwę od żółtej do brunatnej. [14]

Powłocznik gładki (*Corticium laeve*) należy do grupy IV – grzybów mało szkodliwych, powodujących słaby, powierzchniowy rozkład drewna. Rozwijają się przy dużej wilgotności, a w przypadku jej zmniejszenia szybko obumierają.

Ich występowanie jest oznaką problemów związanych z wilgocią, złą jakością podłoża lub niewłaściwym przygotowaniem powierzchni. Mogą również świadczyć o nieprawidłowym nałożeniu powłok lub o problemach z izolacją przeciwwilgociową. W zabytku objętym opracowaniem grzyby i pleśnie mogą powstawać w wyniku długotrwałego działania wilgoci.

Usunięcie istniejących gatunków w trakcie zabiegów remontowych jest konieczne, a następnie należy wykonać zabezpieczenie całej konstrukcji drewnianej preparatami o działaniu przeciwko grzybom i pleśniom.

Pozostawienie materiałów w obecnym stopniu korozji biologicznej może przyczynić się w do stworzenia warunków do rozwoju grzybów właściwych, co w krótkim czasie doprowadzić może do utraty przez drewno cech konstrukcyjnych. Należy bezwzględnie wykonać przynajmniej doraźne zabiegi pleśniobójcze (w tym w razie konieczności usuwając zainfekowane tkanki) i zabezpieczające poprzez zastosowanie preparatów impregnujących.

Przyczyną rozwoju grzybów jest bardzo duża wilgotność powietrza i murów oraz brak wentylacji, a folia PE w stropie utrudnia odprowadzanie wilgoci. Konieczne jest obniżenie wilgotności powietrza w lapidarium poprzez np. systemy wentylacyjne.

### **Stroczek domowy *Serpula lacrymans***

Stroczek domowy uznaje się za najgroźniejszy spośród grzybów atakujących drewno w budynkach. Występuje wewnątrz budynków na różnych elementach drewnianych, takich jak stropy, podłogi, drewniane elementy w piwnicach, ościeżnice, schody oraz materiały wykończeniowe. Na zewnątrz budynków jest zazwyczaj rzadko spotykany, ponieważ nie toleruje ani światła, ani przewiewów. Atakuje zarówno drewno iglaste, jak i liściaste, szczególnie silnie niszczy sośninę oraz buczynę, a rzadziej można go znaleźć na drewnie świerka i jodły.

Rozgałęziające się sznury są często przerośnięte grzybnią, zdrewniałe, kruche, łamliwe. Po zamarcu grzybni sznury zachowują nadal swoją żywotność.

Grzyb domowy właściwy powoduje intensywną i szybko rozwijającą się brunatną zgniliznę drewna, prowadzącą do jego przyrmatycznej destrukcji. Drewno dotknięte tym grzybem szybko zmienia kolor na jasnobrunatny, a następnie na ciemnobrunatny, co skutkuje powstawaniem

podłużnych i poprzecznych pęknięć. W wyniku tego drewno staje się kruche i łatwo się kruszy, przekształcając się w proszek.

Zniszczone drewno należy usunąć z budynku i spalić, usunąć zagrzybioną podsypkę, mury i podłogę oczyścić z nalotów i skruszałej warstwy materiału i posmarować preparatem odgrzybiającym. Drewno zaatakowane tylko powierzchniowo może być powtórnie użyte po oczyszczeniu i posmarowaniu preparatem odgrzybiającym. Należy przede wszystkim usunąć przyczyny zawilgocenia i poprawić lub założyć wentylacje.

Sznury wytwarzane przez grzyba mogą przenikać przez ściany, mury, beton, a nawet niektóre rodzaje wykładzin podłogowych, docierając do miejsc oddalonych o kilka metrów. Gdy natrafią na drewno, grzyb w tych miejscach ponownie zaczyna się rozwijać. Dlatego pilnie należy zdezynfekować miejsce jego występowania.

W przypadku zabytkowego drewna lub drewnianych elementów konieczne jest zidentyfikowanie tych, które są poważnie uszkodzone i wymagają wymiany. Następnie należy ostrożnie usunąć zainfekowane fragmenty drewna, aby zapobiec dalszemu rozprzestrzenianiu się grzyba. Po usunięciu zainfekowanych części, pozostałe drewno powinno być poddane działaniu odpowiednich środków grzybobójczych, które skutecznie eliminują pozostałości grzyba, nie narażając przy tym zabytkowych materiałów na uszkodzenia. Ważne jest również zabezpieczenie drewna przed przyszłymi infekcjami poprzez poprawę wentylacji, kontrolowanie poziomu wilgotności oraz stosowanie impregnacji antygrzybiczej jako środka ochrony.

## **6.2 Przyczyny powstawania wysoleń i korozja tynków na ścianach, sufitach**

Bezpośrednią przyczyną korozji tynków na ścianach w podpiwniczeniu budynku jest brak izolacji ścian i wentylacji oraz przecieki wody z gruntu.

Wilgoć jest kluczowym czynnikiem wpływającym na uszkodzenia budynków. Woda z opadów atmosferycznych zagraża głównie tym obiektom, które nie są odpowiednio zabezpieczone, gdyż przenikając przez nieszczelności, pogłębia je i prowadzi do erozji. Woda gruntowa wywiera ciśnienie hydrostatyczne na posadowione mury, co powoduje, że woda penetruje ich strukturę oraz poprzez zjawisko higroskopijności, zwłaszcza gdy izolacja jest niewłaściwie wykonana. Wilgoć gruntowa może występować w różnych formach – jako woda włoskowata, podciągająca się w górę, jako woda przenikająca w dół, para wodna czy lód. Woda włoskowata rozprzestrzenia się promieniście w materiałach porowatych, takich jak cegła, porowate kamienie czy tynki, mogąc unosić się nawet do wysokości 2,0 m. Podczas



przemieszczenia się wody przez mur dochodzi do ługowania chemicznych składników zaprawy i kamienia. Najbardziej podatne na korozję ługującą są związki wapnia, szczególnie wodorotlenek wapniowy, który rozpuszcza się w wodzie w temperaturze około 30°C. Jako silna zasada, łatwo reaguje z kwasami, przekształcając się w wodorowęglan wapnia, który odkłada się na powierzchni kamienia i tynku jako białe naloty węglanu wapniowego i innych soli.

