

Uszkodzenia wyprawy z tynku ciepłochronnego w następstwie błędów projektowych i wykonawczych

Mgr inż. Tomasz Majewski, Pracownia Projektowo-Inżynierska Tomasz Majewski, dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. nadzw. PG, Politechnika Gdańska

1. Wprowadzenie

Konieczność szybkiego tempa realizacji inwestycji budowlanych, w szczególności w zakresie budownictwa mieszkaniowego, jak również obowiązująca tendencja do wprowadzania nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych powodują niebezpieczeństwo powstawania niedociągnięć, niedoskonałości oraz błędów, zarówno na etapie przygotowywania dokumentacji projektowej, jak też etapie bezpośredniego wykonawstwa robót budowlanych [1–3]. Usuwanie następstw powstałych szkód, zarówno w zakresie finansowym, jak również społecznym, niezależnie od ich zakresu jest bardzo skomplikowane i uciążliwe, ponieważ bardzo często powoduje powstawanie utrudnień eksploatacyjnych [4–5].

Celem artykułu jest przedstawienie negatywnego wpływu postępowania zarówno projektanta, jak również wykonawcy, które połączone doprowadziły do powstania uszkodzeń wyprawy tynkarskiej na korytarzach komunikacyjnych klatki schodowej w wielorodzinnym budynku mieszkalnym.

2. Dane ogólne

Tynki wewnętrzne z zastosowaniem tynku ciepłochronnego (perlitowego) wykonane zostały na ścianach korytarzy komunikacyjnych 4-kondygnacyjnego budynku mieszkalnego zrealizowanego w technologii tradycyjnej, udoskonalonej. Tynki wykonano zarówno od strony mieszkań, jak również od strony klatki schodowej. Podłoże tynków zaprojektowane i zrealizowane zostało z bloków wapienno-piaskowych.

Bezpośrednio po rozpoczęciu eksploatacji budynku mieszkalnego wystąpiły usterki wypraw tynkarskich – pojawiły się zarówno pajęczynowate rysy, jak również lokalne odspojenia tynku od podłoża. Ochronna powłoka malarska z farby lateksowej uległa spęcherzeniu i spękaniu.

3. Opis uszkodzeń wypraw tynkarskich

W widoku od strony klatki schodowej na korytarzach komunikacyjnych w poziomie I, II oraz III piętra, po usunięciu warstwy ochronnej powłoki malarskiej z farby lateksowej oraz warstwy gładzi gipsowej na tynku widoczne były pajęczynowate spękania (rys. 1). Uszkodzenia te występowały w całej grubości tynku ciepłochronnego (perlitowego) – rysunek 2. Ponadto miejscowo występowały odspojenia tynku od podłoża (rys. 2). W poziomie parteru zakres uszkodzeń wyprawy tynkarskiej był mniejszy niż w przypadku pozostałych kondygnacji nadziemnych.

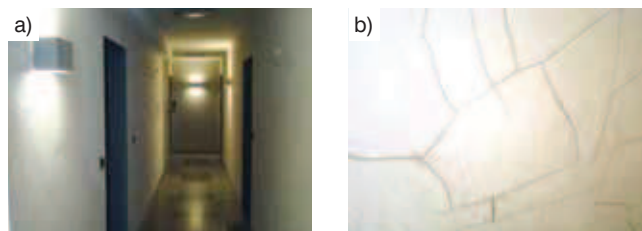
W widoku od strony mieszkań nie występowały uszkodzenia wyprawy tynkarskiej, brak było widocznych uszkodzeń ochronnych powłok malarskich.

4. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich

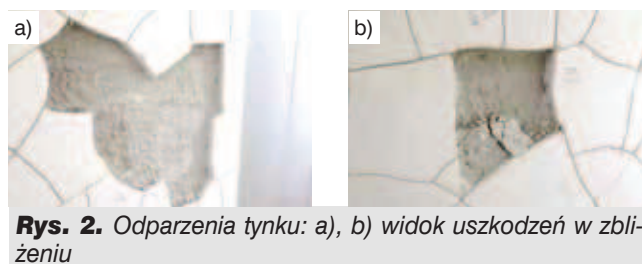
Na podstawie oględzin ustalono, że układ warstw na ścianach korytarzy komunikacyjnych oraz ścianach obudowy klatki schodowej zrealizowany został w sposób następujący (od strony zewnętrznej):

- farba lateksowa,
- gładź szpachlowa o grubości ~1,5–2 mm,
- tynk gipsowo-wapienny (maszynowy, systemowy) o grubości ~15 mm,
- tynk perlitowy (ciepłochronny) o grubości ~20 mm,
- zaprawa cementowa (warstwa szczipna, podkładowa) ~5 mm.

Ze względu na upływ czasu od chwili wystąpienia pierwszych oznak uszkodzeń wypraw tynkarskich nie przeprowadzono pomiarów wilgotności poszczególnych warstw. Założono, że na przestrzeni czasu poszczególne warstwy ulegały samoosuszeniu i przeprowadzanie pomiarów wilgotności w chwili wykonywania oględzin obecnej nie jest miarodajne. Usunięta warstwa farby lateksowej oraz gładzi gipsowej, jak również nacięte (poszerzone) pajęczynowate spękania w sposób istotny przyczyniły się do obniżenia poziomu wilgotności poszczególnych warstw wypraw tynkarskich ścian występujących w chwili pojawienia się ich usterek.



Rys. 1. Uszkodzenia tynku wewnętrznego na korytarzu komunikacyjnym klatki schodowej budynku mieszkalnego: a) widok, b) zbliżenie



Rys. 2. Odparzenia tynku: a) widok uszkodzeń w zbliżeniu

Uwzględniając zasady wiedzy technicznej [6–15, 19] oraz zalecenia zamieszczone w kartach technologicznych producenta oraz normach [20] stwierdzono, że głównymi parametrami wpływającymi na jakość wykonania tynków ciepłochronnych (perlitowych) są:

- 1 – temperatura powietrza w okresie wykonywania wypraw tynkarskich,
- 2 – temperatura podłoża w okresie wykonywania wypraw tynkarskich,
- 3 – rodzaj oraz sposób wykonania warstwy szczepnej pomiędzy podłożem a tynkiem,
- 4 – etapowanie wykonawstwa warstw tynku (długość przerw technologicznych),
- 5 – sposób i termin pielęgnacji świeżego tynku,
- 6 – zabezpieczenie wierzchniej warstwy tynku przed nadmiernym odparowaniem wilgoci.

W zakresie zagadnienia 1 – temperatura powietrza w okresie wykonywania wypraw tynkarskich – karta technologiczna zalecała, aby temperatura podłoża i otoczenia znajdowała się w przedziale od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$.

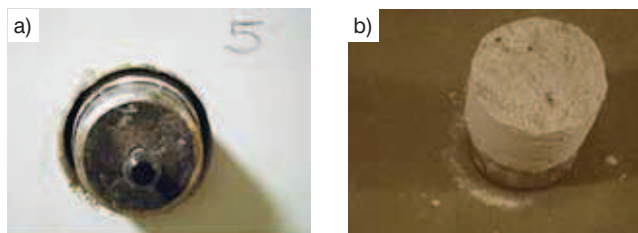
Uwzględniając współczesne standardy wykonawstwa robót budowlanych nie można zakwestionować faktu, że możliwe było zapewnienie temperatury powyżej $+5^{\circ}\text{C}$ na korytarzach komunikacyjnych podczas realizacji tynków ciepłochronnych (perlitowych).

W zakresie zagadnienia 2 – temperatura podłoża w okresie wykonywania wypraw tynkarskich – karta technologiczna zalecała, aby temperatura podłoża znajdowała się w przedziale od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$.

Istnieje duże prawdopodobieństwo, że temperatura podłoża w okresie realizacji okładziny tynkarskiej spełniała wymagania normowe.

