

## **SPIS ZAWARTOSCI EKSPERTYZY**

1. Oświadczenie autora ekspertyzy
2. Zalecenia Miejskiego Konserwatora Zabytków w Białymstoku z dnia 02 listopada 2015r
3. Dokumentacja fotograficzna
4. Dokumentacja graficzna

## **I. Część ogólna**

- a) Podstawą opracowania „ekspertyzy technicznej mykologicznej o stanie zawilgocenia i zasolenia ścian budynku VI Liceum Ogólnokształcącego w Białymstoku przy ul. Warszawskiej 8 jest umowa Nr DIN-II.272.33.2016 zawarta w dniu 27 października 2016r pomiędzy Jerzym Jaruszewiczem prowadzącym działalność gospodarczą pod nazwą Prywatna Pracownia Projektowa JJ Jerzy Jaruszewicz z siedzibą przy ul. Akademickiej 6 lok.5 15-267 Białystok , a Miastem Białystok, ul. Słonimska 1

### **na wykonanie ekspertyzy technicznej mykologicznej budynku VI Liceum Ogólnokształcącego w Białymstoku, ul.Warszawska 8**

1. Przedmiot i cel opracowania
2. Tematem pracy jest ekspertyza techniczna dot. zawilgocenia, zasolenia i zagrzybienia budynku VI Liceum Ogólnokształcącego w Białymstoku przy ul. Warszawskiej 8, zbadanie i ustalenie przyczyn zawilgocenia oraz podjęcie optymalnych wniosków i stosownych do nich zaleceń.
3. Wykorzystane materiały i badania:
  - a) Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana opracowana przez Prywatną Pracownię Projektową JJ Jerzy Jaruszewicz z siedzibą przy ul. Akademickiej 6 lok.5 15-267 Białystok
  - b) Roczniki Inżynierii budowlanej – zeszyt 10/2010  
Komisja Inżynierii Budowlanej Oddział Polskiej Akademii Nauk w Katowicach  
„PROCES NISZCZENIA MURÓW CEGLANYCH  
W ZABYTKOWYCH BUDYNKACH I OBIEKTACH  
PRZEMYSŁOWYCH1
  - c) Wyniki badań zawartości soli w murze
  - d) Wyniki badań wilgotności murów
  - e) Dokumentacja fotograficzna
  - f) oględziny mykologiczno -budowlane
  - g) badanie makroskopowe występujących czynników korozji biologicznej
  - h) Obowiązujące normy i przepisy
  - i) informacje uzyskane od bezpośredniego użytkownika dot. eksploatacji budynku

#### 4. Materiały pomocnicze:

- a) poradnik mykologiczno-budowlany ZG PZITB – praca zbiorowa z 1968 r.
- b) Przewodnik – Oznaczanie grzybów domowych J.Ważnego z 1963 r.
- c) Wytyczne osuszania i zabezpieczania ścian z cegły ceramicznej, kamienia i betonu przed wilgocią gruntową metodą elektroosmozy z hydrofobizacją z 1981 r. Autorzy: dr inż. Jerzy Olifierowicz oraz dr inż. Andrzej Baciński
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.Nr.75 z 15.06.2002 r.)
- e) Kompendium techniki budowlanej od A do Z dla architektów i inżynierów – Wydawnictwo (Informacji Zawodowej WEKA – praca zbiorowa
- f) Inna dostępna literatura zawodowa

## II. Opis techniczny budynku

### 1. Lokalizacja

Budynek VI Liceum Ogólnokształcącego w Białymstoku zlokalizowany jest w Białymstoku przy ul. Warszawskiej 8. Obiekt jest budynkiem szkolnym, użytkowanym przez VI Liceum Ogólnokształcącego w Białymstoku.

### 2. Opis budynku

Przedmiotowy budynek jest obiektem zabytkowym, wpisanym do Rejestru Zabytków województwa podlaskiego pod nr rej, A-174 decyzją z dnia 11.04.1979 roku w związku z czym jest pod ochroną konserwatorską.

Obiekt wchodzi w skład XIX-wiecznego zespołu budynków powstających w latach 1832, 1895, 1913 oraz lata 30-te XX w. Kamienica została zbudowana około 1900 roku.

Budynek jest obiektem złożonym z trzech prostokątnych skrzydeł z wysuniętymi ryzalitami o układzie zbliżonym do cyfry „4” w układzie blokowym. Skrzydła budynku – centralne i jedno z bocznych zamykają prostokątny dziedziniec szkoły z jednej strony, z przeciwległej strony centralne i drugie boczne zamykają boisko szkolne. Do starego budynku szkoły przylega nowo wybudowana sala gimnastyczna wraz z łącznikiem.

Dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony obiekt łączy się z kamienicą.

We wnętrzu dwa trakty oddzielone wzdłużnym korytarzem w skrzydle centralnym oraz w skrzydle pd.-zach., półtraktowy w skrzydle pn.-wsch.

Korytarz od strony dziedzińca i ciąg sal w trakcie zewnętrznym stanowi o układzie całościowym obiektu.