Wapń jest pierwiastkiem zasadowym, wchodzi w reakcje podwójnej wymiany z solami mocnych kwasów, wypierając słabsze zasady. Związki wapnia w zaprawach i murach, gdy są suche, zapewniają wytrzymałość, ale w przypadku długotrwałego zawilgocenia, zwłaszcza przy obecności domieszek, pojawiają się problemy. Węglan wapnia, będący jedną z dominujących soli, osadza się na powierzchni muru podczas odparowywania wody, tworząc białe naloty. Proces krystalizacji soli na powierzchni murów prowadzi do powstawania pęcherzyków i wykwitów. Krystalizujące sole, takie jak węglan sodu czy siarczan wapnia, zwiększają swoją objętość, co przyczynia się do odpadania i łuszczenia tynków. Obecny proces korozyjny jest intensywny i niekontrolowany.

Miejsca występowania korozji obejmują zarówno ściany zewnętrzne, jak i wewnętrzne, a rozwój korozji jest aktywny.

### **6.3 Punkt rosy**

Kondensacja wilgoci na chłodnych powierzchniach podczas stykania się z ciepłym powietrzem powoduje proces skraplania. Długotrwała wilgoć wpływa negatywnie na detale architektoniczne, powodując powstawanie zacieków, plam oraz przebarwień, co wpływa na estetykę budynku. Wysoka wilgotność sprzyja również rozwojowi pleśni, co z kolei może wywoływać problemy zdrowotne, takie jak alergie i dolegliwości układu oddechowego.

Zaleca się poprawienie wentylacji, zarówno naturalnej, jak i mechanicznej, co przyczyni się do zmniejszenia wilgotności wewnętrznej.

## **7 Zakres prac i zalecenia**

- Stan techniczny elementów obiektu określono na podstawie makroskopowych oględzin elementów, badań wilgotnościowych i mykologicznych;
- Stan elementów konstrukcyjnych wskazuje na swobodny rozwój czynników biologicznych.

## 7.1 Pozbycie się pleśni i grzybów

Poza naprawami technicznymi należy także doprowadzić do eliminacji skażeń-zagrożeń biologicznych powodowanych przez organizmy pasożytnicze – grzyby (stroczek domowy oraz ogniska powłocznika gładkiego) i pleśnie.

Autor niniejszego opracowania zaleca zabiegi pleśnio i grzybobójcze drewna wyłącznie przy ewidentnie powierzchniowym i początkowym występowaniu. W każdym innym przypadku należy z zainfekowaną strukturą postępować jak z zainfekowaną grzybem właściwym, a mianowicie usunąć, a następnie zutilizować.

Na początku należy zdezynfekować miejsce skażone i wszystko znajdujące się wokół niego, a następnie usunąć grzybnię przy powierzchni, owocniki i wszystkie zaatakowane elementy do odległości co najmniej jednego metra poza widoczny obszar ataku.

Posadzkę i mury przed przystąpieniem do kolejnych prac związanych z usuwaniem grzybów zaleca się zdezynfekować dwukrotnie (ze zmyciem między procesami) środkiem odkażającym. Dezynfekcja ma na celu unieszkodliwienie zarodników niebezpiecznych dla ludzkiego zdrowia.

Do usuwania grzybów czy pleśni, nazywanych ogólnie "korozją biologiczną", używa się specjalnych środków nasączających o właściwościach biobójczych.

Proces usuwania korozji biologicznej składa się z kilku etapów:

- Element pokrywa się dokładnie środkiem dezynfekującym za pomocą spryskiwacza lub pędzla malarskiego. Niektóre środki można rozcieńczać.
- Po spryskaniu i odczekaniu kilkunastu minut należy wykonać szczotkowanie elementu szczotkami w celu usunięcia pozostałości zarodników, a następnie zmyć środek i ponownie nanieść drugą warstwę środka, której już się nie zmywa.
- Po wyschnięciu elementu można przystąpić do zabezpieczenia odpowiednimi dla danego podłoża preparatami z dodatkiem tzw. biocydów, czyli specjalnych środków przeciwdziałających powstawaniu korozji biologicznej.

Pojedyncze, niezniszczone elementy drewniane, które nie były narażone na zwiększoną wilgoć i niszczące działanie grzybów można poddawać kilkukrotnemu odkażaniu właściwymi preparatami, a następnie impregnacji środkami zabezpieczającymi głęboko penetrującymi.

Deska znajdująca się w lapidarium zainfekowana jest strocziem domowym. W lapidarium zlokalizowane jest składowisko kamiennych elementów architektonicznych przeznaczonych do renowacji, które ułożone są na regałach wykonanych z drewna oraz na desce przeniesionej z zewnątrz. Ze względu na dużą wilgotność, zarówno powietrza jak i murów oraz klepiska, a

także niską jakość tego drewna z powodu i wcześniejszej infekcji kołatkiem domowym, stoczek zaatakował deskę jako pierwszą. Deskę należy wynieść i poddać utylizacji. Następnie należy wykonać zabiegi dezynfekujące mury i klepiska oraz powierzchnie niezainfekowane drewno. Drewno, z którego został wykonany regał, należy obserwować, ponieważ istniejące na rynku preparaty nie są wprost przeznaczone do stosowania na drewnie.

Parametry techniczne preparatu służącego do odkażania zainfekowanych elementów:

- Odczyn pH – od 7 do 8;
- Hamujący rozwój korozji.

## **7.2 Usuwanie glonów i porostów**

Do usuwania glonów z murów zaleca się stosowanie środka do tego przeznaczonego - po wcześniejszym usunięciu większych elementów (np. przez powietrze pod ciśnieniem, szrotkowanie itp.).