W zakresie zagadnienia 3 – rodzaj oraz sposób wykonania warstwy szczepnej pomiędzy podłożem a tynkiem – karta technologiczna zalecała, aby do wykonania warstwy szczepnej stosować dedykowany materiał – systemową zaprawę szcpezną. Jednocześnie karta technologiczna zalecała, aby do wykonywania tynku ciepłochronnego (perlitowego) przystąpić dopiero po minimum 48 godzinach od wykonania warstwy szczepnej. Dodatkowo w karcie technologicznej występowały zalecenia, aby w przypadku podłoża silnie chłonnego stosować gruntowanie podłoża środkiem antyadhezyjnym (systemowym), przy czym warstwę szcpezną można było nanosić po minimum 4 godzinach od zagruntowania podłoża. Ustalono, że na ścianach wykonana została warstwa szcpezną z cementowego tynku podkładowego (układanego maszynowo), którego średnia pomierzona grubość wynosiła ~ 5 mm (rys. 3). Można więc stwierdzić, że na etapie wykonawstwa zachowane zostały zalecenia producenta co do konieczności zastosowania warstwy szczepnej. Analizę zachowania odstępów czasowych pomiędzy poszczególnymi etapami wykonywania robót tynkarskich zamieszczono w dalszej części artykułu.

W zakresie zagadnienia 4 – etapowanie wykonawstwa warstw tynku – karta technologiczna zalecała, aby tynk ciepłochronny (perlitowy) układać w warstwach nie grubszych niż 30 mm, a kolejną warstwę – nakładać po uzyskaniu odpowiedniej nośności przez wcześniej wykonaną warstwę, minimalnie po 24



Rys. 3. Badania pull-off tynków: a) widok miejsca wykonania testu – mechanizm zniszczenia: 100% w tynku ciepłochronnym (perlitowym) b) próbka po zniszczeniu – siła niszcząca (naprężenie niszcząca): 0,05 MPa

godzinach. Zgodnie z zaleceniami karty technologicznej po wykonaniu tynku powinna nastąpić przerwa technologiczna trwająca 5 dni na każdy centymetr grubości tynku.

Ustalono, uwzględniając zapisy z dziennika budowy, że odliczając dni wolne od pracy (niedziele – 6 dni) oraz zakładając pracę w soboty (6 dni) w pełnym wymiarze godzin na wykonanie tynków na klatkach schodowych pozostało 34 dni.

Zakładając, zgodnie z zaleceniami karty technologicznej, następujące zaangażowanie czasowe wykonawcy podczas realizacji tynków w korytarzach:

- gruntowanie + warstwa szcpezną po 4 godzinach: 1 dzień (24 godziny),
- przerwa pomiędzy wykonaniem warstwy szczepnej a wykonaniem tynku ciepłochronnego (perlitowego): 2 dni (48 godzin),
- przerwa technologiczna między wykonaniem tynku ciepłochronnego (perlitowego) a wykonaniem warstwy zabezpieczającej: 10 dni (przy założeniu, że grubość tynku ciepłochronnego (perlitowego) wynosi 20 mm), czyli łącznie $1+2+10=13$ dni. Można stwierdzić, że realizacja tynku ciepłochronnego (perlitowego) oraz jego zabezpieczenie warstwą tynku ochronnego (maszynowego, systemowego) trwała 21 dni (34 dni zadeklarowane jako okres realizacji tynków – 13 dni potrzebnych do realizacji tynków ze względu na uwarunkowania technologiczne = 21 dni).

21 dni roboczych to okres, w którym teoretycznie możliwe było wykonanie tynków na klatkach schodowych, rozumianych jako przestrzenie komunikacyjne, zarówno ze względów organizacyjnych, jak również techniczno-technologicznych.

