

Renowacja budynku zabytkowego i jej wpływ na poprawę izolacyjności termicznej ścian na przykładzie kamienicy w Bielsku-Białej

dr hab. inż. Wacław Brachaczek, prof. uczelni, Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Sempre Farby, mgr inż. Adam Chleboś, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Sempre Farby, inż. Katarzyna Kubecka-Pomper, Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała

1. Wprowadzenie

Renowacja obiektów zabytkowych jest bardzo odpowiedzialnym zadaniem, gdyż oprócz poprawy stanu technicznego i wizualnego budynku oraz powstrzymania jego degradacji, a także wyeliminowania jej źródeł, ma ona również na celu zachowanie dla następnych pokoleń możliwie najbardziej wiernego, pełnego charakteru budynku, tworzącego lokalny charakter danego miejsca. Architektura jest bowiem nośnikiem pamięci historycznej miasta, trwalszym niż pamięć zbiorowa jego mieszkańców. Etnolog i antropolog J. Gruszka na podstawie badań i rozmów z mieszkańcami Bielska-Białej stwierdza, iż zabytki odgrywają bardzo istotną rolę w dostrzeganiu procesów kształtowania się historii miasta wśród jego mieszkańców [3]. Konieczny jest zatem możliwie jak najmniej wpływ na wygląd obiektów oraz konserwacja dobrze zachowanych detali. Podejście takie całkowicie eliminuje możliwość docieplania od zewnątrz elewacji budynków, co rodzi obawy, iż wraz z poprawą aspektu wizualnego i technicznego nie zmieni się komfort użytkowania i zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzewania obiektu.

2. Informacje o budynku

2.1. Informacje ogólne

Trzykondygnacyjna kamienica znajduje się w Bielsku-Białej w centrum miasta, przy ulicy 11 Listopada 61. Frontowa ściana przebiega wzdłuż głównego deptaku i historycznego centrum handlowego będącego jednym z najważniejszych przystanków głównej drogi Galicji łączącej Wiedeń ze Lwowem. Ulica w obecnej formie powstała w latach 1772–1785, większość jej budynków pochodzi z XIX oraz pierwszej połowy XX wieku.



Rys. 1. Widok elewacji frontowej od ul. 11 Listopada

Budynek pod numerem 61 pochodzi z pierwszej połowy XIX wieku. Do budynku po bokach przylegają kamienice z tego samego okresu o podobnej wysokości. Obiekt pełni funkcję mieszkalno-usługową. Budynek został wykonany w technologii tradycyjnej z cegły pełnej. Grubość ścian zewnętrznych wynosi 50 cm. Dach jest dwuspadowy, pokryty blachą falistą oraz papą, z więźbą dachową drewnianą, o konstrukcji belkowo-słupowej. W ostatnim czasie miała miejsce naprawa konstrukcji dachowej oraz wymiana pokrycia. Elewacje są pokryte tynkiem cementowo-wapiennym z oszczędnym detalem architektonicznym od frontu w postaci boniowań



Rys. 2. Fragment elewacji frontowej ze śladami degradacji pod gzymsem oraz oknem piętrowym; widoczne delikatne zdobienia fasady

parteru, gzymsów oraz lizen i opasek okiennych gładkich. Grubość tynku na elementach płaskich wynosi ok. 2 cm. Stolarstwo okienne – drewniana skrzynkowa, w ostatnim czasie częściowo wymieniona.

Ściany zewnętrzne są w stanie dobrym pod względem statycznym. Widoczne są liczne przebarwienia, zacieki, ubytki tynków, zwłaszcza w okolicach gzymsów. Obróbki blacharskie, rynny oraz rury spustowe w partii elewacji frontowej w ostatnim czasie zostały wymienione.

