

JERZY HOŁA^{*}, ZYGMUNT MATKOWSKI^{**}, ANNA HOŁA^{***}

OCENA STANU WILGOTNOŚCIOWEGO MURÓW I SKLEPIEŃ PO AKCJI GAŚNICZEJ W ZABYTKOWYM KOŚCIELE P.W. ŚW. KATARZYNY W GDAŃSKU

A DIAGNOSTIC OF MOISTURE CONTENT IN WALLS AND CHURCH VAULTS AFTER THE FIRE - FIGHTING OPERATION IN THE HISTORIC ST. CATHERINE'S CHURCH IN GDAŃSK

Streszczenie

W artykule przedstawiono opis i wyniki pomiarów wilgotności murów i sklepień wykonanych rok po przeprowadzeniu akcji gaśniczej w zabytkowym kościele Św. Katarzyny w Gdańsku. Badania wykonano przy zastosowaniu tradycyjnych metod grawimetrycznych i metod nieniszczących. Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań próbowano odpowiedzieć na pytanie, w jakim stopniu stan wilgotnościowy murów i sklepień jest efektem kapilarnego podciągania wody z gruntu w przeszłości, a w jakim – wynikiem prowadzonej akcji gaśniczej.

Słowa kluczowe: kościół, pożar, wilgotność murów, pomiary

Abstract

The paper presents the description and results of moisture measurements taken in walls, pillars and vaults of St. Catherine's Church in Gdansk about one year after extinguishing the fire of the church burning roof. The testing was carried out by means of traditional gravimetric method and a non-destructive method. Graphs of moisture distribution on wall thickness and height as well as pillars and ceramic vaults have been included. On the basis of the analysis of the obtained test results an attempt has been made at answering the question whether the dampness of walls and pillars was caused by capillary water rise from the ground that took place in the past or whether and to what extent by water used during the fire-fighting operation.

Keywords: church, fire, walls moisture, measurements

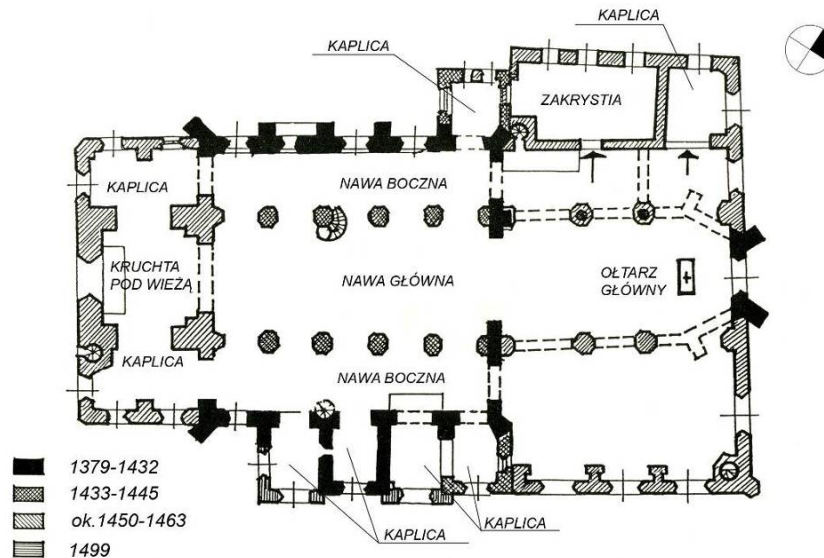
* Prof. dr hab. inż. - Politechnika Wroclawska

** Dr inż. - Politechnika Wroclawska

*** Mgr inż. arch. - KWADRAT Pracownia Architektury i Obsługi Inwestycyjnej

1. Wprowadzenie

Kościół pod wezwaniem Św. Katarzyny jest jednym z najważniejszych i najciekawszych obiektów sakralnych w Gdańsku. Początek jego budowy datuje się na XIV wiek. Zasadniczo w budowie kościoła wyróżnić można trzy etapy obejmujące lata: 1379 do 1432, 1433-45 i 1450-63 [2]. Obecnie bryła kościoła tylko w niewielkim stopniu odbiega od tej z 1499 roku.



