

# Zastosowanie metody bezinwazyjnego zabezpieczenia i osuszenia murów jako przykład ochrony obiektu historycznego

Dr inż. Barbara Ksit, Politechnika Poznańska, Krzysztof Tabis, AQUAPOL

## 1. Wprowadzenie

Skuteczne przeciwdziałanie destrukcji murów w obiektach historycznych wiąże się z ochroną naszego dziedzictwa. Zabytek stanowi świadectwo minionej epoki, jego ochrona i zapewnienie skutecznej opieki leży w interesie całego społeczeństwa. Formy i sposób ochrony zabytków w Polsce określony jest prawnie. Zgodnie z ustawą z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami, opieka nad zabytkiem winna być sprawowana przez jego właściciela lub posiadacza, a polega w szczególności na zapewnieniu warunków:

- naukowego badania i dokumentacji zabytku;
- prowadzenia prac konserwatorskich, restauratorskich i robót budowlanych przy zabytku;
- **zabezpieczenia i utrzymania zabytku** oraz jego otoczenia w jak najlepszym stanie;
- korzystania z zabytku w sposób zapewniający trwałe zachowanie jego wartości;
- popularyzowaniu i upowszechnianiu wiedzy o zabytkach oraz ich znaczeniu dla historii i kultury [8].

Wielu właścicieli obiektów zabytkowych boryka się z problemami wilgoci występującej w elementach stykających się z gruntem.

## 2. Problem wilgoci w gruncie

Usuwanie zawilgocenia elementów budowlanych ściśle związane jest z przyczyną jego powstania. Dlatego tak ważna jest diagnostyka prac w remontowanych obiektach. Do jednego z najważniejszych źródeł wilgoci obciążających obiekty budowlane możemy zaliczyć wodę gruntową. Podział ze względu na warunki gruntowo-wodne wymaga zdefiniowania możliwych obciążeń wodą gruntową [3, 6]:

- wilgoć gruntowa,
- niespiętrzająca się woda infiltracyjna – woda przesączająca się, która nawet w czasie silnych opadów nie tworzy zastojów,
- spiętrzająca się woda infiltracyjna,
- woda wywierająca ciśnienie – woda gruntowa, której poziom występuje okresowo lub na stałe powyżej poziomu posadowienia fundamentu [2].

Wody znajdujące się w gruncie, które działają na podziemne części budynków, występują w postaci wody:

- błonkowej, stanowi ona otoczkę poszczególnych ziaren gruntu,
- kapilarnej – wypełnia pory między ziarnami gruntu w wyniku działania napięcia powierzchniowego [5].

Woda, która wnika w materiały, z jakich wykonano obiekt, powoduje nieodwracalne szkody, a transportowana kapilarnie może doprowadzić do zawilgocenia murów do wysokości

ok. 1,2 m, a w szczególnych sytuacjach wyżej (oddziaływanie pól elektrofizycznych).

Dodatkowym destrukcyjnym czynnikiem są sole rozpuszczalne w wodzie. Nośnikiem soli w materiałach budowlanych jest woda, a zniszczenia powstają na skutek procesów krystalizacji soli podczas jej odparowywania, a także uwodnienia.

**Tabela 1.** Poziomy zasolenia elementów budowlanych wg klasyfikacji WTA [9]

Rodzaj związków	Poziom niski [%]	Poziom średni [%]	Poziom wysoki [%]
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

## 3. Procedura postępowania

W ramach prac mających na celu usunięcie problemu zawilgocenia z obiektu budowlanego, należy przeprowadzić analizę techniczną budynku. Ocena stanu technicznego poszerzona o informacje środowiskowe stanowi punkt wyjściowy do przygotowania planu osuszania i renowacji budynku.

Procedurę postępowania opisuje szczegółowo austriacka norma Osuszanie murów – Diagnostyka budowlana i zasady planowania [7]. Według tej normy analiza obiektu powinna obejmować:

- inwentaryzację budynku i jego otoczenia (plan, informacje o materiale, z jakiego wykonano budynek, o czasie wykonania, informacje odnośnie poziomu wód gruntowych wokół obiektu oraz kierunku napływu wód, rozpoznanie przyczyn zawilgocenia itp.),
- badania diagnostyczne, badanie zawilgocenia oraz zasolenia ścian (ilościowe), badanie rodzaju występujących soli (jakościowe) (siarczany, chlorki, azotany), badanie różnicy pH pomiędzy murem a tynkiem, badanie kondensacji pary wodnej na powierzchni ściany oraz w rdzeniu muru i inne.

## 4. Badania wilgotności

Metody badań wilgotności materiałów różnicowane są najczęściej na takie, w których pomiar wartości odbywa się w sposób bezpośredni lub pośredni. W sposób przejrzyste usystematyzowane metody badawcze zostały przedstawione na rysunku 1. W budownictwie do badań wilgotnościowych stosuje się w rzeczywistości jedynie kilka metod. W praktyce zwykle stosowane są metody: karbidowa, znana też pod nazwą metody CM, elektrooporowa i dielektryczna oraz metoda laboratoryjna suszarkowo-wagowa i z zastosowaniem wagosuszarki in situ. Pozostałe metody mają raczej znaczenie bardziej teoretyczne niż praktyczne. Z przeprowadzonych analiz wyników badań wynika, że najbardziej wiarygodne parametry daje

tradycyjna metoda suszarkowo-wagowa oraz wago-suszarki in situ. Przewaga zastosowania metody wagosuszarki polega na tym, że nie musimy próbek dostarczać do laboratorium, a badania prowadzone są na placu budowy.