W celu wykonania usunięcia mchów i porostów należy zaopatrzyć się w szczotkę, wałek. Wszystkie elementy nieprzeznaczone do czyszczenia należy odpowiednio osłonić i zabezpieczyć.

Przed przystąpieniem do usuwania skażenia należy ustalić i w miarę możliwości usunąć jego przyczynę. Przed nałożeniem preparatu usuwającego mchy i porosty należy oczyścić delikatnymi środkami chemicznymi powierzchnie objęte skażeniem.

Po nałożeniu preparatu zaleca się zmyć powierzchnię rozproszonym strumieniem wody, opcjonalnie z użyciem szczotki z twardym włosiem. Nie można moczyć miękkiego kamienia. W przypadku występowania bardzo intensywnego skażenia należy nałożyć kolejną warstwę preparatu.

Parametry techniczne preparatu służącego do hydrofobizacji powierzchni posadzki:

- Paroprzepuszczalny;
- Niepalny;
- Odporny na działanie wody.

### **7.3 Usunięcie folii i wprowadzenie wentylacji**

W stropie drewnianym między lapidarium a galerią prawdopodobnie występuje folia polietylenowa, która ma stanowić paroizolację. Wykonano również podbitkę drewnianą na sztywno, która ulega spaczeniu od wilgoci (pęcznienie). Przy nieodpowiedniej wentylacji drewno gromadzi wilgoć, co sprzyja rozwojowi pleśni i grzybów. Wilgoć, która ulega kondensacji, również prowadzi do uszkodzeń materiałów budowlanych oraz osłabienia struktury stropu. W rezultacie wdał się powłocznik gładki, co dodatkowo komplikuje sytuację i wymaga szybkiej interwencji w celu zabezpieczenia konstrukcji.

Zalecane jest usunięcie folii oraz obniżenie wilgotności powietrza w lapidarium poprzez wprowadzenie systemów wentylacyjnych w obiekcie.

W galerii należy również zadbać o drewnianą podłogę, aby zapobiec wdania się grzybów czy pleśni. Drewniana deska powinna być odpowietrzana od spodu, dlatego w galerii należy przywrócić wentylację desek podłogowych od spodu. Zaleca się zamontowanie kratki, które umożliwią wentylację desek od spodu.

Ze względu na to, że wilgotność powietrza przez cały rok jest podwyższona i niemal przez cały rok występuje zjawisko punktu rosy na elementach murowych, należy bezwzględnie obniżyć wilgotność powietrza, stosując system wentylacyjny w pomieszczeniach, takich jak pomieszczenie kas, lapidarium pod galerią, galerii oraz WC. Proponuje się zastosowanie instalacji rur wywiewnych. Zapewnienie odpowiedniej cyrkulacji powietrza jest kluczowe dla utrzymania zdrowego mikroklimatu i ochrony eksponatów.

### **7.4 Wpływ wilgoci na degradację murów oraz ogólne wymagania renowacyjne**

Wilgoć prowadzi do osłabienia struktury murów obiektu, co jest szczególnie widoczne w postaci licznych odłamków zaprawy, wskazujących na poważną korozję chemiczną, fizyczną oraz mrozową. Woda opadowa wypłukuje materiały, a zamarzająca w materiale murowym powoduje jego rozsadzanie.

Z wizji lokalnej wynika, że twardość i stan wytrzymałości kamienia są zróżnicowane, a zaprawy – zarówno oryginalne, jak i wtórne – różnią się składem, co sprawia, że dobór materiałów do renowacji wymaga staranności.

Większość z tych materiałów wymaga stanu matowo-wilgotnego przed nałożeniem nowego materiału naprawczego, co umożliwi prawidłowe wiązanie nowych materiałów. Zbyt sucha powierzchnia mogłaby powodować zbyt szybkie wchłanianie wody z nowych

materiałów, co osłabiłoby ich trwałość, natomiast zbyt mokra mogłaby zakłócać proces wiązania i prowadzić do wad strukturalnych.

## 7.5 Reprofilacja i hydrofobizacja posadzki w Sali Rycerskiej

Aby zapewnić odpowiedni odpływ wody i poprawić funkcjonalność przestrzeni zaleca się wykonanie reprofilacji spadków w Sali rycerskiej. Proces ten powinien polegać na precyzyjnym ukształtowaniu podłogi, przy jednoczesnym zachowaniu oryginalnych materiałów i detali architektonicznych.

Należy zachować oryginalny wygląd istniejącej posadzki. W tym celu zaleca się używanie materiałów i powłok bezbarwnych zachowując oryginalny wygląd posadzki, nie powodując zmian kolorystycznych. Zastosowany materiał nie powinien posiadać w swoim składzie rozpuszczalników

W celu zabezpieczenia posadzki w Sali Rycerskiej należy zastosować środek do czyszczenia i konserwacji wyrobów kamieniarskich. Dobierając system naprawy zwrócić uwagę na możliwość zastosowania materiałów na zewnątrz.

Powierzchnię zainfekowaną glonami, przed zastosowaniem preparatu należy wstępnie oczyścić z nalotu. Technologię czyszczenia powierzchni należy wykonać ręcznie lub mechanicznie.

Preparat usuwający glony nanosić na oczyszczone mechanicznie lub ręcznie powłoki. Nie należy preparatu rozcieńczać przed użyciem. Preparat musi być naniesiony równomiernie na całą powierzchnię. Unikać pozostawiania obszarów, na których zarodniki grzybów i alg mogłyby się powtórnie rozwijać.

Dodatkowo zaleca się użyć preparat hydrofobizujący, który nie zmienia kolorystki podłoża, zachowuje paroprzepuszczalność i jest odporny na czynniki atmosferyczne. Preparat musi posiadać pozytywną ocenę do stosowania na zabytkowych podłożach. Aplikację preparatu można wykonywać zarówno pędzlem lub przez natrysk do pełnego i równomiernego wysycenia podłoża. Impregnacja powinna być wykonywana podczas suchej, bezdeszczowej pogody. Przed wykonaniem impregnacji należy oczyścić posadzkę, wpusty i rzygacze.