Rys. 1. Szkic przyziemia kościoła Św. Katarzyny w Gdańsku [2]

Fig. 1. Sketch of the ground floor of St. Catherine church In Gdańsk.

Kościół jest obiektem halowym, niepodpiwniczonym, o rzucie zbliżonym do prostokąta, z nawą główną i dwiema nawami bocznymi o tej samej wysokości. Do jednej z naw bocznych przylegają cztery kaplice, a do drugiej dwie kaplice oraz zakrystia. Do nawy głównej od strony zachodniej przylega wysoka wieża i dwie kaplice boczne. Szkic przyziemia kościoła przedstawia rys. 1.

Mury w ścianach i filarach kościoła wykonane są z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej. Ściany mają grub. ok. 120 cm, a filary ok. 180 cm. Nawy pokryte są sklepieniami ceglanyymi różnych typów: gwiaździstymi, kryształowymi i krzyżowymi. Grubość sklepień wynosi 12 cm. Konstrukcja nośna dachu nad nawami, pochodząca z lat 50. ubiegłego wieku, wykonana została z kratownic drewnianych wspartych na ramach żelbetowych. Dach pokryto dachówką ceramiczną.

W przeszłości kościół kilkakrotnie ulegał zniszczeniom wojennym lub wskutek sił natury. Ostatnie zniszczenia wojenne miały miejsce w 1945 roku, po których obiekt został odbudowany w latach 50. ubiegłego wieku, natomiast w maju 2006 roku całkowitemu spaleni uległ dach kościoła. W czasie gaszenia pożaru ogromna ilość wody zalała sklepienia ceglane nad wszystkimi nawami oraz murowane ściany i filary, a także kamienną posadzkę. Po zakończeniu akcji gaśniczej pozbawiony dachu obiekt był jeszcze przez pewien okres czasu zawilgacany wodą pochodzącą z opadów atmosferycznych. Wskutek tego wymienione murowane elementy kościoła uległy bardzo silnemu zawilgoceniu.

Po pożarze przystąpiono do opracowywania zakresu prac remontowych, w tym również do osuszania kościoła. Pojawiły się wtedy pytania: w jakim stopniu zawilgocone są ceglane ściany i filary oraz sklepienia kościoła, na ile zawilgocenie to spowodowane zostało wodą użytą podczas akcji gaśniczej i pochodząca z opadów atmosferycznych po pożarze, a na ile w przeszłości wodą podciąganą kapilarnie z gruntu? Odpowiedzi na te pytania warunkowały decyzję, czy należy ograniczyć się tylko do osuszenia zawilgoconych murów, czy konieczne jest zaprojektowanie, a następnie wykonanie izolacji przeciwwilgociowych poziomych i pionowych ścian i filarów. Należy zaznaczyć, że zarówno ściany, jak i filary kościoła nie posiadają takich izolacji, oraz że do czasu pożaru wiedza na temat stopnia ich zawilgocenia nie była znana, ponieważ wcześniej takich badań nie prowadzono.

Celem uzyskania odpowiedzi na postawione pytania przeprowadzono w przedmiotowym kościele badania wilgotności murów ceglanych w ścianach, filarach i sklepieniach.



Rys. 2. Widok płonącego dachu kościoła i prowadzonej akcji gaśniczej [4]

Fig. 2. View of the church roof in fire and during fire action.

2. Krótki opis stanu technicznego zawilgoconych ścian, filarów i sklepień

Po upływie ponad roku od czasu zakończenia akcji gaśniczej płonącego dachu stan zachowania zawilgoconych murowanych ścian, filarów i sklepień wewnątrz kościoła był następujący:

- na wysokość do 500 cm ponad posadzką powierzchnie ścian i filarów były bardzo silnie zawilgocone, w wielu miejscach widoczne były ubytki i zmurszenia tynku, odspojenia tynku od podłoża i powłok malarskich od tynku (rys. 3.),



Rys. 3. Widok zawilgoconych ścian i filarów wewnątrz kościoła.

Fig. 3. View of moistured walls and pillars inside the church.



Rys.4. Widok powierzchni sklepień w nawie głównej i nawie bocznej kościoła.

Fig. 4. View of the surfaces of vaults in the main and side bay of the church.