Budynek posiada pięć klatek schodowych w tym centralną trójbiegową i pozostałe dwubiegowe. Korpus główny obiektu tj. elewacja północna, elewacja frontowa, korpusu głównego wykonana jako 19-osiowa, dwukondygnacyjna z pozornym siedmioosiowym ryzalitem w części środkowej zakończonym trójkątnym przyczółkiem z gzymsem koronującym kostkowym, w polu którego znajduje się herb miasta Białegostoku.

Każdy z nich ponadto posiada: rozczłonkowaną bryłę nakrytą dachem wielospadowym powstałym z połączenia dachów w układzie kalenicowym (od frontu) z dachem w układzie szczytowym (w tylnej części), ryzality i pseudoryzality (w elewacjach podłużnych i elewacji tylnej). Występuje w nich bogaty detal architektoniczny w postaci: lizen podkreślających skraje elewacji; otworów okiennych zestawionych w pary; wnęk zamkniętych odcinkiem łuku (ujmujących otwory okienne piętra elewacji frontowych); kroksztynowych gzymsów wieńczących; gzymsów cokołowych; gzymsów kordonowych (w tym podokiennych); filarów z kapitelami ujmujących i rozdzielających zestawione w pary okna piętra elewacji frontowych; arkadowania wspartego na filarach z ozdobnymi kapitelami; wnęk piętra elewacji frontowych oraz łuki arkadowania; ceramicznych fryzów wieńczących elewacje podcieni; Wokół budynku wykonana została opaska betonowa wraz z wykonaniem cokołu budynku, zabezpieczonym obróbkami blacharskimi. Dziedziniec wewnętrzny powstały przez dobudowanie nowej sali gimnastycznej został pozostawiony jako powierzchnia biologicznie czynna stykająca się bezpośrednio z dobudowanym cokołem wokół budynku. Stolarka okienna i drzwiowa wykonana jako stolarka drewniana tradycyjna z zachowanymi podziałami historycznymi. Dopelnieniem elewacji są wstawione kraty okienne wykonane z metalowych elementów giętych w fantazyjne wzory i ornamenty.

Pokrycie budynku stanowi blacha ocynkowana łączona na rąbek stojący. Rynny i rury spustowe wykonane zostały z blachy ocynkowanej.

### 3. Wykończenie i wyposażenie

Budynek szkolny jest wyposażony w sanitariaty i umywalki.

Pomieszczenia sanitariatów wykończone zostały płytkami ceramicznymi.

Pomieszczenia piwnic budynku wykończone zostały płytkami ceramicznymi, mozaiką ceramiczną oraz malowaniem farbami olejnymi, mineralnymi oraz tynkowane tynkiem cementowo-wapiennym. Posadzki pomieszczeń piwnicznych wykonane zostały jako posadzki betonowe, posadzki lastryko i posadzki wykończone płytkami ceramicznymi. Pomieszczenia parteru i piętra wykończone zostały tynkiem cementowo-wapiennym oraz malowaniem farbami olejnymi i mineralnymi. Posadzki wykonane z płytek ceramicznych.

Stolarka okienna wykonana została jako stolarka drewniana, skrzynkowa, malowana farbami olejnymi. Okna zabezpieczone dodatkowo zostały zamykanymi okiennicami dzielonymi, wykonanymi z drewna i malowanymi farbami olejnymi. Stolarka drzwiowa budynku wykonana została jako stolarka drewniana malowana farbami olejnymi. Drzwi wewnętrzne budynku wykonane są jako drewniana stolarka malowana farbami olejnymi.

Budynek wyposażony jest w instalację elektryczną, odgromową, kanalizacyjną, kanalizację deszczową.

### 4. Ukształtowanie terenu wokół budynku

Teren wokół budynku ukształtowany został ze spadkiem w kierunku budynku, co powoduje dodatkowe zawilgocenie obiektu podczas opadów atmosferycznych. W wyniku przeprowadzonego wywiadu z użytkownikiem budynku powzięto

informację o okresowym zalewaniu niektórych pomieszczeń i pojawiających się zawilgoceniach. Obecne ukształtowanie terenu utrudnia odprowadzenie wody od budynku, powierzchnia terenu wyłożona jest kostką betonową oraz trylinką bez zachowania odpowiedniego spadku, co dodatkowo obciąża budynek wodą napływową. Skrzydła budynku dodatkowo zostają obciążone wodą napływową z powierzchni betonowych okalających budynek jak również z okalających terenów biologicznie czynnych. Obiekt budowlany usytuowany na dużym spadku terenu w kierunku cieku wodnego znajdującego się w pobliżu obciążony jest wodą spływającą z okolicznych ulic, co w połączeniu z brakiem właściwej izolacji, podniesionym poziomem terenu, niewłaściwym ukształtowaniem opaski i chodników wokół budynku przyczynia się do ogromnego zawilgocenia budynku i destrukcyjnego działania wilgoci i związków chemicznych jakie są transportowane wraz z wodą.

