

dr inż. Zygmunt Matkowski¹⁾
dr inż. arch. Anna Hoła^{1)*}

Stan wilgotnościowy ceglanych ścian podziemi XV-wiecznego reprezentacyjnego budynku oceniony nieniszcząco

Moisture condition of vault brick walls in a fifteenth-century presentable building determined by non-destructive method

DOI: 10.15199/33.2015.03.05

Streszczenie. W pracy przedstawiono rezultaty badań obrazujące stan wilgotnościowy murowanych ścian podziemi zabytkowego, reprezentacyjnego budynku użyteczności publicznej, wzniesionego na przełomie XIV i XV wieku. Z uwagi na ograniczone możliwości ingerencji w strukturę historycznych murów obiektu, badania wykonano nieniszcząco metodą elektryczną. Wyniki badań posłużyły do ustalenia przyczyn zawilgocenia, a następnie do zaproponowania właściwych zabezpieczeń przeciwwilgociowych. **Słowa kluczowe:** obiekt zabytkowy, ściany ceglane, zawilgoce- nie, badania nieniszcząco, zabezpieczenia przeciwwilgociowe.

Abstract. The paper presents the test results of the dampness condition of the brick walls in a presentable public building, raised at the turn of the fourteenth and fifteenth centuries. Due to limited possibilities of interference into the historical structure of the brickwork, the examination has been performed by means of a non-destructive electric method. The moisture examination performed has been used to establish the reasons for the dampness as well as to propose the proper damp proofing treatment. **Keywords:** historical monument, brick walls, dampness, non-destructive testing, damp proofing.

Większość zabytkowych obiektów o ścianach murowanych z cegły, wzniesionych do początków XX wieku, nie ma zabezpieczeń przeciwwodnych i przeciwwilgociowych. W związku z tym, po długim czasie ich eksploatacji, w wyniku zmian warunków gruntowo-wodnych oraz starzenia się elementów muru, ściany piwnic, parteru, a często także wyższych kondygnacji obiektów są nadmiernie zawilgoczone [1, 2]. Efektem tego jest postępująca destrukcja tynków, zaprawy i cegieł. Przed przystąpieniem do remontu obiektu zabytkowego niezbędne jest więc ustalenie, na drodze badawczej, przyczyn oraz zaawansowania nadmiernego zawilgoczenia murów, bez czego zaprojektowanie właściwych zabezpieczeń przeciwwilgociowych lub przeciwwodnych nie jest możliwe [3, 4].

W artykule przedstawiono wyniki badań wilgotności ceglanych ścian podziemi zabytkowego, reprezentacyjnego budynku użyteczności publicznej, wzniesionego na przełomie XIV i XV w.

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne omawianych podziemi, grubości 65–230 cm, wymurowane zostały z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej. Na fragmentach ściany mają kamienne podmurówki różnej wysokości, które miejscami sięgają nawet 130 cm, licząc od poziomu posadzki, natomiast posadzki są ceglane lub gruntowe. Ze względu na dużą wartość historyczną budynku planuje się przywrócenie funkcji użytkowej podziemi. W obecnym stanie jest to jednak niemożliwe ze względu na widoczne gołym okiem zawilgoczenie murów (fotografia).

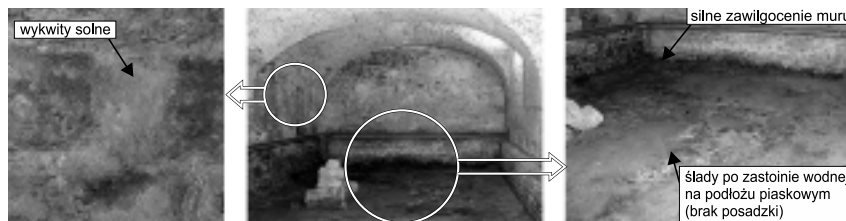
Opis badań

Badania wilgotności ceglanych murów ścian podziemi budynku przeprowadzono, stosując metody: nieniszcząco dielektryczną i niszcząco su-

szarkowo-wagową [1]. Wykorzystanie w badaniach metody niszczącej zredukowano do niezbędnego minimum z uwagi na ograniczone możliwości ingerencji w strukturę historycznych murów.