- na wysokości powyżej 500 cm nad posadzką na powierzchniach ścian i filarów widoczne były liczne wilgotne plamy i brunatne ślady po zaciekach wodnych, oraz żółtawo-rdzawe przebarwienia tynku (rys. 4.),
- na powierzchniach sklepień także widoczne były wilgotne plamy, natomiast dla rejonów węzłowi charakterystyczne były ślady po zaciekach wodnych oraz rozległe żółtawo-rdzawe przebarwienia tynku i powłoki malarskiej (rys. 4).

Od strony zewnętrznej na nie otynkowanych ścianach kościoła, w pasie o szerokości około 30 cm bezpośrednio przylegającym do otaczającego terenu, widoczne były liczne uszkodzenia mrozowe cegieł i ubytki zaprawy w spoinach sięgające kilku centymetrów.

3. Wyniki badań i ich analiza

Badania wilgotności masowej murów przeprowadzono tradycyjną metodą suszarkowo-wagową oraz metodą nieniszczącą, dielektryczną.

Metoda suszarkowo-wagowa posłużyła do wyznaczenia rozkładu wilgotności masowej na grubości ścian i filarów oraz do skalowania miernika użytego w metodzie nieniszczącej. W metodzie tej wilgotność masową muru określono według wzoru (1)

$$W_m = \frac{m_w - m_s}{m_s} \times 100 \% \quad (1)$$

gdzie: m_w – masa próbki zawilgoconej [g]
 m_s – masa próbki suchej [g]

Metoda dielektryczna posłużyła do wyznaczenia rozkładu wilgotności masowej w przypowierzchniowej strefie muru, na wysokości ścian i filarów oraz sklepień. Do badań użyto miernika Uni1 Hydromette z aktywną sondą B50.

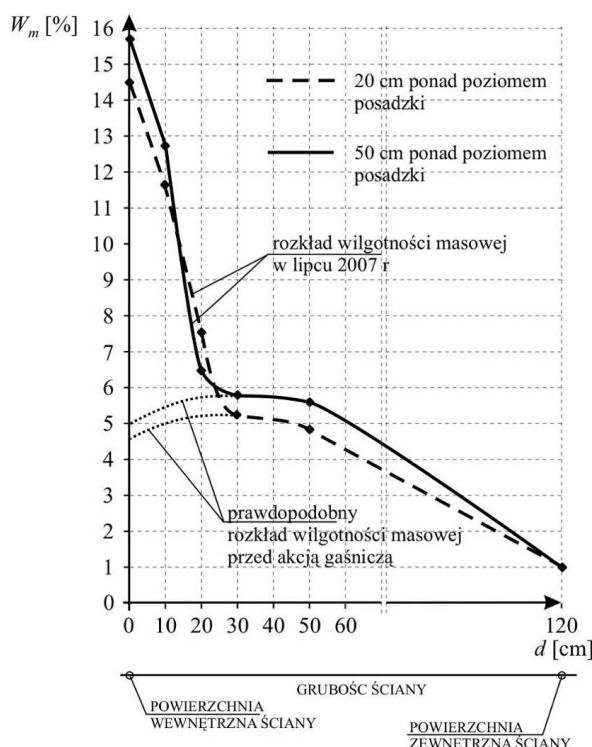
Warto podać na wstępie, że w literaturze polskiej [1,3] przyjmuje się następującą klasyfikację murów ze względu na zawilgoconie:

- $W_m = 0 - 3\%$ - mury o dopuszczalnej wilgotności,
- $W_m = 3 - 5\%$ - mury o podwyższonej wilgotności,
- $W_m = 5 - 8\%$ - mury średnio zawilgocone,
- $W_m = 8 - 12\%$ - mury mocno zawilgocone,
- $W_m > 12\%$ - mury mokre.

Uzyskane przykładowe rezultaty badań wilgotnościowych przedstawiono w postaci wykresów na rys. 5 - 8. Na rysunkach 5 i 6 pokazano rozkłady wilgotności masowej W_m na grubości ściany

zewewnętrznej południowej i na grubości jednego z filarów wewnętrznych. Natomiast na rys. 7 i 8 pokazano rozkłady wilgotności masowej na wysokości ściany zewn. południowej i filara wewnętrznego oraz w sklepieniu ceglany nad jedną z naw bocznych, w przypowierzchniowej strefie muru.