### **III. Ocena stanu technicznego budynku**

Elementy budynku będącego przedmiotem opracowania są w złym stanie technicznym.

Ściany przyziemia oraz fundamentów piwnicy z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej oraz z kamienia nie posiadają odpowiedniej izolacji przeciwwilgociowej, w związku z czym ściany na zewnątrz obiektu a także wewnątrz wykazują odpadanie tynku oraz liczne zaplamienia i przebarwienia spowodowane wykwitami solnymi i innymi substancjami chemicznymi. Dodatkowo na tynkach i wymalowaniach pojawiają się wykwyty soli, łuszczenie się wymalowań, odspojenie tynków, przebarwienia i korozja cegieł oraz wykruszanie się spoin.

Izolacja przeciwwilgociowa budynku od zewnątrz jest w bardzo złym stanie technicznym i nie spełnia wymogów stawianych izolacjom przeciwwilgociowym. Występujące wykruszenia, spękania i rysy nie gwarantują ciągłości izolacji, a co za tym idzie, ściany budynku nie są należycie chronione przed wilgocią.

Ściany murów piwnic wykonane z cegły pełnej ceramicznej na zaprawie cementowo-wapiennej są bardzo silnie zawilgocone, wykazują znaczną korozję spowodowaną nadmiernym zawilgoceniem.

Na ścianach piwnic budynku stwierdzono występowanie wysokiego zawilgocenia murów połączone z wykwitami solnymi, odspajanie się miejscowo tynków i powłok malarskich. Dodatkowo na ścianach piwnic stwierdzono przebarwienia tynków co świadczy o wysokim zawilgoceniu ścian budynku.

Tynki zastosowane do wykończenia ścian piwnic wykonane zostały jako tynki cementowo-wapienne, w niektórych pomieszczeniach zastosowano jako tynki naprawcze, tynki z dodatkiem gipsu, co dodatkowo spowodowało nasilenie się objawów zawilgocenia ścian i tynków. Pomieszczenia korytarza i niektóre pomieszczenia piwnicy wykończone zostały płytkami ceramicznymi mozaikowymi, co przy braku właściwej izolacji przeciwwilgociowej zarówno pionowej jak i poziomej przyczyniło się do silnego zawilgocenia ścian i tynków sklepień, co doprowadziło do zniszczenia powłok malarskich jak i samych tynków.

Ściany na parterze i piętrze wykazują ślady nadmiernego zawilgocenia, pojawiają się spękania tynków i zarysowania na powierzchniach ścian. Zewnętrzne tynki w

wyniku silnego zawilgocenia ścian pękają, wykazują liczne spękania i odspojenia od substancji murów. Dodatkowym czynnikiem powodującym silne zawilgocenie ścian są opady atmosferyczne, które działają bezpośrednio na substancję muru nie chronionego przez wyprawy tynkarskie.

Okna piwnic zlokalizowane poniżej poziomu gruntu zabezpieczone są studzienkami przyokiennymi, które w wyniku podnoszenia się poziomu terenu zostały również podwyższone. Brak właściwego odprowadzenia wody, lub powoduje dodatkowe zaleganie wody w tych studzienkach i stanowi doskonałe środowisko do pojawiania się nieporządkanych roślin, które powodują dodatkowe zawilgocenie i niszczenie substancji murów.

Budynek posiada stolarkę okienną drewnianą, malowaną farbą olejną, w pomieszczeniach administracyjnych zamykaną na baskwile. Ich stan techniczny jest bardzo zły, kwalifikujący do wymiany.

Bezpośrednie badanie sprawdzenia czy drewno jest zdrowe wykazało, że w miejscach badanych (ościeżnica, elementy pionowe, ślemiona) drewno jest zgniłe i spróchniałe.

W dolnej części okna można stwierdzić bardzo silnie łuszczącą się farbę, co świadczy o skraplającej się tam parze wodnej i zawilgoceniu przy padającym deszczu.

Niezależnie od powyższego – okna w pomieszczeniach nie domykają się w związku z ich bardzo znacznym odkształceniem elementów od pionu, a zamknięcia są skorodowane bądź też zamalowane farbą olejną.

Na poddaszu okna stanowiące doświetlenie strychu są całkowicie zniszczone, niespasowane, wykazujące nieszczelności i niedomykanie. Dodatkowo na poddaszu brakuje okien, otwory zakryte zostały folią, niektóre okna zamocowane są „na wcisk”.

W piwnicy zarówno ramy jak i skrzydła okienne wykazują taki sam stopień zniszczenia jak na kondygnacjach wyższych.

Stolarka okienna drewniana wykazuje spory stopień zużycia, widoczną są niespasowania elementów drewnianych okien, ubytki w oszkleniu, skorodowanie obróbek blacharskich. Malowanie stolarki okiennej wykazuje spory stopień zużycia, łuszczenie się farby, liczne spękania.

Nieszczelności w obróbkach blacharskich dodatkowo przyczyniają się do znacznego zalewania i nawilgacania murów budynku.