Parametry techniczne preparatu służącego do hydrofobizacji powierzchni posadzki:

- Nieblokujący dyfuzyjności podłoża;
- Klasyfikacja wg PN EN 1504-2:2006;
- Nasiąkliwość wodą: – w porównaniu z próbką niezaimpregnowaną <7,5%;  
– po zanurzeniu w roztworze alkaliów <10%.

## 7.6 Talkowanie wapienia miękkiego

Proces talkowania rozpoczyna się od starannego przygotowania powierzchni kamienia. W pierwszej kolejności należy usunąć wszelkie luźne fragmenty, brud oraz zanieczyszczenia z powierzchni wapienia. Do tego celu używa się szczotek o miękkim włosiu lub strumieni powietrza, aby nie uszkodzić delikatnej struktury kamienia. Powierzchnia musi być całkowicie sucha przed przystąpieniem do dalszych działań.

Talkowanie polega na nałożeniu talku na powierzchnię wapienia. Talk, będący materiałem o właściwościach absorbujących, jest równomiernie aplikowany na kamień, gdzie wypełnia pory i szczeliny. Jego działanie polega na zwiększeniu stabilności kamienia poprzez wzmocnienie struktury i zmniejszenie jego porowatości. Talk działa także jako bariera, ograniczając wchłanianie wilgoci przez wapień, co jest szczególnie istotne w kontekście ochrony przed działaniem czynników atmosferycznych.

Po nałożeniu talku, należy wmasować go w powierzchnię kamienia, aby zapewnić jego głębsze wniknięcie i skuteczne wypełnienie porów. Proces ten może być wykonywany ręcznie lub za pomocą narzędzi, które umożliwiają równomierne rozprowadzenie talku. Po wmasowaniu nadmiar talku zostaje usunięty, a powierzchnia kamienia oczyszczona z pozostałości.

Korzyści płynące z talkowania wapienia miękkiego obejmują zwiększenie odporności kamienia na działanie wilgoci oraz poprawę jego struktury, co w konsekwencji przyczynia się do dłuższej trwałości murów. Talkowanie jest metodą, która wspiera konserwację bez wprowadzania do procesu nowych, obcych materiałów, co jest szczególnie istotne w przypadku zabytkowych obiektów.

Warto również zaznaczyć, że przed przystąpieniem do talkowania zaleca się przeprowadzenie testów na małych, niewidocznych fragmentach kamienia, aby ocenić skuteczność oraz bezpieczeństwo stosowanej metody. Talkowanie wapienia miękkiego w zabytkach wymaga dużej precyzji i delikatności, aby nie naruszyć integralności historycznego materiału.

## 7.7 Laserowe oczyszczanie

Czyszczenie laserowe, oparte na zjawisku ablacji laserowej, to innowacyjny proces, który polega na usuwaniu zanieczyszczeń z powierzchni materiału za pomocą skoncentrowanej wiązki światła laserowego. Pod wpływem energii lasera, zanieczyszczenia są natychmiastowo

przekształcane w parę, co pozwala na precyzyjne i bezkontaktowe usuwanie nawet najdelikatniejszych warstw.

Laserowe czyszczenie sprawdzi się na takich typach powierzchni, jak kamień czy cegła.

Laser może być stosowany do czyszczenia zarówno miękkich, jak i twardych rodzajów kamienia. Czyszczenie laserowe, zwłaszcza w kontekście zabytków, to niezwykle precyzyjna i skuteczna metoda, która pozwala na zachowanie autentyczności i wartości historycznych obiektów.

Przed przystąpieniem do czyszczenia, kluczowe jest przeprowadzenie dokładnej analizy pod kątem rodzaju użytego materiału oraz zidentyfikowanie rodzaju zanieczyszczeń. Następnie należy przeprowadzić próby miejscowe, aby przetestować skuteczność wybranych ustawień. Skoncentrowana wiązka laserowa ma możliwość regulacji szerokości i głębokości działania wiązki, co pozwala na stopniowe usuwanie kolejnych warstw zanieczyszczeń, odkrywając oryginalną powierzchnię obiektu. Dzięki precyzyjnemu sterowaniu możliwe jest czyszczenie zarówno na powierzchniach płaskich, jak i w trudno dostępnych miejscach, takich jak wgłębienia czy mikrouszkodzenia. W przeciwieństwie do metod wykorzystujących ścierniwa czy chemikalia, czyszczenie laserowe jest całkowicie bezodpadowe i nie generuje szkodliwych substancji. Należy stosować dopiero po oczyszczeniu z większych zanieczyszczeń innymi metodami.

Po zakończeniu procesu czyszczenia należy sprawdzić, czy wszystkie zanieczyszczenia zostały skutecznie usunięte oraz czy nie doszło do uszkodzeń oryginalnego materiału. Można również zastosować środki ochronne, które pomogą zabezpieczyć powierzchnię przed przyszłymi zanieczyszczeniami.

## **7.8 Szkiełkowanie powierzchni murów**

Czyszczenie murów zaleca się wykonać za pomocą szkiełkowania, aby czyszczona powierzchnia pozostała gładka i czysta. Wybierając rodzaj ścierniwa należy posługiwać się skalą Mohsa. Z uwagi na to, iż zastosowanie twardszego ścierniwa może spowodować pojawienie się wyłobień na powierzchniach czyszczonych zaleca się zastosowanie mączki wapiennej – 3 w skali Mohsa.

Dobierając ciśnienie robocze dyszy musi być odpowiednio dobrane do opracowanej powierzchni, jeśli chodzi o estetykę wykonania, powinno być mniejsze.

## **7.9 Zabezpieczenie koron murów**

Po usunięciu istniejących warstw zabezpieczających korony muru, należy oczyścić je z korozji biologicznej, a następnie zgodnie z zaleceniami projektu budowlanego [18] dokonać zabezpieczenia korony murów wykonując obróbki z blachy ołowianej.