Z rysunku 5 wynika, że w ścianie zewnętrznej południowej najwyższa wilgotność masowa muru, wynosząca ok. 15%, występuje przy powierzchni wewnętrznej ściany. Według podanej klasyfikacji mur jest mokry. W głębi muru wilgotność jest niższa i maleje wraz z odległością liczoną od wewn. powierzchni ściany. Wyniki te świadczą o tym, że główną przyczyną zawilgocenia jest woda pochodząca z akcji gaśniczej i z opadów atmosferycznych po pożarze. Na rysunku 5 zamieszczono również wykres obrazujący prawdopodobny rozkład wilgotności masowej muru przy powierzchni wewnętrznej, przed akcją gaśniczą.

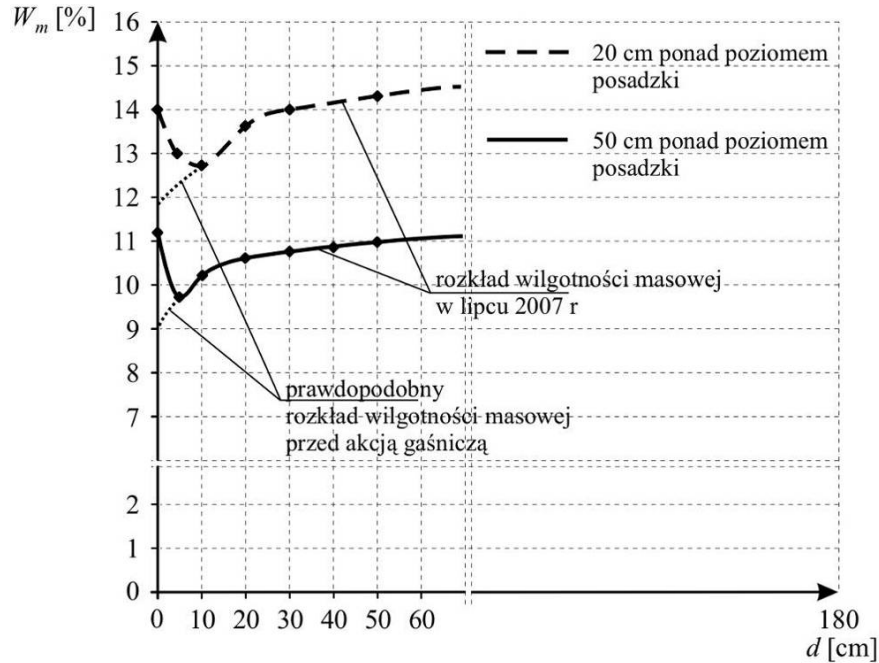


Rys. 5. Rozkłady wilgotności masowej W_m na grubości d ściany zewnętrznej południowej.

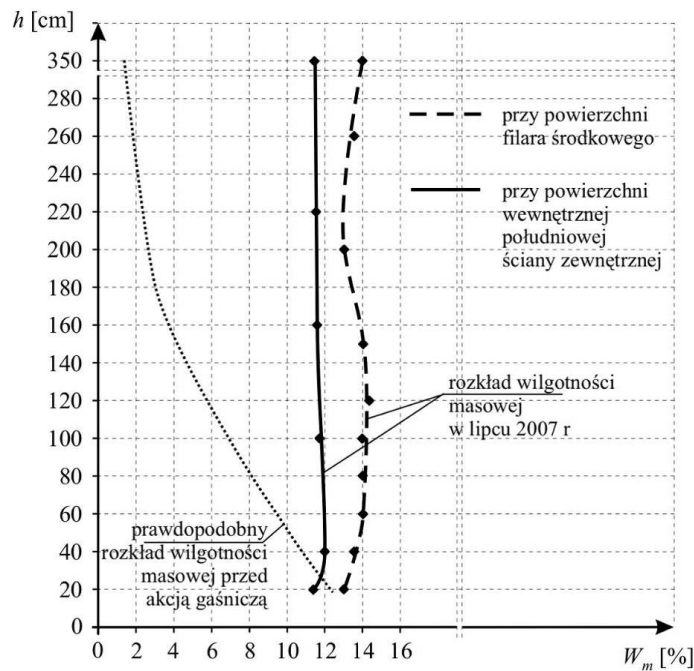
Fig. 5. Mass moisture distributions W_m along the thickness d of southern external wall.