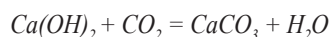
W zakresie zagadnienia 5 – pielęgnacja świeżego tynku – karta technologiczna zalecała, że tynk ciepłochronny (perlitowy) w okresie wstępnego wiązania zaprawy tynkarskiej, w przybliżeniu przez okres 1 tygodnia należy chronić przed gwałtownym wysychaniem, np. poprzez zwilżanie jego powierzchni wodą. Należy zauważyć, że występujące na powierzchni tynku pajęczynowate spękania były uszkodzeniami charakterystycznymi dla skurczu wywołanego zbyt szybkim wysychaniem lub odciąganiem wody zarobowej z mieszanki tynkarskiej przez suche (nieprawidłowo przygotowane, niezagruntowane lub niezwilżone) podłoże [16–17]. Oznacza to, że nie prowadzono pielęgnacji tynku w okresie jego dojrzewania lub prowadzona ona była nieprawidłowo. Sytuacja ta jest tym bardziej prawdopodobna, że do przygotowania tynku ciepłochronnego (perlitowego) zgodnie z kartą technologiczną zużywa się od 18 do 20 litrów wody, co jest ilością prawie trzykrotnie większą w porównaniu do klasycznych

konfekcjonowanych tynków cementowo-wapiennych, które wymagają stosowania od 7 od 8 litrów wody zarobowej. W zakresie zagadnienia 6 – zabezpieczenie warstwy wierzchniej tynku – karta technologiczna wskazywała, że tynk ciepłochronny (perlitowy) jest tynkiem podkładowym i w każdym przypadku należy wykończyć go warstwą dekoracyjno-ochronną. Zgodnie z zaleceniem karty technologicznej do wykonania warstw dekoracyjno-ochronnych należało stosować materiały paroprzepuszczalne (tynki lub farby: mineralne, silikatowe, silikonowe, polikrzemianowe lub wapienne).

Wykonawca zgodnie ze złożoną deklaracją zrealizował warstwę zabezpieczającą tynku perlitowego poprzez maszynowe nałożenie tynku cementowo-wapiennego (systemowego), co byłoby teoretycznie zgodne z zaleceniem zamieszczonym w karcie technologicznej w zakresie tynków wykonywanych wewnątrz budynków.

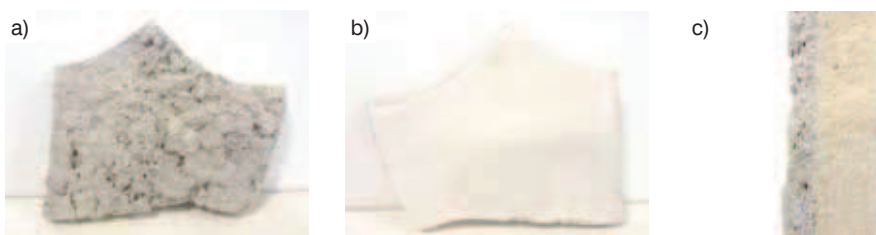
Jednak widoczna w odkrywkach struktura zewnętrznego tynku ochronnego wskazywała, że z dużym prawdopodobieństwem jest to tynk gipsowy (systemowy tynk układany maszynowo) lub gipsowo-wapienny (maszynowy, systemowy). W celu identyfikacji rodzaju tynku wykonano chemiczne badania porównawcze. Pobrane próbki tynku porównano z próbkami tynku gipsowo-wapiennego i cementowo-wapiennego o znanych składach chemicznych.

Badania porównawcze wykazały znaczną ilość węgla wapnia (CaCO_3) w pobranych próbkach. Intensywne pienienie w obecności kwasu solnego (HCl) pobranych próbek tynku w porównaniu do tynku cementowo-wapiennego i gipsowo-wapiennego pozwoliło na stwierdzenie, że pobrana próbka prawdopodobnie wykonana została na spoiwie gipsowo-wapiennym. W obecności kwasu solnego (HCl) z próbki wydzielili się gaz w postaci dwutlenku węgla (CO_2), co potwierdzono w reakcji z wodą wapienną (Ca(OH)_2), w wyniku której nastąpiło jej zmętnienie.