2.2. Wyniki badań diagnostycznych poziomu zasolenia oraz zawilgocenia ścian

Wykonano serię pomiarów mających na celu ustalenie stanu budynku, poziomu zawilgocenia i nasycenia solami ścian elewacji frontowej oraz od podwórza. Określenia poziomu zawilgocenia murów dokonano przy użyciu miernika elektronicznego. Pomiar wykonywano na 4 wysokościach: tuż nad poziomem gruntu, na wysokości 50, 100 oraz 150 cm. Wartości wilgotności masowej zestawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Poziom zawilgocenia ściany frontowej

Wysokość pomiaru	Ściana frontowa						
	1	2	3	4	5	6	7
150 cm	1,5	2,0	2,7	3,0	2,5	2,5	1,7
100 cm	3,5	5,7	5,7	6,2	2,6	4,0	2,7
50 cm	9,2	7,4	10,8	9,3	6,8	9,4	7,5
0-10 cm	17,6	8,5	9,6	20,8	21,3	12,4	11,8

Tabela 2. Poziom zawilgocenia ściany tylnej (od podwórza)

Wysokość pomiaru	Ściana tylna (podwórze)				
	1	2	3	4	5
150 cm	1,3	2,0	2,5	2,7	
100 cm	5,0	6,4	6,0	6,6	
50 cm	8,6	6,9	8,0	7,6	
0-10 cm	22,3	9,8	20,0	21,1	11,5

Do określenia stopnia zawilgocenia posłużono się klasyfikacją dla murów ceglanych zgodnie z normą PN-EN ISO 12570. W tabelach kolorem zielonym zaznaczono mur o wilgotności masowej dopuszczalnej nie większej niż 3%, kolorem żółtym oznaczono mur o podwyższonej wilgotności (3-5%), pomarańczowym – mur średnio wilgotny (o wilgotności masowej 5–8%). Czerwonym kolorem zaznaczono mur bardzo wilgotny (8–12%), zaś brązowy kolor oznacza mur mokry, o wilgotności masowej przekraczającej 12%.

W celu ustalenia poziomu obciążenia murów szkodliwymi solami pobrane zostały próbki materiału budulcowego: cegły, zaprawy oraz tynku. Analizowano koncentrację chlorków, siarczanów i azotanów. Badania przeprowadzono zgodnie z wytycznymi instrukcji WTA 2-9-04/D [9]. Badania

na pobranych próbkach przeprowadzono w laboratorium firmy Sempre Farby. Wyniki zestawiono w tabelach 3, 4 i 5.

Tabela 3. Zawartość chlorków, siarczanów i azotanów w próbkach tynku

Pomiar zawartości soli oraz wartości graniczne dla poszczególnych obciążeń				
		Zasolenie – klasyfikacja wg [9]		
		niskie	średnie	wysokie
Chlorki, Cl ⁻ [%]	0,20	<0,2	0,2-0,5	>0,5
Siarczany, SO ₄ ²⁻ [%]	0,80	<0,5	0,5-1,5	>1,5
Azotany NO ₃ ⁻ [%]	0,03	<0,1	0,1-0,3	>0,3

Tabela 4. Zawartość chlorków, siarczanów i azotanów w próbkach zaprawy

Pomiar zawartości soli oraz wartości graniczne dla poszczególnych obciążeń				
		Zasolenie – klasyfikacja wg [9]		
		niskie	średnie	wysokie
Chlorki, Cl ⁻ [%]	0,20	<0,2	0,2-0,5	>0,5
Siarczany, SO ₄ ²⁻ [%]	0,80	<0,5	0,5-1,5	>1,5
Azotany NO ₃ ⁻ [%]	0,08	<0,1	0,1-0,3	>0,3

Tabela 5. Zawartość chlorków, siarczanów i azotanów w próbkach cegły

Pomiar zawartości soli oraz wartości graniczne dla poszczególnych obciążeń				
		Zasolenie – klasyfikacja wg [9]		
		niskie	średnie	wysokie
Chlorki, Cl ⁻ [%]	0,25	<0,2	0,2-0,5	>0,5
Siarczany, SO ₄ ²⁻ [%]	0,40	<0,5	0,5-1,5	>1,5
Azotany NO ₃ ⁻ [%]	0,08	<0,1	0,1-0,3	>0,3