Do wykonania izolacji należy zastosować preparat modyfikowany polimerami. Materiał służy do uszczelniania elementów budowlanych w przypadku narażenia na wodę rozbryzgową na cokółach ścian. Ponadto, chroni przed wodą podciągającą kapilarnie przez ściany wewnętrzne oraz ściany stykające się z gruntem. Dodatkowo preparaty modyfikowane polimerami są odporne na działanie agresywnych chemikaliów i soli, a także wytrzymują niekorzystne warunki pogodowe, takie jak mróz i intensywne opady.

Warto również zastosować wodoodporną zaprawę tynkarską, cechującą się wysoką stabilnością, szybkim wiązaniem oraz odpornością na siarczany - produkt do stosowania w trudnych warunkach. Dzięki kompensacji skurczu, zaprawa powinna minimalizować ryzyko pęknięć, co ma przekładać się na większą trwałość konstrukcji.

## **7.10 Usuwanie przyczyn korozji tynków**

Występująca korozja tynków, ma ścisły związek z zawilgoceniem pochodzącym z zewnątrz, z ziemi, ponieważ budynek nie posiada wykonanych hydroizolacji i izolacji murów.

### **7.10.1 Zdjęcie niezabytkowych tynków**

Roboty remontowe należy rozpocząć od zdjęcia tynków wewnętrznych, które nie są zabytkowe. Należy zdjąć wszystkie tynki poza granice widocznej korozji na odległość min 50 cm. Zdejmowanie tynków należy przeprowadzić z zachowaniem struktury muru. Zdjęte mury oczyścić dokładnie odpowiednimi szczotkami oraz odpylić.

### **7.10.2 Wykonanie izolacji ścian – miejscowe prace zgodnie z potrzebami**

Do wykonania izolacji można wykonać iniekcję bezciśnieniową poprzez zastosowanie kremowego preparatu iniekcyjnego na bazie silanów. Materiał poprawia właściwości hydrofobowe podłoża, co pozwala uniknąć przygruntowego zawilgocenia ściany. Dzięki swojej kremowej konsystencji, produkt może być wykorzystywany w poziomych otworach i na niejednorodnych ścianach. Nie występuje ryzyko niekontrolowanego przepływu, tak jak w przypadku wodnych barier poziomych.



Środek nie powinien reagować z wodą, natomiast reagować wyłącznie z podłożem. Po reakcji z podłożem, ścianki kapilary stają się hydrofobowe, a podciąganie wody lub wilgoci spowodowane ciśnieniem osmotycznym jest ograniczone, zapewniając suszenie podłoża.

Zaletą kremowych środków jest ich konsystencja zapobiegająca wypływowi produktu z otworów oraz możliwość aplikowania w niepełne struktury jak np. cegła kratówka, mur z pustkami, czy z niepełną spoiną bez dodatkowych nakładów robocizny oraz materiałów wypełniających.

Specyfika budowy murów z kamienia wapiennego na Lubelszczyźnie wskazuje, że poziome spoiny często nie przebiegają równolegle ani wzdłuż, ani w poprzek muru. Ich nieregularność wynika z użycia kamieni o różnych rozmiarach i nieregularnych kształtach, które kamieniarze obrabiali tak, by pasowały do kamieni w niższej warstwie oraz tych sąsiadujących. Powstałe szczeliny wypełniano zaprawą murarską, co sprawia, że ściana jest przekrojowo niejednorodna. Z tego powodu należy wykonywać otwory w spoinach, dążąc do tego, by otwory wiercone pod kątem przecinały co najmniej dwie spoiny poziome.

Po wykonaniu otworów należy z nich usunąć pył i inne zanieczyszczenia. Zabieg ten ma na celu poprawę absorpcji kremu iniekcyjnego w konstrukcji. Zaleca się stosowanie wprowadzania kremu iniekcyjnego pod niskim ciśnieniem. Materiał należy podawać w taki sposób, aby całkowicie wypełnić otwór. Krótco po aplikacji kremu można przystąpić do wykonywania napraw tynkarskich bez konieczności wypełniania otworów zaprawą mineralną.

### **7.10.3 Izolacja pionowa ścian od wewnątrz - opcjonalna**

Z powodu zaobserwowania zawilgocenia ściany wewnętrznej oraz braku możliwości jej zaizolowania pionowego od zewnątrz należy wykonać izolację wewnętrzną na tzw. ciśnienie ujemne.

W ścianie wewnętrznej, oddzielającej pomieszczenie korytarza od części niepodpiwniczonej należy wykonać przeponeę poziomą, w ścianie oddzielającej oraz przeponeę pionową na tej ścianie na pełną wysokość między posadzką, a stropem podpiwniczenia. Izolację wewnętrzną należy wyprowadzić 10 cm poza linię otworów na ścianę zewnętrzną. Powierzchnia ściany od strony korytarza powinna być usunięta z warstw tynku, oczyszczona i zabezpieczona przed zawilgoceniem izolacja na tzw. ciśnienie ujemne.

Po zdjęciu tynku, wyszczotkowaniu ściany i naniesieniu środka neutralizującego szkodliwe sole budowlane należy nałożyć pacą lub pędzlem (w zależności od równości podłoża)

mineralny szlam uszczelniający do uzyskania jednolitej, nieprzerwanej powłoki o grubości ok 3 mm. Po wyschnięciu izolacji należy przystąpić do nakładania na niej tynków renowacyjnych.

Parametry techniczne preparatu służącego do gruntowania murów:

- Preparat na bazie krzemianów;
- Wzmacniający podłoże oraz wiążący pyły;
- Zmniejszający chłonność kapilarną powierzchni elementów budynku;
- Odporny na rozciąganie i ściskanie przy zginaniu;
- Oporny na oderwanie z podłoża.

Parametry techniczne preparatu służącego do stosowania w obszarze wody rozpryskowej:

- Masa uszczelniająca nie może zawierać bitumu;
- Masa musi być odporna na działanie siarczanów.