Parapety zewnętrzne wykazują liczne skorodowania oraz ubytki.

Stolarka drzwiowa drewniana zewnętrzna – drzwi wejściowe główne w stanie dobrym. Drzwi zewnętrzne boczne w stanie niezadowolającym, zniszczone, z łuszczącą się powłoką malarską, niespasowane nie zapewniają dostatecznej ochrony przed wpływem warunków atmosferycznych.

Dach – wymaga przeprowadzenia prac remontowych, wraz z wymianą więźby dachowej. Konstrukcja więźby dachowej wykonana jako płatwiowo-stolcowa z zastrzałami nie wymaga wymiany. Spękania elementów konstrukcyjnych nie wymagają wymiany całej konstrukcji dachowej. Deskowanie na którym ułożona została blacha kryjąca dach zostało zniszczone poprzez korozję biologiczną spowodowaną okresowym zalewaniem deskowania. W chwili obecnej korozja biologiczna, która wystąpiła w okresie zalewania obumarła i nie stanowi zagrożenia.

Stan techniczny budynku będącej przedmiotem opracowania w zakresie zawilgocenia ścian zewnętrznych i wewnętrznych określono na podstawie oględzin oraz pomiarów wilgotności zarówno ścian, tynków jak i powietrza.

Stwierdza się, że nie jest on wystarczający, wynikający z wysokiego stanu zawilgocenia i zasolenia obiektu.

Dodatkowo – zastosowanie szpachli gipsowej do wykonania przetarcia starych tynków w znacznej mierze przyczyniło się do zwiększenia zawilgocenia ścian, bowiem gips w styczności z wodą uwadnia się, przez co jest nieskuteczny, a nawet działający destrukcyjnie na mokre ściany.

#### ➤ Wyniki oględzin

W dniach 4,8,15,16,17,22.listopada.2016 roku przeprowadzono oględziny budynku przy temperaturze powietrza 5-7<sup>0</sup>C oraz wilgotności 67%.

Pomieszczenia piwniczne są zagłębione poniżej terenu.

Na ścianach parteru, częściowo I kondygnacji oraz piwnic budynku stwierdzono występowanie wysokiego zawilgocenia murów połączone z wykwitami solnymi, odpajanie się miejscowo tynków i powłok malarskich. Na obecnym etapie zabezpieczeń przyjęto założenie, że izolację pionową ścian fundamentowych należy wykonać od zewnątrz budynku, natomiast poziomą, z uwagi na grubość muru od wewnątrz i zewnątrz budynku (ściany zewnętrzne) oraz dwustronnie i jednostronnie ściany wewnętrzne.

### **IV. Ocena zawilgocenia ścian budynku**

#### Wyniki badań zawilgocenia ścian i fundamentów budynku

Badanie zawilgocenia murów fundamentowych przeprowadzono wilgotnościomierzem PWM – 3.

Miernik ten służy do badania poziomu wilgotności elementów budowlanych poprzez pomiar zmiany pojemności elektrycznej kondensatora utworzonego przez elektrodę pomiarową i badany element w zależności od zawartości w nim wody.

Zakres miernika 0-25% z dokładnością do 0.5%.

Pomiar zawilgocenia wykonano w piwnicy , na parterze oraz I piętrze w poziomie posadzki, na wysokości 1,5 m oraz 2,0 m.

Ściany pomieszczeń w piwnicy wynoszą:

- w poziomie posadzki – 28%,
- na wysokości 1,5 m: - 19,4%,
- na poziomie 2,0 m – 15,7 %,

Dolnej granicy zawilgocenia nie podano (pokazana jest na rzucie obiektu), z uwagi na fakt., że zawilgocenie przekracza wielokrotnie I stopień zawilgocenia – zgodnie z pokazaną tabelą, a dla przyjęcia prawidłowych rozwiązań materiałowych dla wykonania hydroizolacji należy przyjąć wględnie niekorzystnie występujące zjawiska.

Zarówno wyniki pomiarów, jak i wygląd ścian (odpadające powłoki malarskie oraz tynki) wskazują, że są one bardzo zawilgocone i zasolone..

Na ścianach nie stwierdzono porażenia murów i tynków przez grzyby pleśniowe.

Wilgotność sorbcyjna cegły pełnej w temperaturze pokojowej nie powinna przekraczać 4% objętościowo.

Stopień zawilgocenia murów - tabela

Stopień	Wilgotność masowa (%)	Mur
I	0,3	o dopuszczalnej wilgotności
II	3-5	o podwyższonej wilgotności
III	5-8	średnio zawilgocony
IV	8-12	mocno zwilgocony
V	> 12	mokry

#### Niszczenie murów przez wodę i czynniki atmosferyczne

Mury ceglane są niszczone przez wody opadowe (deszcz, śnieg, grad) i gruntowe, a także skondensowaną w ich wnętrzu parę wodną. Każde z wymienionych „rodzajów wody” może także zawierać składniki agresywne (sole i kwasy).

Do szczególnie zanieczyszczonych należą wody gruntowe oraz śnieg i mgła (szczególnie w pobliżu ośrodków przemysłowych).