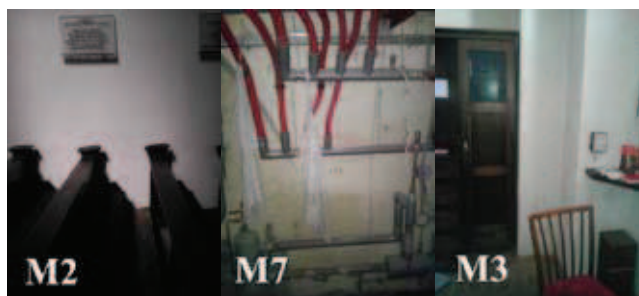
### 5. Analiza obiektu

Budynkiem poligonowym był obiekt zabytkowy, gotycki kościół z połowy XIII w., który po zniszczeniach wojennych odbudowano w latach 1961–1966. Badania diagnostyczne wykonano na obiekcie zgodnie z procedurą systemu osuszania podaną w indywidualnej instrukcji zastosowania objętej certyfikatem TÜV. Certyfikację przeprowadzono dla AQUAPOL Austria. Procedura diagnostyczna wykonana na obiekcie obejmowała poniższe badania.

1. Analizę stanu technicznego budynku pod względem zawilgocenia, opis funkcjonujących oraz wymaganych zabezpieczeń przeciwwilgociowych i systemu odprowadzania wód deszczowych.
  2. Badanie profili poziomych służące zdefiniowaniu nasilenia zjawiska poziomej penetracji wilgoci w murze, mającym kontakt boczny z gruntem.
  3. Badanie profili pionowych – w celu określenia stopnia zawilgocenia muru i zasięgu zjawiska podciągania kapilarnego. Badania stanu zawilgocenia murów na poszczególnych kondygnacjach wykonano metodą wagosuszarki in situ w wybranych profilach pomiarowych przy pomocniczym stosowaniu procedury ÖNORM B3355-1 [7].
  4. Badanie stanu wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach budynku, wyznaczanie punktu rosy przegród, sprawdzenie sprawności i rzeczywistej przepustowości istniejącej wentylacji grawitacyjnej w celu oszacowania ryzyka powstania zawilgocenia kondensacyjnego.
  5. Kompleksowe określenie źródeł wilgoci wpływających na stan ogólnego zawilgocenia obiektu oraz przyjęcia rozwiązań dla ich usunięcia i zastosowania właściwej metody renowacji.
  6. Badanie ilościowe i pół jakościowe soli.
  7. Badanie zjawisk elektrochemicznych pod kątem właściwego doboru materiałów.
    - a. Badanie potencjału elektrycznego dla poziomego i pionowego profilu muru i tynku,
    - b. Badanie pH muru i tynku.
  8. Badania przestrzeni (kawerny, mur szczelinowy) muru i ostion z wykorzystaniem endoskopu budowlanego.
- Do pomiarów początkowych–kontrolnych wybrano miejsca w niezakłóconym poprzez oddziaływanie innych obciążeń obszarach murów. Próbkę pobrano z głębokości 15 cm zlokalizowanych w układzie pionowym co 30 cm w obszarze występowania zawilgocenia. Do badań kontrolnych okresowych, zgodnie z paragrafem 5.3.1 ÖNORM B 3355-1. brano pod uwagę miejsca oraz pobrane próbki z pierwszego pomiaru. Próbkę pobierano przy użyciu wiertarki wolnoobrotowej z zachowaniem wymogu kontroli temperatury wiertła. Badania przeprowadzono w ścianach wewnętrznych i zewnętrznych, ceglanych z widocznymi wysoleniami. W murach wykonano 10 profili pomiarowych. Liczba próbek odpowiadała punktom pomiarowym i wyniosła 34.



Rys. 1. Podział metod badania wilgotności materiałów budowlanych [1]



Rys. 2. Przykładowe profile M2, M3, M4 wykonane na ścianach budynku (opracowanie firmy AQUAPOL)

Po wykonaniu badań w celu osuszenia i zabezpieczenia budynku wdrożono bezinwazyjny system AQUAPOL. Wyniki badań wilgotności opracowano w postaci protokołu, który zawierał: informacje dotyczące poboru próbek i badania, tabelę wyników, fotografie z zaznaczonymi miejscami badań. Badania powtarzano w trakcie trwania procesu osuszania czterokrotnie na przestrzeni czterech lat oraz kontrolnie po raz ostatni w roku 2013. Wyniki badań wskazują na średni spadek zawilgocenia od 5,17% (dla profilu zlokalizowanego w krypcie z nieizolowaną pionowo ścianą) do 75,07% (w profilu na ścianach zewnętrznych powyżej gruntu) w stosunku do wartości uzyskanych podczas badań początkowych. W celu zobrazowania działania metody przedstawiono odczyty wagosuszarki RADWAG WPS-30S w profilach M2, M3, M7 wyniki zestawiono w tabeli 2. Stopnie zasolenia muru wg instrukcji WTA [9] określa się procentowym udziałem masy soli w masie próbki.