Jak wynika z rys. 6, również w przypadku filara wewnętrznego najwyższa wilgotność masowa muru, wynosząca ok. 11 – 14%, występuje przy powierzchni. Należy uznać, że źródłem tego zawilgocenia jest woda pochodząca z akcji gaśniczej. W miarę wzrostu odległości od powierzchni filara wilgotność masowa muru nieco maleje, a następnie rośnie, stabilizując się na poziomie 11 – 14%. Ten poziom zawilgocenia pozwala uznać mur za mokry. Jest oczywiste, że w tym przypadku główną przyczyną zawilgocenia muru wewnątrz filara jest podciąganie kapilarnie wody z gruntu. Również na rysunku 6 zamieszczono wykres obrazujący prawdopodobny rozkład wilgotności masowej muru przy powierzchni wewnętrznej przed akcją gaśniczą.

Na podstawie zamieszczonych na rys. 7 rozkładów wilgotności masowej muru przy wewnętrznej powierzchni ściany zewn. południowej i przy powierzchni filara wewn. do wysokości ok. 350 cm ponad posadzką kościoła można twierdzić, że głównym źródłem tego zawilgocenia jest woda pochodząca z akcji gaśniczej. Świadczy o tym niemal stała wartość wilgotności masowej, wynosząca 12 - 14%, pozwalająca zakwalifikować mur jako mokry. Przy założeniu, że głównym źródłem zawilgocenia jest wilgoć podciągana kapilarnie z gruntu, prawdopodobny rozkład wilgotności masowej powinien być bliski pokazanemu na rys. 7.



Rys. 6. Rozkłady wilgotności masowej W_m na grubości d filara wewnętrznego
 Fig. 6. Mass moisture distributions W_m along the thickness d of internal pillar

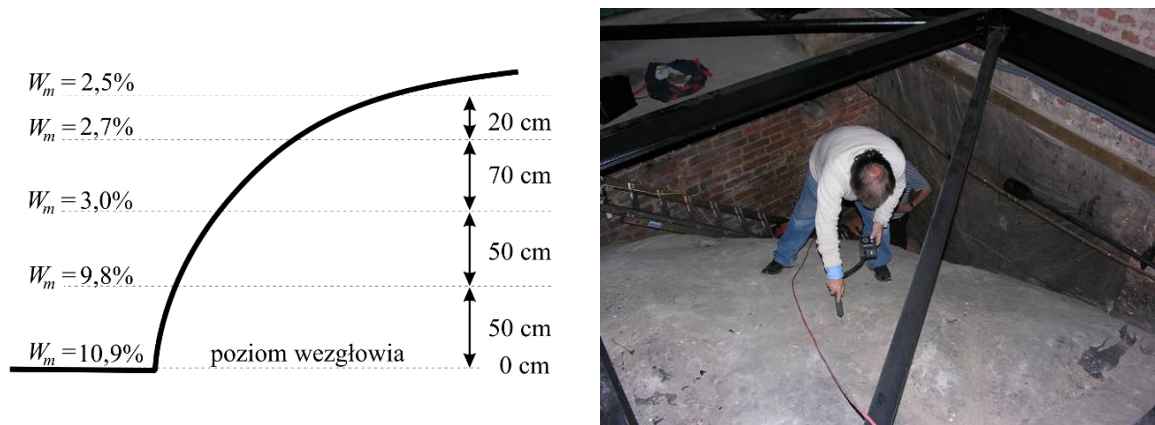


Rys. 7. Rozkłady wilgotności masowej muru W_m przy powierzchni wewnętrznej ściany południowej i przy powierzchni filara wewnętrznego na wysokości h od posadzki.

Fig. 7. Mass moisture distributions W_m at the internal surface of southern wall and at the internal pillar at the level h from the floor.

Na rysunku 8 pokazano przykładowy rozkład wilgotności masowej muru przy powierzchni sklepienia od strony poddasza. Jest to sklepienie nad nawą boczną kościoła. Z rysunku tego wynika, że po upływie ponad roku od czasu zakończenia akcji gaśniczej płonącego kościoła mur sklepienia jest mocno zawilgocony do wysokości ok. 100 cm ponad wezłowie.