Parametry techniczne preparatu służącego do wykonania przepon:

- Środek wykazujący działanie hydrofobizujące;
- Środek zawężający kapilarną strukturę muru;
- Charakteryzujący się dużą głębokością wnikania;
- Bezrozpuszczalnikowy.
- Dyfuzyjny;
- Preparat na bazie krzemianów lub silanu.

#### **7.10.4 Zmiana soli na trudnorozpuszczalne**

Ze względu na niewielkie zasolenie muru dla uzyskania najtrwalszego efektu naprawy nie wystarczy powierzchniowe ręczne oczyszczanie muru szczotkami. Należy zamienić pozostałe w warstwach przypowierzchniowych materiału sole na trudnorozpuszczalne.

Zastosowanie roztworów impregnujących do przekształcania szkodliwych soli budowlanych pozwala na przekształcenie soli rozpuszczalnych w wodzie, takich jak chlorki i siarczany, w nierozpuszczalne lub trudnorozpuszczalne w wodzie. Dzięki użyciu takich preparatów ograniczamy dostanie się łatworozpuszczalnych soli do świeżego tynku.

Należy usunąć skażony i uszkodzony niezabytkowy tynk oraz dodatkowy pas tynku wokół niego, który jest w dobrym stanie. Następnie spoiny trzeba wykopać na niewielką głębokość. Po usunięciu tynku i obróbce spoin, należy przetrzeć mur i spoiny szczotką drucianą, aby dokładnie oczyścić powierzchnię. Ważne jest, aby obrobione powierzchnie były jak najbardziej suche przed dalszymi pracami. Kiedy mur jest już odpowiednio przygotowany, należy nałożyć na niego preparat impregnujący.

Parametry techniczne preparatu:

- Preparat sole budowlane w nierozpuszczalne lub trudnorozpuszczalne;
- Ograniczał przedostawanie się soli do tynku renowacyjnego.

#### **7.10.5 Wykonanie tynków renowacyjnych**

Po wykonaniu izolacji poziomej murów, ściany należy zostawić do przeschnięcia na okres minimum 1 miesiąca. Po upływie tego okresu należy wykonać pomiar wilgotności murów. Mur powinien po tym czasie osiągnąć poziom muru suchego lub lekko wilgotnego.

Po uzyskaniu odpowiedniego odczytu wilgotności i braku podejrzeń nieszczelności izolacji poziomej oraz pionowej można przystąpić do wykonywania tynków renowacyjnych. Tynk renowacyjny charakteryzuje się znaczną porowatością, która umożliwia bezpieczne magazynowanie soli pochodzących z muru, bez niszczenia jego struktury. W żadnym przypadku nie mogą to być tynki cementowo – wapienne. Tynki należy nakładać zgodnie z zaleceniami instrukcji WTA 2-2-91 i 2-6-99. Przy stosowaniu tynków renowacyjnych należy przestrzegać wskazówek zalecanych przez producentów. Bardzo ważny jest między innymi czas, który musi minąć przed przystąpieniem do przecierania danej warstwy, aby nie zniszczyć porów tynku oraz nie doprowadzić do wytrącenia spoiwa na powierzchni.

Po oczyszczeniu ścian, zastosowaniu opisanych wcześniej izolacji oraz zastosowaniu preparatu zmieniającego sole muru w trudnorozpuszczalne należy lekko zwilżyć podłoże i przystąpić do wykonania obrzutki zamykającej spoiny i nierówności zaprawą tynkarską podkładową. Tynk podkładowy w postaci obrzutki półkryjącej powinien umożliwiać dyfuzję pary wodnej.

Zaleca się zastosować tynk renowacyjny o właściwościach paroprzepuszczalnych, hydrofobowych i porowatych. Tynk po związaniu jest zdolny do wieloletniej akumulacji skryształizowanych soli. Dodatkowo można na tynk renowacyjny nanieść drobnoziarnistą

zaprawę służącą do wygładzania powierzchni tynków. Po wyschnięciu powierzchni szpachlę należy przeszlifować pacą, a następnie pomalować najlepiej farbami wysoko dyfuzyjnymi.

Parametry techniczne tynku podkładowego pod tynk renowacyjny:

- Wymagania zgodnie z instrukcją WTA nr 2-2-91;
- Wymagania zgodnie z Instrukcją WTA nr 2-6-99;
- Zaprawa wiążąca hydraulicznie.

Parametry techniczne tynku renowacyjnego:

- Wytrzymałość na ściskanie od 1,5 do 5 MPa;
- Głębokość wnikania wody max. 5 mm;
- Porowatość objętościowa min. 40 %;
- Współczynnik przepuszczalności pary wodnej  $\mu \leq 12$ .

#### **7.10.6 Wykonanie reprofilacji spoin**

Ze względu na status obiektu jako zabytku, konieczne jest stosowanie odpowiednich technik oraz materiałów.

Należy przeprowadzić badania, które pozwolą określić skład i stan oryginalnej zaprawy, co jest kluczowe dla prawidłowego doboru materiałów. W murach zabytkowych stosowano zaprawy wapienne, dlatego ich analiza chemiczna i fizyczna jest niezbędna, by odtworzyć materiał o odpowiednich właściwościach. Równocześnie należy ocenić stopień degradacji kamieni lub cegieł w murach, a także zidentyfikować miejsca, gdzie ubytki w spoinach są największe.

W pracach konserwatorskich kluczowe jest użycie materiałów jak najbardziej zbliżonych do oryginalnych. Aby spoiny estetycznie i technicznie odpowiadały oryginałom, należy dobrać odpowiednią frakcję i kolor piasku.