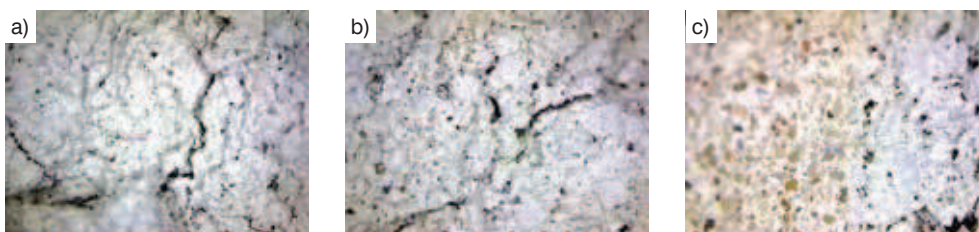


Tynki na korytarzach komunikacyjnych zostały wykończone powłoką z farby lateksowej, która stanowiła szczelną powłokę dla pary wodnej. Lateks jest materiałem nieprzepuszczalnym o dużym oporze dyfuzyjnym. Farba lateksowa nie jest farbą mineralną, silikatową, silikonową, polikrzemianową lub wapienną, których stosowanie zalecała karta technologiczna. Występowała więc tutaj rozbieżność w stosunku do zaleceń producenta.

Pomierzona metodą pull-off przyczepność tynku do podłoża w wytypowanych punktach pomiarowych była większa niż



Rys. 4. Próbkki tynku – widok od strony: a) tynku ciepłochronnego (perlitowego), b) gładzi gipsowej, c) przekrój poprzeczny przez warstwy odparzonego tynku



Rys. 5. Struktura tynku – widok tynku ciepłochronnego (perlitowego): powiększenie a) $\times 20$, b) $\times 40$, c) widok strefy kontaktowej tynku ciepłochronnego (perlitowego) – tynku maszynowego (gipsowo-wapiennego) dla przypadku powiększenia $\times 100$

wartość graniczna 0,025 MPa określona w [19, 21, 22, 26] i wynosiła 0,05 MPa (rys. 3). Według zaleceń zamieszczonych w [24–25], jeżeli dla tynków gipsowych w badaniu pull-off zerwanie nastąpi w masie tynku (model B), w podłożu (model C) lub przyczepność do podłoża jest większa niż 0,1 MPa (model A), przyjmuje się, że tynk ma wystarczającą przyczepność do podłoża. W badanych punktach zniszczenie następowało zawsze w warstwie tynku perlitowego, który miał najmniejszą wytrzymałość i największą porowatość. Wymagania, sposób badania oraz wymagania dotyczące tynków zawarte są w [19–26], natomiast szczegółowe i rozszerzone informacje dotyczące spoiw gipsowych opisane zostały w [18].

Powierzchnia ściany w miejscu pobrania próbek do badań pokazana została na rysunku 2. Na powierzchni tynku widoczne były liczne rysy w kształcie pajęczyny. Warstwa farby lateksowej została usunięta, a rysy włoskowate zostały wybrzdawiane i przygotowane do wypełnienia. Powierzchnia tynku perlitowego była spękana. Układ rys w warstwie perlitu był podobny jak w warstwie zewnętrznej, z tym że odległości między rysami są zdecydowanie mniejsze, a szerokość rys w tej warstwie była większa. Widok warstwy tynku perlitowego pokazano na rysunku 4a, tynku gipsowo-wapiennego na rysunku 4b, a styk obu warstw – na rysunku 4c. Zdjęcia tynku wykonane mikroskopem optycznym w powiększeniu 20-, 40- i 100-krotnym przedstawiono na rysunku 5. Widoczna jest strefa kontaktowa między poszczególnymi warstwami oraz odmienna struktura tych warstw: tynk gipsowo-wapienny ma zwartą strukturę, natomiast tynk perlitowy – liczne pory i kawerny powietrza. Tynk ten był intensywnie zarysowany.

W laboratorium na przygotowanych próbkach (rys. 6a i 6b) wykonano badania struktury porów. Zawartość powietrza w zaprawie gipsowo-wapiennej wynosiła 17,4%, natomiast w zaprawie perlitowej 24,4%. Ze względu na niewielką ilość przygotowanych próbek oraz ich wymiary wyniki badań zawartości powietrza należało traktować jako przybliżone.

