

**BUDYNEK KOMENDY
POWIATOWEJ POLICJI W RAWICZU -
BADANIE WILGOTNOŚCI MASOWEJ ORAZ
STOPNIA ZASOLENIA
MATERIAŁÓW MINERALNYCH**

Autor ekspertyzy:
dr Aleksandra Gralińska-Grubecka
Dyplomowany konserwator zabytków kamiennych
Matejki 65/88, 87-100 Toruń, tel. 508333496
Nr dypl. 2556/2004/UMK

Zlecenie:
ESBUD Sp.c.
Elżbieta Kowalczyk, Sebastian Dubicki
ul. Słoneczna 14
63-900 Rawicz
NIP 699-191-07-68

Toruń, styczeń 2014

BADANIE WILGOTNOŚCI MASOWEJ ORAZ STOPNIA ZASOLENIA MATERIAŁÓW MINERALNYCH

Badaniu zawilgocenia oraz zawartości soli rozpuszczalnych w wodzie poddano 9 próbek materiałów mineralnych, pobranych z budynku Komendy Powiatowej Policji w Rawiczu, ul. Sienkiewicza 23. Próbkę o numerach 1-6 pobrano ze ściany zewnętrznej dawnej kotłowni, próbkę nr 7 ze ściany wewnętrznej przy drzwiach do kotłowni, próbki nr 8 i 9 z elewacji - narożnika zewnętrznego budynku od podwórza, próbkę nr 10 z elewacji - narożnika wewnętrznego budynku od podwórza.

Próbka nr 1 stanowiła fragment wyprawy tynkarskiej wewnętrznej prawdopodobnie o spoiwie wapienno-cementowym, pobranej 20 cm nad izolacją poziomą I,

Próbka nr 3 stanowiła fragment zaprawy murarskiej pobranej na wysokości 30 cm nad izolacją poziomą I,

Próbka nr 4 stanowiła fragment cegły ceramicznej pełnej, pobranej na wysokości 30 cm nad izolacją poziomą,

Próbka nr 5 stanowiła fragment cegły ceramicznej pełnej, pobranej na wysokości 120 cm nad izolacją poziomą I, bezpośrednio pod izolacją II,

Próbka nr 6 stanowiła fragment cegły ceramicznej pełnej, pobranej na wysokości 140 cm nad izolacją I, bezpośrednio nad izolacją II,

Próbka nr 7 stanowiła fragment cegły ceramicznej pełnej, pobranej na wysokości 30 cm powyżej posadzki w kotłowni,

Próbka nr 8 stanowiła fragment wyprawy tynkarskiej zewnętrznej prawdopodobnie o spoiwie wapienno-cementowym, pobranej na wysokości 50 cm powyżej poziomu terenu, powyżej izolacji poziomej II,

Próbka nr 9 stanowiła fragment cegły ceramicznej pełnej, pobranej na wysokości 40 cm powyżej poziomu terenu, powyżej izolacji poziomej II,

Próbka nr 10 stanowiła fragment wyprawy tynkarskiej zewnętrznej prawdopodobnie o spoiwie wapienno-cementowym, pobranej na wysokości 170 cm powyżej poziomu terenu przy murze spustowej.

BADANIE WILGOTNOŚCI MASOWEJ MATERIAŁÓW MINERALNYCH

I Metodyka badań

W dniu 7.01.2014 r. przeprowadzono wizję lokalną murów budynku Komendy Powiatowej Policji w Rawiczu, ul. Sienkiewicza 23. Stwierdzono występowanie zawilgocenia oraz wykwitów solnych. W celu oznaczenia stopnia zawilgocenia materiałów w 8 reprezentatywnych miejscach pobrano fragmenty materiałów: wyprawy tynkarskiej, cegły oraz zaprawy murarskiej na których wykonano oznaczenie wilgotności rzeczywistej metodą suszarkowo-wagową. Metoda suszarkowo-wagowa jest metodą podstawową, najbardziej dokładną i wiarygodną. Próbkę pobrano ręcznie, część za pomocą dłuta, część za pomocą dornika rurowego, a następnie umieszczono w hermetycznych pojemnikach. W kolejnym etapie w laboratorium próbki wysuszono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105°C do stałej masy. Wilgotność masową obliczono w odniesieniu do masy materiału suchego.