Woda zawarta w murach ceglanych powoduje ich niszczenie chemiczne, fizyczne i biologiczne

Podkreślić należy, że czynniki chemiczne i biologiczne nie wywołują procesów destrukcyjnych w murach suchych, dlatego tak ważnym jest osuszenie murów nadmiernie zawilgoconych (jest to zazwyczaj proces długotrwały i kosztowny).

Niszczące działanie wody na składniki materiałów murów jest spowodowane ich rozpuszczaniem, pęcznieniem, wymywaniem, a także rozkładem chemicznym i fizycznym

Znajdujące się w wodzie zawartej w murach kwasy: węglowy (słaby), oraz solny, azotowy i siarkowy (mocne), powstają wskutek rozpuszczania się w niej, zawartego w powietrzu, dwutlenku węgla oraz innych gazów je zanieczyszczających (głównie tlenków siarki i azotu, chlorowodoru i fluorowodoru) działają destrukcyjnie na mury ceglane.

W przypadku kwasów solnego i azotowego jest to destrukcja natychmiastowa, polegająca na rozkładaniu węglanów znajdujących się na powierzchni muru, a następnie niszczeniu coraz głębszych jego warstw. Ponieważ kwasy te działają wyłącznie w środowisku wodnym, to rozmiary destrukcji muru zależą od ich



stężenia i częstotliwości oddziaływania, które są prostą konsekwencją częstotliwości i długości okresów występowania zawilgocenia murów.

Obecność kwasu węglowego sprzyja tworzeniu się nawarstwień węglanowych. Wydawać by się mogło, że proces ten wpływa na zwiększenie trwałości i wytrzymałości muru a tym samym jego odporności na czynniki mechaniczne. Jednak powstawanie tych nawarstwień ma ścisły związek z osłabieniem wytrzymałości wewnętrznych partii muru wskutek migracji węglanu wapnia (w formie kwaśnego węglanu) ze strefy zawilgocenia do porów powierzchniowych. Z upływem czasu następuje więc coraz większe osłabienie partii wewnętrznych zapraw, a także cegieł (jeśli występuje w nich węglan wapnia – w postaci margla) i coraz większe uszczelnienie powierzchni murów

W efekcie końcowym, na skutek: krystalizacji soli rozpuszczonych w wodzie pod nawarstwieniami, zamarzania wody uwięzionej w warstwach wewnętrznych w konsekwencji uszczelnienia powierzchni muru, naprężeń ścinających między nawarstwieniami a murem, spowodowanych różnymi współczynnikami rozszerzalności cieplnej, obserwuje się pękanie i złuszczenie się warstw powierzchniowych (nawarstwień), oraz odsłanianie zniszczonych wewnętrznych partii muru

W przypadku działania kwasu siarkowego proces powstawania nawarstwień na powierzchni muru zachodzi szczególnie łatwo, ponieważ przemianie węglanu wapnia w siarczan wapnia (gips) towarzyszy około dwukrotne zwiększenie jego objętości

## V. Ocena zasolenia ścian budynku

### Wyniki badań zawartości szkodliwych soli:

W celu uzyskania dokładnych danych potrzebnych do doboru optymalnej metody zabezpieczeń przeciwwilgociowych i rozwiązań materiałowych oparto się na badaniach zawartości soli w murze wykonanych w roku 2014 na 21 próbkach, na zlecenie Pracowni Projektowej KODA Piotr Koda przez laboratorium firmy Schomburg na podstawie wytycznych WTA 2-9-04 Sanierputzsysteme

Wyniki przedstawiały się następująco i założono, że są one miarodajne dla całego obiektu.

Miejsce pobrania próbek oznaczono w dokumentacji graficznej.

Numer próbki	Szkodliwe sole budowlane w%		
	Azotany	Siarczany	Chlorki
Próbka nr 1	0,10	0,25	0,04
Próbka nr 2	0,01	0,54	0,2
Próbka nr 3	0,01	0,39	0,25
Próbka nr 4	0,01	0,38	0,45
Próbka nr 5	0,10	0,18	0,08

Próbka nr 6	0,04	4,02	0,14
Próbka nr 7	0,02	0,17	0,66
Próbka nr 8	0,05	4,45	0,33
Próbka nr 9	0,01	0,27	0,49
Próbka nr 10	0,10	0,56	4,39
Próbka nr 11	0,09	1,52	2,14
Próbka nr 12	0,03	0,27	0,38
Próbka nr 13	0,14	0,63	1,96
Próbka nr 14	0,11	2,42	3,49
Próbka nr 15	0,02	0,31	0,18
Próbka nr 16	0,01	0,23	0,04
Próbka nr 17	0,012	0,24	0,08
Próbka nr 18	0,10	0,35	1,32
Próbka nr 19	0,02	0,27	0,13
Próbka nr 20	3,50	0,39	2,98
Próbka nr 21	3,50	0,71	7,46
Próbka nr 22	0,01	0,18	0,05
Próbka nr 23	3,50	0,19	2,77
Próbka nr 24	0,04	0,24	0,68
Próbka nr 25	0,08	0,24	3,92
Próbka nr 26	0,04	0,22	1,8

Klasyfikację stopni zasolenia murów ceglanych zawiera następująca tabela:

Rodzaj soli	Zawartość masowa soli (%)		
Chlorki	<0,2	0,2 - 0,5	>0,5
Azotany	<0,1	0,1 - 0,3	>0,3
Siarczany	<0,5	0,5 – 0,2	>1,5
Stopień zasolenia	niski	średni	wysoki

Przeprowadzone oznaczenia zawartości szkodliwych soli w murach przyziemia wykazują ich wysoki stopień zasolenia.