2.3. Analiza wyników badań diagnostycznych

Najwyższy poziom zawilgocenia występował w przypadku pomiarów odczytywanych tuż przy gruncie. Wraz ze wzrostem wysokości wilgotność masowa stopniowo malała. Przedstawione pomiary nad poziomem gruntu pozwalają stwierdzić, że mury na parterze są mocno zawilgocone lub mokre. Wysokie zawilgocenie murów utrzymuje się do wysokości ok. 50 cm nad poziomem gruntu, a od tego poziomu wilgotność murów spada. Niski poziom zawilgocenia występuje od poziomu 100–150 cm nad poziomem gruntu. Taki rozkład poziomu zawilgocenia świadczy o kapilarnym pochodzeniu wilgoci w murze – woda pobierana jest z gruntu, a następnie transportowana do góry systemem naczyń kapilarnych.

Poziom obciążenia solami należy uznać za średni. W każdej analizowanej próbce wykazano obecność zarówno chlorków, siarczanów, jak i azotanów. Poziom azotanów w każdej badanej próbce był niski, natomiast siarczanów – średni.

W przypadku chlorków poziom dochodził nawet do wysokiego, co ma związek z bezpośrednim przyleganiem budynku do traktu pieszego i samochodowego, który w sezonie zimowym posypywany jest solą drogową [5, 6].

3. Zalecenia dotyczące prac renowacyjnych

Rozkład wilgoci w murze sprawia, iż zachodzi konieczność przerwania zjawiska kapilarnego podciągania wilgoci z gruntu. W tym celu zalecono wykonanie przeciwwilgociowej przepony poziomej na wysokości ok. 20 cm powyżej poziomu gruntu [2].

Zgodnie z wytycznymi instytutu WTA poziom zawilgocenia oraz zasolenia murów implikują konieczność skucia starych zdegradowanych wypraw od zewnątrz i wewnątrz oraz aplikację systemu tynków renowacyjnych, mających na celu przyspieszenie wysychania ścian, a także transport szkodliwych soli z muru do swojej porowatej struktury. Zgodnie z wytycznymi [9] zaleca się aplikację półkryjącej obrutki zwiększającej przyczepność do podłoża, położenie 2 cm tynku podkładowego Renowator 525 oraz 2 cm tynku renowacyjnego hydrofobowego Renowator 545.

Ponadto konieczne jest pokrycie zaprawą uszczelniającą pasa cokołu do wysokości ok. 50 cm, celem zabezpieczenia muru przed wodą z rozbrzdgów. Detale należy uzupełnić lub odtworzyć przy użyciu zaprawy sztukatorskiej. Miejsca dotknięte degradacją biologiczną należy pokryć preparatem do usuwania alg i grzybów [6].

4. Ocena wpływu wilgotności muru na właściwości termiczne

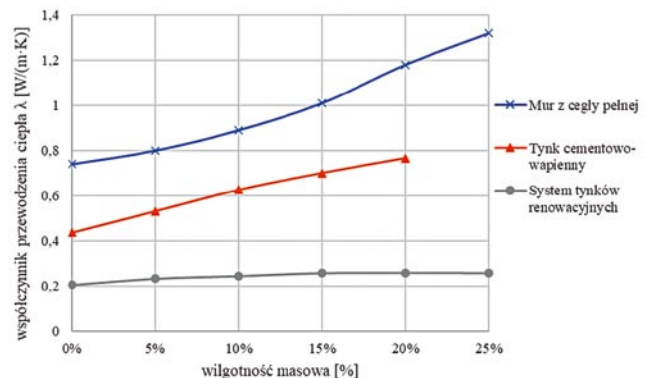
Opisane działania poprawią stan techniczny obiektu. Czas obniżenia poziomu zasolenia murów oraz redukcji poziomu zawilgocenia do poziomu dopuszczalnej wilgotności uzależniony jest przede wszystkim od intensywności dogrzewania oraz wentylowania pomieszczeń. Na podstawie analogicznych inwestycji z murami podobnej grubości trzeba zakładać, że proces ten potrwa co najmniej rok.