**Tabela 2.** Wyniki pomiarów pierwotnego i kontrolnego (opracowanie firmy AQUAPOL)

Profil Mx	Wysokość pobierania próbki [CM]	Zawilgocenie pierwotne [%]	Zawilgocenie badanie kontrolne [%]	Różnica zawilgocenia [%]	Średnia różnica w profilu [%]
		4.02.2005	7.05.2013		
M2	30	10,40	2,01	-8,39	-75,07
	60	6,01	1,26	-4,75	
	90	4,93	1,00	-3,93	
	120	2,81	1,00	-1,81	
	150	1,00	1,00	0,00	
M3	30	14,73	5,25	-9,48	-63,74
	60	11,47	4,76	-6,71	
	90	12,32	5,01	-7,31	
	120	14,85	6,12	-8,73	
	150	10,68	4,39	-6,29	
	180	18,19	4,29	-13,90	
M7	50	14,55	20,67	6,12	-5,17
	100	7,84	10,30	2,46	
	150	9,67	1,65	-8,02	
	180	5,85	3,33	-2,52	

**Tabela 3.** Pomiar zawartości soli w profilu M3 (opracowanie firmy AQUAPOL)

Miejsce	Wysokość/głębokość pobierania próbki [cm]	Materiał próbki	Zawartość azotanów [%]	Zawartość chlorków [%]	Zawartość siarczanów [%]	PH materiału	Łączne zasolenie [%]
M3	30/1	tynek	0,050	0,000	0,800	8	0,850
M3	30/2	cegła	0,025	0,000	0,200	9	0,225

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono:

- zawartość azotanów – stan niski,
- zawartość chlorków – stan niski,
- zawartość siarczanów – stan średni.

Zestawienie przykładowych wyników przedstawiono w tabeli 3. W celu zniwelowania szkodliwego wpływu soli w murze zaproponowano **na ściany uszkodzone na skutek ich działania wyprawy z lekkich tynków wapiennych lub przy zwiększonym zasoleniu – tynków renowacyjnych.**

## 6. Podsumowanie

Ze względu na posiadaną wartość historyczną, artystyczną i naukową relikwie czasów minionych powinniśmy ochronić dla kolejnych pokoleń. Powyższy przykład prowadzi do wniosku, że bezinwazyjne metody osuszania są rozciągnięte w czasie (średni okres osuszania to 3 lata), ale dające dobre efekty. Niewątpliwym walorem metod bezinwazyjnych jest brak konieczności ingerowania mechanicznego lub chemicznego w strukturę murów. Należy jednak pamiętać, że sama metoda bezinwazyjna osuszania bez zastosowania odpowiedniej hydroizolacji pionowej elementów stykających się z gruntem nie poradzi sobie z problemem wilgoci i soli. Praktyka potwierdza również, że wszelkie prace dotyczące obiektów budowlanych, a szczególnie nacechowanych indywidualnym charakterem budynków zabytkowych winny być prowadzone w oparciu o badania diagnostyczne, których wyniki pozwalają na dobór

optymalnych technologii i materiałów. Utrzymywanie się wilgoci w elementach budowlanych może stać się przyczyną destrukcji wytrzymałościowej, biologicznej, obniżenia nośności i trwałości muru, pogorszenia parametrów termicznych budynku oraz pogorszenia warunków zdrowotnych.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Adamowski J., Matkowski Z., Uszkodzenia budynków spowodowane wodami powodziowymi Izolacje 06.05.2014
- [2] Ksit B., Monczyński B., Zabezpieczenie elementów budynku znajdujących się w gruncie. Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne, Verlag Daschofer Sp. z o.o., 2011
- [3] Ksit B., Monczyński B., Renowacja zawilgoconych budynków. Osuszanie przegród budowlanych oraz usuwanie szkód spowodowanych nadmiernym zawilgoceniem, Builder 06.2014
- [4] Tabiś K., Diagnostyka budynków jako podstawa planu renowacji obiektów, skrypt dla audytorów energetycznych K. Kurtz, D. Gawin PWSBiA, Warszawa 2007
- [5] Trochonowicz M., Wilgoć w obiektach budowlanych. Problematyka badań wilgotnościowych, Budownictwo i Architektura 7 (2010) 131–144
- [6] Deutsche Bauchemie e.V., Richtlinien für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile, 2. Ausgabe, 2010
- [7] Norma ÖNORM B 3355-1 Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk. Bauwerksdiagnostik und Planungsgrundlagen, 15.01.2011
- [8] Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568. Ustawa z dnia 23 lipca 2003 o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami
- [9] Wytyczne WTA 4-11-02 Messung der Feuchte von mineralischem Baustoffen