Jony azotanowe występują w ilościach zmiennych tj. w ilościach od 0,01%.do 3,50% świadczą o wysokim poziomie ich zawartości w murze

Chlorki w ilościach od 0,04 do 7,46% świadczą o wysokim poziomie ich zawartości w murze

Siarczany, najbardziej agresywne dla murów wykazują bardzo wysoki i średni stopień zasolenia, gdzie ich poziom zawartości w murze mieści się w granicach od 0,18% do 4,02% (mur mokry)

Z uwagi na bardzo niebezpieczne działanie na mur i tynki siarczanów – problem ten uwzględniony zostanie przy doborze materiałów.

### Niszczenie murów przez sole

Rozpuszczalne w wodzie sole niszczą zabytkowe mury ceglane głównie w rezultacie ich krystalizacji i powiększania się kryształów. Sole silnych kwasów i słabych zasad mogą je także niszczyć na drodze chemicznej (np. chlorek, siarczan i azotan amonu, wapnia, żelaza i inne), ponieważ w wyniku ich hydrolizy tworzą się kwasy: solny, siarkowy, azotowy, których niszczące działanie na mury zostało opisane wyżej.

Głównymi źródłami zasolenia murów są: woda gruntowa, sól wykorzystywana w okresie zimowym do posypywania nawierzchni, zanieczyszczenia przemysłowe, nawozy sztuczne oraz zachodzące w murach procesy chemiczne. Rozpuszczone w wodzie sole przemieszczają się wraz z roztworem z głębszych warstw muru do jego obszarów przypowierzchniowych, gdzie wskutek odparowania wody ulegają krystalizacji, osadzając się na powierzchni muru bądź w jego porach przypowierzchniowych.

Największe skupiska soli tworzą się tam, gdzie odparowywanie wody jest najbardziej intensywne, dlatego też takie części muru są najbardziej narażone na zniszczenie.

Zależnie od właściwości i struktury muru, rodzajów soli i ich stężenia, a także warunków wysychania (temperatury i wilgotności) sole mogą tworzyć plamy, zacieki, wykwyty, a także matowe i szkliste nawarstwienia o różnej strukturze i właściwościach.

Krystalizacja soli występuje głównie w przypowierzchniowych porach i szczelinach murów, gdzie stężenie roztworów soli jest największe. Ciśnienie krystalizacyjne jest wystarczająco duże, aby przy powtarzających się cyklach rozpuszczania soli i jej krystalizacji doprowadzić stopniowo do zniszczenia tych części muru.

Bardzo niebezpieczne dla murów są łatwo rozpuszczalne w wodzie siarczany sodu i magnezu oraz węglan sodu. Zwiększanie się stopnia uwodnienia wypełniających pory i szczeliny muru bezwodnych postaci tych soli lub ich hydratów o niskim stopniu uwodnienia skutkuje znacznym zwiększeniem ich objętości. Należy zaznaczyć, że ciśnienie hydratacyjne wywierane na ścianki porów materiału muru może osiągać tak znaczne wartości, że przy powtarzającym się (kilkakrotnym) procesie hydratacji i dehydratacji soli może ono doprowadzić do całkowitego zniszczenia jego struktury wewnętrznej.

Znajdujące się w murze sole (zarówno w postaci roztworów, jak i kryształów) zmieniają też jego efektywną przewodność cieplną, co należy uwzględnić przy obliczaniu strat ciepła z pomieszczeń budynków zabytkowych.

## **VI. Analiza techniczna występujących zjawisk:**

Analiza wyników procentowego zawilgocenia ścian wykazuje, że ściany budynku są mokre.

Zawilgocenie to spowodowane jest zarówno podciąganiem kapilarnym wody, napływem wody opadowej przez ściany budynku w związku z brakiem izolacji pionowej obiektu oraz zawilgoceniem od gruntu zalegającego pod posadzką parteru.

Wysoki odczyt zawilgocenia wskazuje, że przyczyny zawilgocenia są spowodowane:

- a) Brakiem izolacji pionowej i poziomej budynku
- b) Zasoleniem ścian

W literaturze naukowej podaje się, że za zawilgocenie murów odpowiedzialne jest wyłącznie kapilarne podciąganie wody z gruntu, jednak problem ten jest bardziej skomplikowany i na summaryczny jego efekt składają się oprócz kapilarnego podciągania wody takie zjawiska jak: kondensacja pary wodnej na zimnych elementach budowli oraz higroskopijność soli rozpuszczonych w wodzie znajdującej się w murach. Na zawilgocenie murów mają też wpływ: brak lub nieprawidłowo wykonana izolacja termiczna oraz obecność w murach pleśni i grzybów.