Nieniszcząco badania wilgotności masowej wykonano na podstawie pomiarów właściwości dielektrycznych materiału, stosując miernik GANN UNI 2 z aktywną sondą kulową B50, który pozwala określić uśredniony stopień zawilgoczenia przegród budowlanych do głębokości ok. 5–10 cm od powierzchni. Pomiar wilgotności przeprowadzono w ok. 100 miejscach, na wysokości 20, 50, 100, 150 i 200 cm, licząc od poziomu posadzki.

Metoda suszarkowo-wagowa została wykorzystana do wyskalowania miernika stosowanego w badaniach



Widok jednego z pomieszczeń podziemi zabytkowego budynku użyteczności publicznej
A view of one of the cellar rooms in a historic public utility building [Fot. A. Hoła]

¹⁾ Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

*) Autor do korespondencji:
e-mail: anna.hola@pwr.edu.pl

nieniszczących i ustalenia zależności korelacyjnych między jego wskazaniem a wilgotnością masową badanego muru. W celu wyskalowania miernika wykonano, za jego pomocą, pomiary wilgotności ścian w ponad trzydziestu miejscach. Następnie, w tych samych miejscach pobrano z muru próbki i określono ich wilgotność metodą suszarkowo-wagową. Następnie na podstawie uzyskanych wyników badań określono dwie zależności korelacyjne między wskazaniem X miernika dielektrycznego a wilgotnością masową U_m muru:

1) w przypadku wskazań X mieszczących się w przedziale 40 – 100

$$U_m = 0,81 \cdot 1,015^X, R^2 = 0,96;$$

2) w przypadku wskazań przekraczających wartość 100

$$U_m = 0,07 \cdot 1,04^X, R^2 = 0,94.$$

Metoda suszarkowo-wagowa posłużyła ponadto do ustalenia rozkładu wilgotności masowej na grubości muru. W tym celu, w ograniczonej liczbie miejsc, wykonano w murze odwierty na odpowiednią głębokość i pobrano z nich próbki, które następnie umieszczono na szalce wagosuszarki i suszono do stałej masy w temperaturze 105 °C.

Analiza wyników badań

Analizując wyniki pomiarów wilgotności masowej murów ścian podziemi, przeprowadzonych nieniszczącą metodą dielektryczną i niszczącą suszarkowo-wagową, stwierdzono, że wilgotność ta zmienia się w zależności od wysokości i głębokości, z jakiej pobierano próbkę. Z badań wynika, że **największą wilgotnością przypowierzchniową charakteryzują się mury w strefie przyposadzkowej**. W wielu miejscach pomiarowych, usytuowanych w tej strefie, pomierzone wysokie wartości, wg przyjętej w literaturze klasyfikacji murów ze względu na stopień ich zawilgocenia [3, 4], kwalifikują badane ściany do mocno zawilgoconych i mokrych. Wilgotność ścian maleje wraz z odległością od posadzki, ale i od tej reguły zdarzają się wyjątki.

Przeprowadzone badania wilgotnościowe ścian wykazały, że średnia przypowierzchniowa wilgotność masowa murów ścian zewnętrznych, obliczona na podstawie wszystkich wyników pomiarów, wynosi w strefie przy-