W laboratorium zostały wykonane pomiary wartości współczynnika λ dla analogicznych do zastosowanych obecnie w kamienicy tynków cementowo-wapiennych oraz proponowanej nowej wyprawy tynkarskiej – systemu tynków renowacyjnych. Przygotowane zostały próbki o grubości 4 cm i wymiarach dostosowanych do przyrządu do badania współczynnika przewodzenia ciepła λ . W przypadku systemu tynków renowacyjnych, najpierw wykonano warstwę tynku podkładowego o grubości 2 cm, wysezonowano ją do stałej masy, którą zanotowano, a następnie zaaplikowano warstwę tynku renowacyjnego właściwego o grubości 2 cm. Próbki zwilżane były do ustalonego poziomu wilgotności masowej z dokładnością do 0,1%. W przypadku systemu tynków renowacyjnych wilgotność masową ustalano w odniesieniu do stałej masy

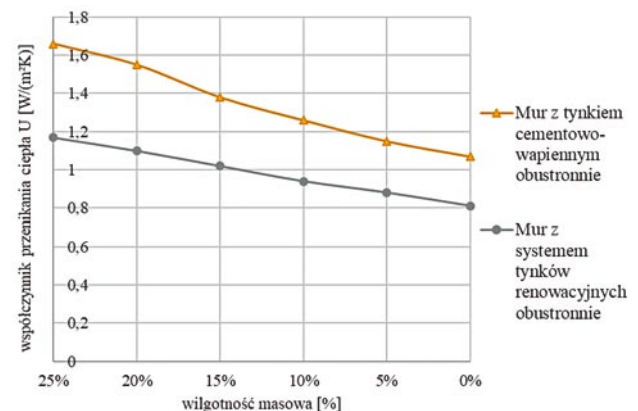
tynku podkładowego, gdyż tynk renowacyjny hydrofobowy nie pochłania wody. Następnie próbki umieszczane były pomiędzy płytą grzejną i chłodzącą stacjonarnego przyrządu do badania współczynnika przewodzenia ciepła. Badanie trwało do osiągnięcia stanu wymaganego przepływu ciepła. Otrzymane wielkości współczynnika λ przy zmiennej wilgotności dla badanych tynków oraz określone na podstawie dostępnych publikacji [1] [7] [8] wartości współczynnika λ dla muru z cegły pełnej zestawiono na rysunku 3.

Dla analizowanego tynku cementowo-wapiennego nastąpiło nasycenie wodą przy wilgotności masowej wynoszącej 20%. W przypadku systemu tynków renowacyjnych zanotowano początkowy nieznaczny wzrost przewodności cieplnej, która powyżej 5% wilgotności masowej ustabilizowała się na podobnym poziomie. W przypadku muru ceglanego przyrost wartości współczynnika λ jest zbliżony do liniowego w analizowanym zakresie.

Znając wartości współczynników λ , w programie do obliczeń ciepłno-wilgotnościowych [10] sprawdzono zmianę współczynnika przenikania ciepła U przy spadku wilgotności materiałów. Analizowano warianty z zachowaniem obecnej wyprawy tynkarskiej oraz z systemem tynków renowacyjnych (2 cm tynku podkładowego + 2 cm tynku renowacyjnego



Rys. 3. Przyrost współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/(m·K)] wraz ze wzrostem wilgotności masowej materiałów tworzących ścianę zewnętrzną budynku



Rys. 4. Poprawa współczynnika przenikania ciepła U [W/(m·K)] wraz ze spadkiem wilgotności

hydrofobowego). Zakładano obustronne pokrycie ścian wybranymi wariantami.