II Wyniki badań

Tabela 1. Zestawienie wilgotności masowej materiału mineralnego oznaczonej metodą suszarkowo-wagową

Numer próbki	Materiał	Wilgotność masowa oznaczona metodą suszarkowo-wagową [%]
3.	zaprawa murarska	16,807
4.	cegła	8,363
5.	cegła	4,211
6.	cegła	1,980
7.	cegła	5,187
8.	wyprawa tynkarska	1,566
9.	cegła	4,133
10.	wyprawa tynkarska	1,668

III Przyjęte kryteria oceny

Do oceny stopnia zawilgocenia ceglanych murów budynku przyjęto powszechnie stosowane zakresy wilgotności – Tabela 2.

Tablica 2. Stopnie zawilgocenia murów w zależności od wartości wilgotności masowej

Stopień	Wilgotność masowa U_m [%]	Klasyfikacja zawilgocenia
I	0-3	ściany o dopuszczalnej wilgotności
II	3-5	ściany o podwyższonej wilgotności
III	5-8	ściany średnio zawilgocone
IV	8-12	ściany mocno zawilgocone
V	>12	ściany mokre

III Ocena wyników badań

Wilgotność masową poddanych badaniu tynków, cegły oraz zaprawy murarskiej należy ocenić jako bardzo zróżnicowaną. Próbkę cegły nr 4 cechuje mocne zawilgocenie, próbkę zaprawy murarskiej nr 3 należy określić jako mokrą, próbkę cegły nr 7 jako średnio zawilgoconą, próbki cegły nr 5 i 9 reprezentują ściany o podwyższonej wilgotności, natomiast próbka cegły nr 6 oraz próbki wyprawy nr 8 i 10 reprezentują ściany o dopuszczalnej wilgotności.

ANALIZA ILOŚCIOWA ORAZ JAKOŚCIOWA SOLI ROZPUSTCZALNYCH W WODZIE

Analizie poddano 9 próbek materiałów mineralnych. Dokładne miejsca pobrania wszystkich próbek oznaczono na dołączonym do dokumentacji rysunku inwentaryzacyjnym.

I Metodyka badawcza

Po odpowiednim przygotowaniu próbek (rozdrobieniu w moździerzu, przesianiu przez sito, wysuszeniu do stałej masy w temperaturze 60°C) i wykonaniu ekstraktów wodnych oznaczono zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie metodą konduktometryczną, polegającą na pomiarze przewodnictwa elektrolitycznego. Do zlewek o pojemności 50 cm³ wiano 40 cm³ badanych roztworów i wykonano pomiar przewodnictwa elektrolitycznego w temperaturze 25°C przy pomocy konduktometru. Obliczono ilość soli zawartą w 100 cm³ wodnych ekstraktów, a następnie procentową zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie w stosunku do masy próbek. Analizę ilościową najbardziej niebezpiecznych anionów **chlorkowych**, **siarczanowych** i **azotanowych**, jak również kationów **amonowych**, **wapniowych** oraz **magnezowych** wykonano metodami kolorymetrycznymi i miareczkowymi przy użyciu testów pomiarowych firm: MERCK® oraz MACHEREY-NAGEL® GmGH & Co. KG. Identyfikację kationów **sodowych** wykonano metodą mikrochemiczną. W przypadku bardzo niskiego stopnia zasolenia poprzestano na ogólnej ilościowej ocenie zawartości soli bez precyzyjnego określania ilości poszczególnych jonów.

II Wyniki badań

Tabela 3 przedstawia wyniki analizy ilościowej soli rozpuszczalnych w wodzie w badanych ekstraktach.

Numer i rodzaj próbek			Zawartość badanych jonów w ekstrakcie wodnym [mg/l]				Procentowa zawartość badanych jonów w stosunku do masy próbki			
10	9	8	7	6	5	4	3	1		
wyprawa tynkarska	cegła	wyprawa tynkarska	cegła zanieczyszczona zaprawą	cegła zanieczyszczona zaprawą	cegła zanieczyszczona zaprawą	cegła zanieczyszczona zaprawą	zaprawa murarska	wyprawa tynkarska	Masa próbki [g]	
4,745	3,592	5,059	4,945	5,291	5,358	3,882	4,151	4,287		
7,7	6,8	7,0	7,2	7,7	9,6	7,9	9,0	7,2	PH	
0,335	1,240	0,562	0,077	0,317	0,417	0,109	1,298	0,171	Przewodnictwo właściwe ekstraktu (mS/cm)	
0,41	2,02	0,65	0,09	0,35	0,46	0,16	1,83	0,23	Zawartość soli [%]	
5	30	70	-	-	15	-	20	-	Jony chlorkowe	
140	560	100	-	-	100	-	390	-	Jony siarczanowe	
10	50	70	-	-	40	-	55	-	Jony azotanowe	
-	0	3	-	-	0,5	-	0,7	-	Jony amonowe	
-	100	50	-	-	70	-	300	-	Jony wapniowe	
-	6,02	3,89	-	-	3,89	-	9,72	-	Jony magnezowe	
0,01	0,08	0,14	-	-	0,03	-	0,05	-	Jony chlorkowe	
0,30	1,56	0,20	-	-	0,19	-	0,94	-	Jony siarczanowe	
0,02	0,14	0,14	-	-	0,07	-	0,13	-	Jony azotanowe	
-	0	0,0059	-	-	0,0009	-	0,0017	-	Jony amonowe	
-	0,28	0,10	-	-	0,13	-	0,72	-	Jony wapniowe	
-	0,02	0,01	-	-	0,01	-	0,02	-	Jony magnezowe	
Nieliczne kryształki	Liczne kryształki	Nieliczne kryształki	-	-	Nieliczne kryształki	-	Liczne kryształki	-	Jony sodowe	