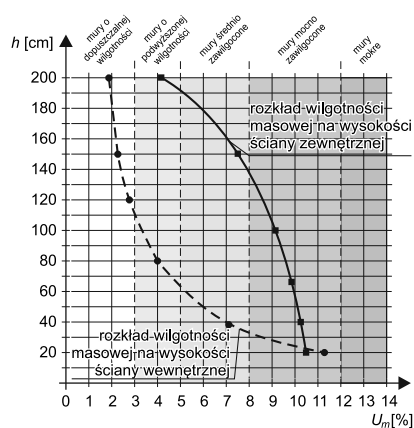
posadzkowej ponad 8%, a ścian wewnętrznych ok. 10%, co pozwala zakwalifikować ściany do mocno zawilgoconych. W strefie od 20 do 120 cm nad posadzką wilgotność ścian wynosi 6 – 7%, co kwalifikuje je do średnio zawilgoconych (rysunek 1). Z kolei, analizując wyniki pomiarów wilgotności masowej murów na grubości ścian, wykonanych w losowo wybranych miejscach stwierdzono, że wilgotność ta w głębi murów jest zdecydowanie większa niż w strefie przypowierzchniowej, a jej wartość rośnie wraz ze wzrostem głębokości, z jakiej pobrano próbki do badań (rysunek 2). W 70% badanych przypadków stwierdzona wilgotność masowa wewnątrz ścian pozwala za-

kwalifikować badane mury do mokrych i mocno zawilgoconych. Maksymalna wilgotność masowa w głębi muru ścian wyniosła ponad 29%, co świadczy o pełnym nasyceniu muru wodą. Nie stwierdzono natomiast istotnej różnicy pomiędzy zawilgoceniem murów ścian zewnętrznych i wewnętrznych. Wskazuje to wyraźnie, że **dominującą przyczyną zawilgocenia murów ceglanych budynku jest kapilarnie podciąganie wody od dołu z gruntu**, zarówno przez mury ceglane i zaprawę wypełniającą szerokie spoiny w murach kamiennych, jak i ceglane posadzki, spowodowane brakiem poziomych izolacji przeciwwilgociowych. **Do nadmiernego zawilgocenia przyczynia się również boczne podciąganie kapilarnej wody z gruntu** przez mury ścian zewnętrznych, spowodowane brakiem pionowej izolacji przeciwwilgociowej tych ścian oraz odparowywanie do pomieszczeń podziemi wilgoci z podłoża piaskowego, pochodzącej z podciągania kapilarnej wody gruntowej.

Sformułowane zalecenia

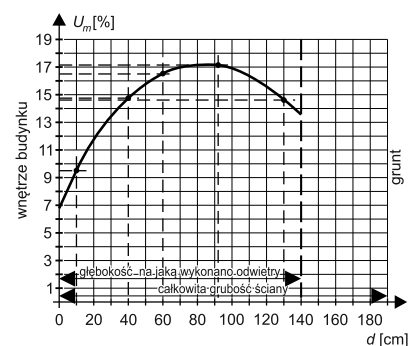
W celu zabezpieczenia podziemi budynku przed napływem wilgoci oraz osuszenia przegród i poprawy warunków cieplno-wilgotnościowych wnętrz, którym planuje się przywrócić funkcję użytkową, zalecono, aby ściany wewnętrzne i zewnętrzne oraz posadzki pozbawić możliwości swobodnego podciągania kapilarnej wody z gruntu przede wszystkim przez wykonanie poziomych i pionowych izolacji przeciwwilgociowych.

Izolacje pionowe ścian zewnętrznych, które można odkopać, zalecono wykonać jako powłokowe po stronie zewnętrznej (rysunek 3), natomiast w przypadku ścian zewnętrznych, których nie można odkopać, należy wykonać izolacje w postaci przepony powierzchniowej od strony wnętrza podziemi przez nawiercenie siatki otworów do iniekcji ciśnieniowej (rysunek 4). **Przeciwwilgociowe izolacje poziome w murach ceglanych ścian wewnętrznych zalecono wykonać w postaci przepony powierzchniowej od strony wnętrza podziemi przez nawiercenie siatki otworów do iniekcji ciśnieniowej, a w posadzkach jako powłokowe połączone z poziomymi przeponami wykonanymi w murach** (rysunek 5).