Ponieważ niemożliwe było osiągnięcie wilgotności obecnego tynku na poziomie 25%, przy tej wilgotności muru przyjęto λ dla tynku o maksymalnej wilgotności – 20%. Przy następnych krokach dla kolejnych wartości współczynnika λ muru zmieniano jedynie tynk i jego grubość przy odpowiadającej mu wilgotności. Największą różnicę zanotowano dla muru najbardziej wilgotnego, jednak w każdym kolejnym kroku nadal różnica była znacząca. W ten sposób wykazano znaczny udział spadku współczynnika przenikania ciepła U o około 30% na skutek jedynie użycia tynków renowacyjnych. Nadal jednak wartość ta jest kilkukrotnie większa od wymaganej dla nowo stawianych obiektów.

5. Podsumowanie

Poprawnie wykonana renowacja poprzedzona dokładną analizą stanu budynku powinna przede wszystkim wyeliminować źródła degradacji obiektu, poprawić jego stan techniczny oraz wizualny. Jak wykazano, polepszeniu powinien ulec także komfort użytkowania, gdyż po wyeliminowaniu głównych źródeł zawilgocenia, zastosowanie systemu tynków renowacyjnych znacznie poprawia wartość współczynnika przenikania ciepła U w stosunku do istniejących tynków jednakowej wilgotności. Analiza ta zakłada

jednakowy czas wysychania muru pokrytego dotychczasowym tynkiem i systemem tynków renowacyjnych – należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż zastosowanie systemu tynków renowacyjnych znacznie przyspiesza proces schnięcia murów, w związku z czym rzeczywista poprawa właściwości termicznych będzie jeszcze większa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Brachaczek W., Ocieplanie zawilgoconych i zasolonych murów obiektów zabytkowych z wykorzystaniem płyt termoizolacyjnych o właściwościach sorpcyjnych, *Przegląd budowlany* 12/2017, str. 55–57
- [2] Brachaczek W., Siemiński W., Wpływ rodzaju preparatu iniekcyjnego na szczelność przepon przerywających kapilarne podciąganie wilgoci, *Materiały budowlane* 11/2015, str. 172–174
- [3] Gruszka J., Z problemów tożsamości regionalnej w Bielsku-Białej, *Bielsko-Bialskie Prace Historyczne*, tom 1, 2014, str. 143–154
- [4] Monczyński B., Wtórne hydroizolacje poziome muru wykonywane metodą iniekcji-najnowsze odkrycia, *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury* 2017
- [5] Rokiel M., *Renowacje obiektów budowlanych. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót*, Warszawa, 2013
- [6] Rokiel M., *Hydroizolacje w budownictwie. Wybrane zagadnienia w praktyce*, Dom Wydawniczy Medium, Warszawa, 2009
- [7] Siwińska A., Garbalińska H., Badania wpływu zawilgocenia materiałów ściennych na ich współczynnik przewodzenia ciepła, *Inżynieria i Budownictwo*, 11/2011, str. 611–614
- [8] Siwińska A., Garbalińska H., Zależność przewodności cieplnej zaprawy cementowej od wilgotności względnej powietrza, *Fizyka budowli w teorii i praktyce*, tom IV, 2009, str. 157–161
- [9] WTA Merkblatt 2-9-04: Sanierputzsysteme
- [10] Kalkulator obliczeń ciepło-wilgotnościowych firmy Sempre Farby https://semprefarby.pl/kalkulator_u/

Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa

przy współudziale

Ministerstwa Rozwoju i Technologii

oraz

Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego

ogłaszają:

Konkurs PZITB BUDOWA ROKU 2021 edycja XXXII

Konkurs organizowany jest od 1989 roku. Promuje on polskie budownictwo oraz firmy budowlane znacząco przyczyniając się do ich rozwoju.

Dzięki bogatej tradycji „Budowa Roku” stała się jednym z najbardziej prestiżowych przeglądów osiągnięć polskiego budownictwa.



Serdecznie zapraszamy do udziału www.budowaroku.pl