III Przyjęte kryteria oceny

Do oceny stopnia zasolenia przyjęto powszechnie stosowane zakresy zawartości soli¹ - Tabela 4.

Tabela 4. Stopnie zasolenia murów ceglanych.

Rodzaj soli	Zawartość soli w % (masowo)		
Klasyfikacja stopnia zasolenia	Niski	Średni	Wysoki
Chlorki	< 0,2	0,2–0,5	> 0,5
Siarczany	< 0,5	0,5–1,5	> 1,5
Azotany	< 0,1	0,1–0,3	> 0,3

IV Ocena wyników badań

Na podstawie otrzymanych danych stopień zasolenia materiałów mineralnych w miejscach pobrania próbek należy uznać w przeważającej części za niski oraz średni. Spośród materiałów wyróżnia się próbka nr 9 o wysokiej zawartości siarczanów. W próbkach nr: 1, 4, 6 i 7 łączna procentowa zawartość soli była niska (poniżej 0,35%). W związku z niskim stopniem zasolenia tych próbek zrezygnowano z ich szczegółowej analizy określającej zawartość poszczególnych anionów i kationów.

Omawiając ilość anionów chlorkowych należy zauważyć, że we wszystkich badanych próbkach była ona niska (w granicach od najniższej w wysokości 0,01% dla próbki nr 10 do najwyższej, wynoszącej 0,14% dla próbki nr 8). Zawartość siarczanów plasowała się na niskim, średnim i wysokim poziomie zasolenia, w przypadku próbek nr 5, 8 i 10 ich ilość była niska, w przypadku próbki nr 3 – średnia (w wysokości 0,94%) i w przypadku próbki nr 9 – wysoka, wynosząca 1,56%. Ilość azotanów w przypadku próbek nr 3, 8 i 9 należy ocenić jako średnią i w przypadku próbek nr 5 i 10 jako niską.

Podsumowując wyniki badania należy stwierdzić, że zdecydowaną większość próbek cechuje niski oraz średni stopień zasolenia. Należy podkreślić, że dla stanu zachowania murów budynku groźna jest nawet średnia ilość siarczanów i azotanów. Niszczące działanie soli ma

¹ Instrukcja WTA. Merkblatt 2-9-2004/D Sanierputzsysteme.

związek z ich higroskopijnością, a zwłaszcza krystalizacją, wiążącą się ze zwiększaniem objętości kryształów w maleńkich porach materiałów mineralnych. Ciśnienie krystalizacyjne jest bardzo duże i przy wielokrotnym cyklu rozpuszczania i krystalizacji powoduje powstanie pęcherzy, złuszczeń i w rezultacie dezintegrację materiału.

Siarczany mają zdolność krystalizowania ze zmienną ilością wody krystalizacyjnej. Siarczan(VI) sodu obecny m.in. w próbkach nr 3 i 9 w temperaturze powyżej 32,4°C krystalizuje w postaci bezwodnej, w temperaturze 24,3 - 32,4°C z siedmioma cząsteczkami wody ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 7 \text{ H}_2\text{O}$), natomiast poniżej 24,3°C może krystalizować przyłączając aż dziesięć cząsteczek wody ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10 \text{ H}_2\text{O}$). Azotan(V) wapnia obecny m.in. w próbkach nr 3, 8 i 9 może przyłączać 2, 3 lub 4 cząsteczki wody, zwykle jednak tworzy trwały hydrat czterowodny.

Zwiększanie uwodnienia omawianych soli związane jest z mającym negatywne skutki wzrostem objętości kryształów oraz ciśnienia wywieranego na pory kapilarne.

Autor opracowania:

Dr Aleksandra Gralińska-Grubecka
DYPLOMOWANY KONSERWATOR ZABYTKÓW
ul. Matejki 65/88, 87-100 Toruń
tel. 508 333 496