Usuwanie zniszczonej zaprawy ze spoin musi być przeprowadzone niezwykle ostrożnie, aby nie uszkodzić cegieł czy kamieni, z których zbudowane są mury zamku. Nową zaprawę powinno się nakładać ręcznie, co umożliwi dokładne kontrolowanie ilości używanego materiału oraz sposób jego aplikacji. Warunki atmosferyczne w trakcie prac również mają duże znaczenie – należy unikać zbyt wysokiej temperatury i wilgotności, które mogłyby wpłynąć na zbyt szybkie wysychanie i pękanie nowej zaprawy.

Po zakończeniu reprofilacji spoin można rozważyć zastosowanie środków hydrofobizujących, które zabezpieczą mury przed nadmiernym wchłanianiem wody. Takie środki mogą ograniczyć proces degradacji murów spowodowany działaniem wilgoci, jednakże ich użycie musi być starannie dobrane, aby nie zakłócać naturalnej przepuszczalności murów. Zbyt intensywna hydrofobizacja mogłaby prowadzić do zatrzymania wilgoci wewnątrz murów, co jest niekorzystne dla ich trwałości.

Parametry techniczne preparatu służącego do wykonania reprofilacji spoin:

- Preparat musi nadawać się do stosowania na powierzchniach z kamieni i cegieł;
- Materiał musi nadawać się do spoinowania pierwotnego i do naprawy spoin;
- Materiał musi posiadać właściwości hydrofobowe;
- Pigment musi być odporny na działanie promieniowania UV.

#### **7.10.7 System naprawiania tynku**

Dobór właściwej wyprawy tynkarskiej powinien uwzględniać zarówno odpowiednie jej własności, jak i sam rodzaj spoiwa wiążącego. Historyczne tynki zewnętrzne do XIX w. wykonywano głównie, opierając się na modyfikowanym wapnie. Obecnie również dla tynków zaleca się najczęściej stosowanie zapraw wapiennych wiążących hydraulicznie, np. opartych na wapnie z trassem reńskim. [21]

Technologia wykonania naprawy bądź wzmocnienia jest ściśle związana z zastosowanym rozwiązaniem materiałowym. W wypadku stosowania metod tradycyjnych polegających na wzmocnieniu przez tynk technologia naprawy polega na oczyszczeniu powierzchni ściany, jej dokładnym zwilżeniu i naniesieniu zaprawy. Zaprawa może być naniesiona ręcznie. Decydujący wpływ na efektywność wzmocnienia ma adhezja między materiałem a murem.

Prace tynkarskie muszą być wykonywane zgodnie z określonymi wymaganiami technicznymi i środowiskowymi, aby zapewnić ich właściwą jakość. Powierzchnia, na którą będzie nakładany tynk, powinna być starannie przygotowana, co oznacza oczyszczenie jej i wyrównanie, aby zapewnić optymalną przyczepność tynku. Roboty tynkarskie powinny być prowadzone, gdy temperatura wynosi co najmniej 5°C, a w ciągu doby nie przewiduje się spadku poniżej 0°C. W przypadku niższych temperatur można wykonywać tynkowanie, ale konieczne jest zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń. Świeże tynki muszą być chronione przed zbyt szybkim wysychaniem, m.in. poprzez osłanianie ich przed bezpośrednim nasłonecznieniem oraz wiatrem. Podczas upałów tynki należy regularnie zwilżać wodą przez

około tydzień, aby zapewnić właściwe wiązanie zaprawy. Dla spójności należy stosować preparaty tego samego producenta.

## **8 Posumowanie i wnioski**

- Występujące na budynku usterki i nieprawidłowości mogą zostać usunięte poprzez przeprowadzenie odpowiednich prac naprawczych.
- Celem weryfikacji niektórych nieprawidłowości konieczne jest wykonanie odkrywek nieniszczących po uzyskaniu zgody Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.
- Pomieszczenia wewnątrz budynku - Wskazane ściany z nieprawidłowościami wewnątrz budynku wymagają czynności naprawczych. Ślady pęknięć należy usunąć, uzupełnić ubytki i ponownie otynkować. Zaleca się wzmocnienie konstrukcji ścian ze znacznymi spękaniem, ze względu na prawdopodobieństwo obniżonych parametrów wytrzymałościowych.
- Należy oczyścić rury spustowe - rzygacze z wysoleń i zanieczyszczeń, żeby zwiększyć przepływ wody.
- Reprofilacja i hydrofobizacja posadzki z cegieł i oczyścić w sposób nieniszczący do ponownego wbudowania, konieczna naprawa zaprawami naprawczymi i hydroizolacją z posadzki Sali Rycerskiej.
- Należy wykonać nową wentylację mechaniczną w pomieszczeniu kas, lapidarium, WC oraz galerii.
- Stan techniczny murów historycznych i nabudowanych jest zróżnicowany. Głównymi problemami są zarysowania, odspojenia lica, uszkodzenia powierzchniowe związane z korozją chemiczną i biologiczną kamienia oraz zaprawy.
- Konieczność rozbiórki i powtórnego przemurowania wynika przede wszystkim z niezadowalającego stanu murów bezpośrednio pod zabezpieczeniem oraz brakiem izolacji poziomej,
- Podczas prowadzenia prac w okolicach otworów okiennych oraz nadproży, ważne jest, aby zabezpieczyć elementy konstrukcyjne poprzez zastosowanie podpór i stempli, aby nie doprowadzić do ich uszkodzenia.
- Wszystkie prace należy wykonywać pod nadzorem uprawnionych do tego osób. Załoga powinna być prac przeszkolona, wyposażona w odpowiedni sprzęt i posiadać wymagane kwalifikacje.

- Wszelkie prace należy przeprowadzić z doбором materiałów i technologii jak najmniej ingerujących w tkankę zabytkową obiektu.
- Opisy dotyczące zakresu prac i zaleceń są przykładowymi dla środków ogólnodostępnych na rynku. Dopuszcza się stosowanie środków o innym działaniu po uzgodnieniu z odpowiednimi organami ochrony konserwatorskiej.

Z uwagi na zabytkowy charakter obiektu oraz ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków opiece nad zabytkami prace na obiekcie powinny być prowadzone za zgodą i pod nadzorem odpowiedniego Urzędu Konserwatorskiego.