Równoległe z badaniami wilgotnościowymi przeprowadzono badania rodzaju i stężenia soli w murach ścian i filarów kościoła. Wyniki tych badań zestawiono w tabeli 1, gdzie podano minimalne i maksymalne stężenia soli oraz stężenia graniczne przyjmowane w literaturze [1].



Rys. 8. Rozkład wilgotności masowej muru W_m przy powierzchni od strony poddasza.

Fig. 8. Mass moisture distributions W_m at internal surface from the side of the attic.

Tabela 1

Wyniki badań rodzaju i stężenia soli w murach ścian i filarów kościoła

Rodzaj soli	Stężenia min. i max. soli w murach ścian [%]	Stężenia min. i max. soli w murach filarów [%]	Graniczne stężenie soli wg [1] [%]
Azotany	0,010 – 0,100	0,010 – 0,200	0,150
Chlorki	0,034 – 0,090	0,028 – 0,132	0,150
Siarczany	0,200 – 0,400	0,200 – 0,450	0,500

Przeprowadzone badania wykazały, że w murach kościoła obecne są azotany, chlorki i siarczany. Najwięcej jest siarczanów, ale ich stężenie nie przekracza stężenia granicznego. Jedynie stężenie azotanów w murach filarów wewnętrznych sporadycznie jest wyższe od granicznego.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wilgotnościowe murów i sklepień po upływie ponad roku od czasu zakończenia akcji gaśniczej płonącego dachu w zabytkowym kościele p.w. św. Katarzyny w Gdańsku wykazały, że wewnątrz kościoła mury w strefie przypowierzchniowej są mokre do wys. ok. 350 cm ponad poziom posadzki. Stwierdzenie to dotyczy zarówno ścian zewnętrznych, jak i filarów wewnętrznych. Natomiast sklepienia są mocno zawilgocone do wysokości około 100 cm ponad poziom wezglówi. Nieco inna sytuacja ma miejsce w głębi murów. Jak wykazały badania, w ścianach zewnętrznych wilgotność masowa muru maleje wraz z odległością liczoną od wewnętrznej powierzchni. Na głębokości około 20 cm mur jest średnio zawilgocony, a głębiej charakteryzuje się jedynie podwyższoną wilgotnością. W filarach mur jest mokry praktycznie na całej swojej grubości. Na tej podstawie można wnioskować, że główną przyczyną zawilgocenia ścian zewnętrznych jest woda użyta do gaszenia płonącego dachu i pochodząca z opadów atmosferycznych po pożarze, natomiast główną przyczyną zawilgocenia filarów jest woda podciągana kapilarnie z gruntu.

Na podstawie uzyskanych rezultatów badań wilgotnościowych oraz badań rodzaju i stężenia soli nasuwa się wiele wniosków. Autorzy zasygnalizowali tylko niektóre z nich, najważniejsze. W filarach wewn. niezbędne jest wykonanie izolacji przeciwwilgociowej, na przykład metodą iniekcji. Bez wykonania tej izolacji osuszenie murów do stanu o dopuszczalnej wilgotności nie będzie możliwe. W przypadku ścian zewnętrznych wykonanie poziomej izolacji przeciwwilgociowej nie jest konieczne.

Wobec faktu, że w murach kościoła obecne są szkodliwe sole, wskazane jest, po osuszeniu murów, usunięcie istniejących tynków pod nadzorem konserwatorskim i zastąpienie ich tynkami zdolnymi do magazynowania w swojej objętości wykryształizowanych soli.

L i t e r a t u r a

- [1] A d a m o w s k i J., H o ł a J., M a t k o w s k i Z., *Problemy remontowe zawilgoconych monumentalnych obiektów barokowych*, Renowacje i Zabytki, 2005, nr 1, s.130-138.
- [2] J a n u s z a j t i s A., *Kościół Św. Katarzyny w Gdańsku*, Zakłady Graficzne, Gdańsk, 1989, s.38.
- [3] R o k i e l M., *Hydroizolacje w budownictwie – wybrane zagadnienia w praktyce*, Dom Wyd. Medium, W-wa 2006, s.256.
- [4] www.pruszczgdanski.naszemiasto.pl