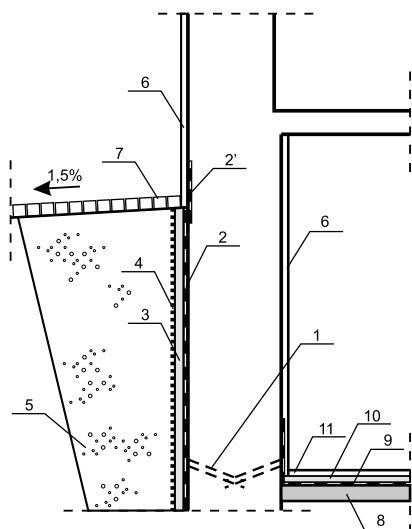
Rys. 1. Przykładowe rozkłady wilgotności masowej muru ceglanoego na wysokości ścian wewnętrznej i zewnętrznej ustalone metodą dielektryczną

Fig. 1. Sample distributions of mass moisture content in brickwork along height of interior and exterior walls determined by dielectric method



Rys. 2. Przykładowy rozkład wilgotności masowej muru ceglanoego na grubości ściany zewnętrznej ustalonej metodą niszczącą

Fig. 2. Exemplary distribution of mass moisture content in brickwork across exterior wall thickness determined by destructive method

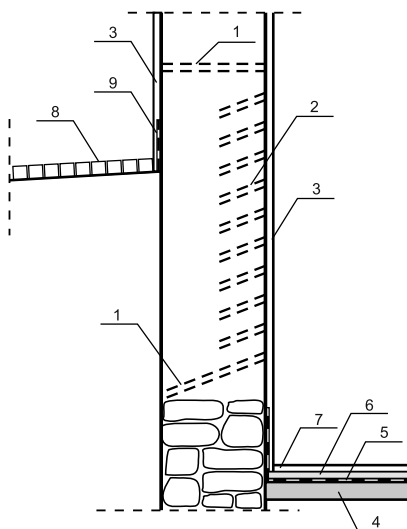


Rys. 3. Schemat proponowanego sposobu zabezpieczenia ścian zewnętrznych w miejscach, w których możliwe jest odkopanie powierzchni zewnętrznej: 1 – przepona pozioma wykonana metodą iniekcji ciśnieniowej ponad poziomem posadzki piwnic; 2 – izolacja pionowa z modyfikowanej masy polimerowo-bitumicznej; 2' – izolacja mineralna z modyfikowanej elastycznej mikrozaprawy wodoszczelnej łączona na zakładkę z izolacją z masy bitumicznej (ułożona do wysokości ok. 30 cm ponad terenem); 3 – osłona izolacji z płyt polistyrenu ekstrudowanego; 4 – osłona izolacji termicznej z folii grzybkowej; 5 – wykop wypełniony zasypką filtracyjną; 6 – tynk renowacyjny; 7 – opaska z kostki granitowej ułożonej ze spadkiem „od budynku”; 8 – podkład betonowy; 9 – powłokowa izolacja pozioma podposadzkowa z masy polimerowo-bitumicznej wywinięta na ścianę; 10 – gładź cementowa; 11 – nowa posadzka piwnic

Fig. 3. Scheme of the proposed method of damp-proofing of the exterior walls which can be excavated

Podsumowanie

Przeprowadzone nieniszczące badania wilgotnościowe ceglanych ścian podziemi zabytkowego, reprezentacyjnego budynku użyteczności publicznej wzniesionego na przełomie XIV i XV w. wykazały, że są one nadmiernie zawilgocone, a miejscami mokre. Dotyczy to zarówno ścian zewnętrznych, jak i we-