Ogólny stan techniczny obiektu jest niezadowolający, ze względu na naruszone aspekty konstrukcyjne, wymagania usunięcia usterek w istniejących instalacjach w celu prawidłowego działania oraz ogólny stan elementów drewnianych, które posiadają rażące skutki zagrożeń mykologicznych.

Narażenie zabytkowego obiektu na zmienne warunki atmosferyczne, nasiąkanie i rozsadzanie od mrozu, podwyższoną wilgotność oraz rozwój mikroorganizmów, takich jak grzyby, glony i mchy, prowadzi do stopniowej degradacji materiałów budowlanych. Proces ten nie tylko osłabia strukturę budynku, lecz także przyczynia się do powstawania licznych uszkodzeń, które zagrażają jego trwałości i estetyce. Regularne badania mykologiczne są więc kluczowe w procesie konserwacji zabytkowych obiektów.

Na podstawie zebranych wniosków przygotowano zalecenia dotyczące koniecznych działań konserwacyjnych, takich jak poprawa izolacji oraz wzmocnienie zagrożonych elementów konstrukcji, co ma na celu ochronę zamku przed dalszym zniszczeniem.

## **9 Uwagi końcowe, klauzule i zastrzeżenia**

1. Autor opracowania nie odpowiada za jego wykorzystanie niezgodne z celem sporządzenia.
2. Opracowanie wykonano w pięciu podpisanych egzemplarzach (wraz z załącznikami) i bez zgody Autora zabronione jest jej powielanie inaczej niż w całości.
3. Opinia została opracowana na podstawie widocznego stanu zewnętrznego i analizy dokumentacji projektowej oraz warunków technicznych z wykorzystaniem z odkrywek samoistnych ze względu na charakter zabytkowy obiektu.

4. Wszelkie rozbieżności między zapisami opinii, a stanem faktycznym należy niezwłocznie zgłosić autorowi opracowania.
5. Niniejsze opracowanie nie może być wykorzystywane jako ekspertyza budowlana konstrukcyjna.
6. Opracowanie ważne jest przez okres 12 miesięcy lub do wystąpienia zdarzeń mogących w znaczny sposób wpłynąć na aktualność jego zapisów.
7. Osoba posługującą się niniejszym opracowaniem potwierdza, że zapoznała się w całości z jego treścią i nie wnosi do niej zastrzeżeń.
8. Przedstawione w opracowaniu rozwiązania nie stanowią projektu w myśl Prawa Budowlanego ani rozporządzenia w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.

Autor opracowania:

**mgr inż. Tomasz Paweł Bujnowski**  
uprawnienia budowlane  
nr LUB/0225/PWBKb/17  
mykolog budowlany PSMB nr 02/Sp/2017



# 10 Załączniki formalne



Lublin, dnia 12 grudnia 2017 r.

LOIB OKK.7131-0897132-089/2017

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2009 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2014 r. poz. 1946) i art. 12 ust. 2 pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1968 r. - Prawo budowlane (Dz.U. z 2014 r. poz. 1278) oraz art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1968 r. - Prawo budowlane (Dz.U. z 2014 r. poz. 1278) oraz art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnego funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

### Pan Tomasz Paweł BUJNOWSKI

magister inżynier

urodzony dnia 11 maja 1988 r. w Lublinie

otrzymuje

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

### Nr ewidencyjny: LUB/0225/PWBKb/17

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zgłoszenia strony, na podstawie art. 107 § 4 k.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na obwodzie decyzji.

### Pouczenie :

Od decyzji niniejszej służby odwołane do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie, w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Orzeka: inż. Jerzy Kamiński, inż. Anna Halicka, dr inż. Andrzej Picła, dr inż. Wiesław Nurek



Orzeka: 1. Pan Tomasz Paweł BUJNOWSKI 21-049 Swalnik 2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego 3. a/a

- 2 -

Szczegółowy zakres uprawnień do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

### Pan Tomasz Paweł BUJNOWSKI

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 + 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- kierowania wytworzeniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrolę techniczną wytwarzania tych elementów,
- wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, bez ograniczeń.

II. Na mocy §10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r. poz. 1278), uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń uprawniają do:

- projektowania konstrukcji obiektu i kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu,
- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie tej specjalności.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Orzeka: inż. Jerzy Kamiński, inż. Anna Halicka, dr inż. Andrzej Picła, dr inż. Wiesław Nurek



## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-TWX-DPM-WE5 \*

Pan Tomasz Paweł Bujnowski o numerze ewidencyjnym LUB/BO/0041/18  
adres zamieszkania [REDACTED]  
jest członkiem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-03-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-02-12 12:15:37 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 781 K.c.

- § 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
- § 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



# POLSKIE STOWARZYSZENIE MYKOLOGÓW BUDOWNICTWA

53-601 Wrocław, ul. Tęczowa 57 I piętro, tel.71 344 80 12, e-mail: psmbwroclaw@gmail.com

## ŚWIADECTWO

Nr 02 /Sp/2017

Pan/Pani mgr inż. Tomasz Bujnowski

urodzony(a) dnia 11 maja 1988 roku

w Lublinie

uczęszczał(a) od dnia 20 lutego 2017 roku

do dnia 3 marca 2017 roku

na KURS SPECJALISTYCZNY MYKOLOGICZNO-BUDOWLANY

### „OCHRONA BUDYNKÓW PRZED KOROZJĄ BIOLOGICZNĄ I OGNIEM”

obejmujący 130 godzin wykładów i ćwiczeń.

Pan/Pani mgr inż. Tomasz Bujnowski

przystąpił(a) dnia 3 marca 2017 roku do egzaminu,

który zdał(a) z wynikiem pozytywnym

Wrocław, dnia 3 marca 2017r.

KIEROWNIK KURSU

Dr inż. Zygmunt Matkowski



PRZEWODNICZĄCY PSMB

Prof. dr hab. inż. Wojciech Skowroński