## **VIII. Ocena wentylacji**

Pomiary wilgotności powietrza i wysokość temperatury przeprowadzono przy pomocy aparatu „Termo-higrometr model AB 8860”

Wyniki wykazały że przy temperaturze w poszczególnych pomieszczeniach wynoszącej 23 st.C poziom wilgotności względnej wynosił od 48,0 % do 68,0%.

W związku z powyższym należy stwierdzić, że wilgotność powietrza mieści się w granicach normy dla pomieszczeń mieszkalnych.

## **IX Ocena zagrzybienia budynku**

W budynku nie rozpoznano grzybów pleśniowych z klasy workowców (Ascomycetes) oraz pleśniaków (Phycomyces), jednak z uwagi na możliwość ich wystąpienia w trwających warunkach klimatycznych określono zagrożenia jakie niesie ze sobą ich rozwój:

workowce zaliczane są do grzybów wyższych o komórkowej budowie. Grzybnia, w postaci mniej lub bardziej obfitych nalotów zbudowana jest ze strzępków, składających się z wydłużonych komórek ułożonych łańcuchowo. Początkowo zazwyczaj biała grzybnia przybiera z czasem zabarwienie np. zielone, brązowe, czarne itp. zależnie od gatunku grzyba. Grzyby niedoskonałe rozmnażają się tylko poprzez wytwarzanie zarodników na drodze konidialnej, nie wytwarzając specjalnych ciał owocowania.

Pleśniaki, zwane również glonowcami zaliczane są do grzybów niższych. Posiadają bardziej prostą komórkową budowę. Grzybnia składa się z wydłużonych, cienkich strzępków, bez poprzecznych błon, tworząc jednak

wielojądrową, rozgałęzioną komórkę. Rozmnażanie – poprzez wytwarzanie zarodników w zarodniach lub na trzonkach konidialnych, względnie przez tworzenia zarodników w strzępkach grzybni (zarodniki przetrwalnikowe)

W występowaniu saprofitycznych (rozkładających martwą materię organiczną) gatunków pleśni w materiałach budowlanych decyduje następujący zespół czynników:

obecność pożywki - pożywkę stanowią wszelkiego rodzaju materiały pochodzenia roślinnego (nawet w minimalnych ilościach), jak: drewno, materiały drewnopochodne, płyty trzcinowe, paździerzowe, tapety, tkaniny, niektóre kleje np. roślinne lub zwierzęce oraz ich dodatki do farb, farby klejowe itp. Źródłem ich pokarmu może być również osiadający pył pochodzenia organicznego lub lotne substancje, stanowiące dla nich pokarm, a osadzające się na ścianach i sufitach.

wilgotność podłoża – rozwijają się wyłącznie przy bardzo wysokiej wilgotności podłoża. Z chwilą przeschnięcia podłoża – zamierają.

Temperatura – optimum w zakresie temperatury waha się w szerokich granicach w zależności od gatunku. Gatunki występujące w materiałach budowlanych najchętniej rozwijają się w temperaturze ok. 30 °C.

Tlen - dla rozwoju potrzebne są niewielkie ilości tlenu z powietrza.

Światło – pleśnie mogą rozwijać się w ciemności i przy świetle. Jedynie silne nasłonecznienie działa hamująco, ponieważ doprowadza do niekorzystnego osuszania podłoża

Przewiew – przewiew działa hamująco na rozwój, głównie wskutek osuszania podłoża

Grzyby pleśniowe rozwijają się bardzo intensywnie w narożnikach pomieszczeń, zgodnie z przebiegającymi w pomieszczeniu izotermami, z uwagi na fakt, że w miejscach tych jest chłodniej niż w ich sąsiedztwie. Gdy temperatura ściany jest zwykle niższa od temperatury powietrza w pomieszczeniu, powstaje tzw. punkt rosy, a wsiąkająca w ścianę woda stanowi żyzne i ciepłe podłoże dla ich rozwoju.

Grzyby mają zdolność rozwoju na powłokach zawilgoconych ścian, z czym wiąże się obniżenie estetyki wewnątrz. Rozwijając się na dużych płaszczyznach obniżają zdrowotność pomieszczeń (pobieranie tlenu, wydzielanie dwutlenku węgla, wysiewanie znacznych ilości zarodników zanieczyszczających powietrze, wydzielanie przykrego zapachu itp.)