5. Koncepcja naprawy występujących uszkodzeń

Zakres zaproponowanych prac naprawczych obejmował:

- skucie wszystkich tynków do warstwy podbudowy (warstwy podkładowej);
- odtworzenie okładziny ścian na klatce schodowej – jako rozwiązanie zaproponowano wykonanie okładziny z płyt wełny mineralnej oraz jej zabezpieczenie według rozwiązań technologii BSO (Bezspoinowy System Ocieplania) [27–28]. Rozwiązaniem alternatywnym było odtworzenie wyprawy tynkarskiej np. z tynku cementowo-wapiennego lub gipsowego – rozwiązanie to wiązało się z koniecznością prowadzenia dużej ilości prac na mokro, było dłuższe w realizacji oraz zwiększało utrudnienia eksploatacyjne oraz wiązałoby się z wymianą istniejących ościeży drzwiowych;
- odtworzenie okładzin schodów oraz cokolików przyściennych, które mogły ulec uszkodzeniu podczas demontażu uszkodzonej wyprawy tynkarskiej,

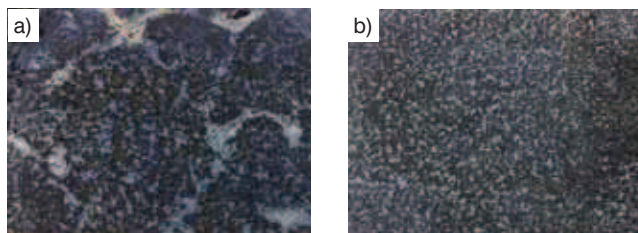
6. Podsumowanie

Uszkodzenia wypraw tynkarskich były następstwem niedociągnięć projektowych oraz błędów wykonawczych.

Do głównych niedociągnięć projektowych należało przyjęcie rozwiązania materiałowego wymagającego dochowania surowych wymagań technologicznych i obciążonego wysokim ryzykiem niepowodzenia.

Główne błędy wykonawcze przedstawiono poniżej.

- **Brak właściwej pielęgnacji tynku ciepłochronnego (perlitowego) w okresie jego dojrzewania.** Zakrycie tynku perlitowego tynkiem ochronnym (cementowo-wapiennym) przyczyniło się do przeniesienia siatki rys na warstwę tynku ochronnego. W procesie twardnienia, zaraz po wykonaniu tynku ochronnego, woda zarobowa została wchłonięta (wyciągnięta) przez tynk perlitowy charakteryzujący się dużą chłonnością, przez co tynk ochronny został wysuszony i pojawiły się w nim rysy skurczowe.
- **Prawdopodobny brak właściwego etapowania prac tynkarskich** – analiza dostępnych dokumentów nie pozwoliła na jednoznaczne stwierdzenie, czy zastosowano poprawne przerwy technologiczne pomiędzy wykonaniem tynku ciepłochronnego (perlitowego) a wykonaniem tynku ochronnego. Dla zastosowanej grubości ciepłochronnej wyprawy tynkarskiej przerwa między poszczególnymi etapami powinna wynosić co najmniej 10 dni – tym samym ewentualne zbyt wczesne wykonanie warstwy tynku ochronnego uniemożliwiło uzyskanie założonych właściwości przez tynk ciepłochronny (perlitowy).
- **Prawdopodobne niewłaściwe zastosowanie materiału do wykonania tynku ochronnego** – badania laboratoryjne potwierdziły wbudowanie tynku na spoiwie gipsowo-wapiennym zamiast zalecanego klasycznego tynku cementowo-wapiennego. Gips ma niepożądany wpływ na właściwości zapraw cementowych.
- **Niewłaściwe zabezpieczenie wierzchniej warstwy tynku ochronnego** – tynk został pokryty nieprzepuszczalną