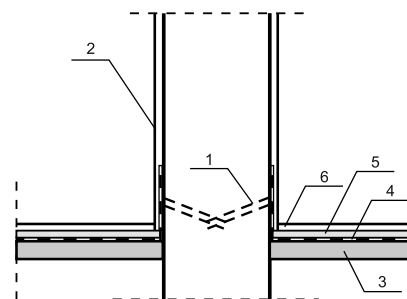


Rys. 4. Schemat proponowanego sposobu zabezpieczenia przeciwilgociowego ścian z podmurówką kamienną, w miejscach, w których niemożliwe jest odkopanie ich powierzchni zewnętrznej: 1 – przepony poziome (górną i dolną) wykonane metodą ciśnieniową; 2 – izolacja powierzchniowa wykonana od środka metodą ciśnieniową; 3 – tynk renowacyjny; 4 – podkład betonowy; 5 – powłokowa izolacja pozioma podposadzkowa z masy polimerowo-bitumicznej wywinięta na ścianę; 6 – gładź cementowa; 7 – nowa posadzka piwnic; 8 – istniejący chodnik; 9 – izolacja pionowa z mikrozaprawy wodoszczelnej

Fig. 4. Scheme of the proposed method of damp-proofing of the exterior walls that have stone bases and which can be excavated

wewnętrznych i jest szczególnie widoczne w strefie przyposadzkowej. Badania wykazały również, że wilgotność masowa w głębi ścian ceglanych jest wyraźnie większa niż w strefie przy powierzchniowej i rośnie wraz z głębokością. **W 70% badanych przypadków stwierdzona wilgotność masowa wewnątrz ścian pozwala zakwalifikować badane mury do mokrych i mocno zawilgoconych.**

Na drodze doświadczalnej ustalono zależności korelacyjne między wskazaniami X użytego w badaniach miernika dielektrycznego GANN UNI 2 a wilgotnością masową U_m badanych murów. Zależności te mogą być z po-



Rys. 5. Schemat proponowanego sposobu zabezpieczenia ścian wewnętrznych piwnic: 1 – przepona pozioma; 2 – tynk renowacyjny; 3 – podkład betonowy; 4 – powłokowa izolacja pozioma podposadzkowa z masy polimerowo-bitumicznej wywinięta na ścianę; 5 – gładź cementowa; 6 – nowa posadzka piwnic

Fig. 5. Scheme of the proposed method of damp-proofing of the interior basement walls

wodzeniem wykorzystywane do nieniszczącej oceny zawilgocenia murów ceglanych w innych obiektach średniowiecznych. Przeprowadzone badania wilgotnościowe posłużyły do opracowania zaleceń przydatnych do ustalenia zakresu prac remontowo-budowlanych mających na celu przywrócenie funkcji użytkowej podziemi budynku.

Literatura

- [1] Hoła J., Matkowski Z., Wybrane problemy dotyczące zabezpieczeń przeciwilgociowych ścian w istniejących obiektach murych, Awaryjne budowlane: zapobieganie, diagnostyka, naprawy, rekonstrukcje: XXIV Konferencja naukowo-techniczna, Szczecin-Międzyzdroje, 2009, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, 2009, s. 73–92.
- [2] Alsabry A., Dynamika podciągania kapilarnego w murach budowlanych, Przegląd Budowlany, 9/2010, s. 46–48.
- [3] Adamowski J., Hoła J., Matkowski Z., Probleme und Lösungen beim Feuchtigkeitsschutz des Mauerwerks von Baudenkmälern am Beispiel zweier grosser Barockbauten in Wrocław, Bautechnik, t. 82, nr 7, 06/2005, s. 426–433.
- [4] Rokiel M., Hydroizolacje w budownictwie. Wybrane zagadnienia w praktyce. Wyd. II rozszerzone, Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2009.

Otrzymano 05.02.2015 r.

Artykuły naukowe publikowane w miesięczniku „Materiały Budowlane” oznaczone są **identyfikatorami DOI** (Digital Object Identifier). Autorzy artykułów są proszeni o stosowanie numerów DOI w wykazach literatury, wszędzie tam, gdzie jest to możliwe.

Przykład cytowania: Chrzanowski Z., Masłowski D.: Zagospodarowanie ubocznych produktów spalania w Polsce. Materiały Budowlane 12/2014, s. 2 – 5. DOI: 10.15199/33.2014.12.01