## **X . Wnioski**

- 1 Budynek jest bardzo silnie zawilgocony. Przyczyny zawilgocenia wymienione zostały w pkt. VI
3. Ściany budynku są bardzo silnie zasolone
- 4 Ściany zewnętrzne nie posiadają izolacji przeciwwilgociowej pionowej
5. Budynek nie posiada wykonanej poziomej izolacji przeciwwilgociowej

## **XI . Zalecenia**

1. Wykonać izolację poziomą wszystkich ścian parteru zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych w poziomie posadzki dwustronnie – dla ścian o gr. większej niż

- 60 cm i jednostronnie dla ścian o gr. mniejszej niż 60 cm ( wewnątrz pomieszczeń – nawicerty wykonać nad cokolikami)
2. Wykonać skucie odspojonych i łuszczących się tynków w pomieszczeniach i wykonać nowe – renowacyjne, a następnie pomalować farbami krzemianowymi, dyfuzyjnymi np. Tagosil (**nie stosować materiałów z dodatkiem gipsu**)
  3. W piwnicy wykonać izolację poziomą ścian fundamentowych dwustronnie w poziomie posadzki
  4. Z uwagi na zabytkowy charakter obiektu nie należy wykonywać izolacji pionowych wewnątrz tych pomieszczeń, a jedynie, jeżeli zajdzie potrzeba – dokonać naprawy poszczególnych cegieł i spoin.
  5. pomieszczenia piwniczne odkopać i wykonać izolację pionową preparatem CombifleX C2 od zewnątrz
  6. Z uwagi na stosowane systemowe materiały firmy Schomburg proponuje się przyjęcie tej technologii w projekcie budowlanym na wykonanie hydroizolacji pionowej i poziomej ścian budynku .

## **Metoda Schomburga**

### Przepona pozioma – metoda ciśnieniowa

Ściany zewnętrzne budynku należy odkopać na głębokość 30 cm.

W murze wywiercić otwory w jednym lub dwu rzędach otwory o średnicy 30 mm. Maksymalna odległość pomiędzy otworami powinna wynosić 15 cm. , a ich kąt nachylenia  $30^{\circ}$  –  $45^{\circ}$ .

Otwory powinny kończyć się 5 cm przed licem muru. Zaleca się dodatkowo, aby otwory przechodziły przez co najmniej jedną, a w grubych murach co najmniej przez dwie spoiny poziome. Po starannym przedmuchaniu otworów sprężonym powietrzem należy wlać nie rozcieńczony **Aguafin-F** Preparat działa dwukierunkowo. Wchodzi w reakcję z wolnymi jonami wapnia przekształcając je w związki nierozpuszczalne, zasklepiające kapilary, oraz powoduje hydrofobizację muru.

Puste przestrzenie , rysy i wykruszone spoiny przed rozpoczęciem wiercenia wypełnić należy –produktem **ASCORET-BM**.

Nasycanie muru powinno trwać co najmniej 24 godziny. Po zakończeniu prac otwory należy wypełnić produktem **ASCORET – BM**.

Technologię w/w należy zastosować do wszystkich ścian wewnętrznych wierząc otwory iniekcyjne w poziomie posadzki.

### Izolacja pionowa od zewnątrz

Po wykonaniu przepony poziomej podłoże należy wyrównać zaprawą cementową z dodatkiem preparatu **ASOPLAST – MZ**. Zewnętrzną izolację pionową należy wykonać preparatem **COMBIFLEX -C2**. Przed zasypaniem wykopów wskazane jest osłonięcie powłoki izolacyjnej styropianowymi płytami ochronnymi.

### Wykonanie tynków renowacyjnych wewnątrz pomieszczeń

Zawilgocone i zasolone tynki należy skuć, wraz z usunięciem zasolonej zaprawy ze spoin na głębokość 2 cm.

Szkodliwe sole należy zneutralizować wodnym roztworem preparatu **ESCO-FLUAT**, a następnie (zabezpieczająco i profilaktycznie) dla zlikwidowania grzybów pleśniowych mur należy nasączyć preparatem **RENOGAL**.

Następnie należy wykonać warstwę szepną z zaprawy cementowej z dodatkiem preparatu **ASOPLAST – MZ**. Obrzutka powinna pokrywać powierzchnię ściany maksymalnie w 50%.

Większe nierówności należy wypełnić tynkiem podkładowym **THERMOPLAL – GP11** lub zaprawą wapienno-cementową z dodatkiem preparatu napowietrzającego **THERMOPAL-P**

Na tak wykonane podłoże należy położyć tynk renowacyjny **THERMOPAL – SR22** lub **THERMOPAL – SR44** o grubości 2 cm

Do szpachlowania szorstkich, gruboziarnistych powierzchni tynków zaleca się stosowanie szpachli **THERMOPAL-FS33**.

Gruntowanie oraz malowanie należy wykonać farbami krzemianowymi, dyfuzyjnymi **TAGOSIL** lub silikonowymi **TAGOCON**

**Proponowane prace remontowe należy bezwzględnie przeprowadzić w terminie możliwie krótkim.**

**Dalsze trwanie wysokiego zawilgocenia ścian obiektu, przy wysokim zasoleniu siarczanami spowoduje całkowite zniszczenie muru.**

**Bezwzględnie nie należy stosować materiałów z dodatkiem gipsu.**