Rys. 6. Struktura porów tynku – widok struktury porów: a) tynku ciepłochronnego (perlitowego), b) tynku gipsowo-wapiennego

powłoką malarską z farby lateksowej. Przez to niemożliwa była wymiana wilgoci między tynkiem i otoczeniem, w konsekwencji tego przy zmianach temperatury i wilgotności powietrza pod farbą powstają pęcherze pary wodnej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Baranowski W., Zużycie obiektów budowlanych, Wydawnictwo Ośrodek Szkolenia WACETOB sp. z o.o., Warszawa, 2000
- [2] Praca zbiorowa: Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2007
- [3] Substyk M., Utrzymanie i kontrola okresowa obiektów budowlanych, Wydawnictwo ODDK, Warszawa, 2012
- [4] Thierry J., Zaleski S., Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1982
- [5] Kucharska-Stasiak E., Metody pomiaru zużycia obiektów budowlanych, Materiały Budowlane 2/1995, str. 29–38
- [6] Martinek W., Nabi I., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia. Roboty murarskie, WSIP, Warszawa, 2010
- [7] Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia. Materiały, WSIP, Warszawa, 2010
- [8] Żenczykowski W., Budownictwo ogólne tom 1. Materiały i wyroby budowlane, Arkady, Warszawa, 1992
- [9] Brachaczek W., Siemiński W., Lekkie zaprawy cementowe jako alternatywne rozwiązanie ocieplania budynków od wewnątrz. Wybrane zagadnienia inżynierii środowiska w budownictwie-monografia, PZITB Oddział Opole, 2014, str. 174–184
- [10] Brachaczek W., Siemiński W., Skąd się biorą rysy na powierzchni tynków renowacyjnych? Izolacje 7–8/2013
- [11] Gaczek M., Fiszer S., Wyprawy tynkarskie, Izolacje 3/2002, str. 44–48
- [12] Gaczek M., Fiszer S., ABC tynków cz. 1: funkcje i klasyfikacja, Kalejdoskop Budowlany 1/2002, str. 34–35
- [13] Gaczek M., Fiszer S., ABC tynków cz. 2: tynki zwykłe – zastosowanie, Kalejdoskop Budowlany 2/2002, str. 26–29
- [14] Gaczek M., Fiszer S., ABC tynków cz. 3: tynki zwykłe – wykonanie, Kalejdoskop Budowlany 3/2002, str. 22–25
- [15] Siemiński W., Brachaczek W., Tynki renowacyjne. Materiały Budowlane 6/2013, str. 52–56
- [16] Brachaczek W., Modelowanie technologii wytwarzania tynków renowacyjnych w aspekcie wytrzymałości na ściskanie, XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Fizyka budowli w teorii i praktyce, Słok k. Belchatowa, 2013, str. 213–218
- [17] Brachaczek W., Juraszek J., Tynki renowacyjne-aktualne zagadnienia, IX Symposium Budownictwo ogólne-zagadnienia konstrukcyjne, materiałowe i ciepło-wilgotnościowe w budownictwie, Bydgoszcz-Przysiek k. Torunia, 2015, str. 105–118
- [18] Chładzyński A., Spoiwa gipsowe w budownictwie, Dom Wydawniczy MEDIUM, wydanie I, Warszawa, 2008
- [19] Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych: część 7, rozdział 7, podrozdział 1, Tynki
- [20] PN-B-10100:1970 Roboty tynkowe. Tynki zwykłe. Wymagania i badania przy odbiorze
- [21] PN-B-04500:1985 Zaprawy budowlane. Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych
- [22] PN-EN 998-1:2004 Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 1: Zaprawa tynkarska
- [23] PN-B-10109:1998 Suche mieszanki tynkarskie
- [24] PN-B-14501:1990 Zaprawy budowlane zwykłe
- [25] PN-EN 13279-1:2007 Spoiwa gipsowe i tynki gipsowe, Część 1. Definicje i wymagania
- [26] PN-EN 13279-2:2007 Spoiwa gipsowe i tynki gipsowe, Część 2. Metody badań
- [27] Instrukcji ITB nr 334/2002: Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków, Wydawnictwo ITB, Warszawa, 2002
- [28] Instrukcji ITB nr 418/2006: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych, część C: Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 8: Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków, Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa, 2006