

Maciej Rokiel

RENOWACJE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

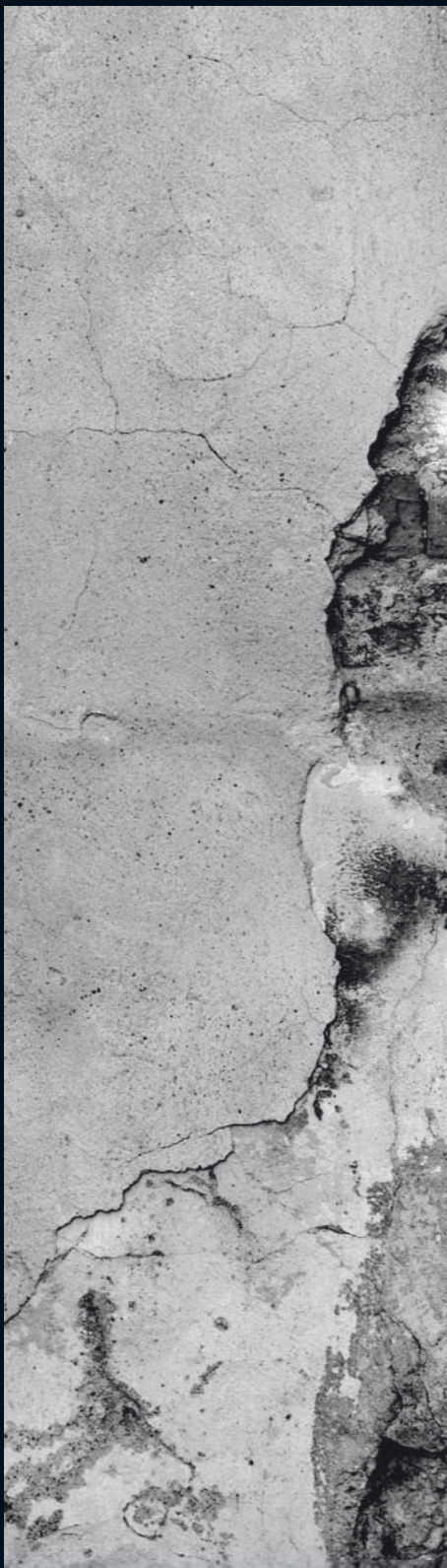
Projektowanie i warunki techniczne
wykonania i odbioru robót

IZOLACJE
PREZENTUJA

nr 3/2013

Wydanie specjalne
miesięcznika IZOLACJE

ISSN 2300-3944
nakład: 8 tys. egz.
cena: 43 zł (w tym 5% VAT)



MGR INŻ. MACIEJ ROKIEL

RENOWACJE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

**Projektowanie i warunki techniczne
wykonania i odbioru robót**



Warszawa 2013

Współautorstwo rozdziałów: 1, 3.7, 3.8 i 3.9
Cezariusz Magott

Zespół redakcyjny
Anna Wrona – opracowanie
Jarosław Guzał – redaktor naczelny
Agnieszka Korzeniewska – sekretarz redakcji

Korekta
Monika Mucha

Projekt okładki
Łukasz Gawroński

© Copyright by GRUPA MEDIUM 2013

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie, w jakikolwiek sposób elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

ISSN 2300-3944

Wydawca i rozpowszechnianie
GRUPA MEDIUM
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60

Redakcja techniczna
GRUPA MEDIUM

Skład i łamanie
GRUPA MEDIUM

Druk
Zakłady Graficzne „Taurus”

Warszawa 2013

Publikacja wydana pod patronatem miesięcznika

**IZOLACJE**
budownictwo | przemysł | ekologia

SPIS TREŚCI

O Autorze	7
Wstęp	8
1. Diagnostyka w renowacji – zalecenia ogólne	10
1.1. Najważniejsze parametry oraz definicje określające zachowanie się materiałów pod wpływem wody i wilgoci	10
1.2. Źródła zawilgocenia obiektów	15
1.3. Wybrane przyczyny zawilgocenia obiektów i ich objawy wizualne	17
1.3.1. Ukształtowanie terenu i odprowadzenie wód opadowych	17
1.3.2. Woda podciągana kapilarnie	17
1.3.3. Ominięcie izolacji	18
1.3.4. Bezpośrednie oddziaływanie wód opadowych	18
1.3.5. Kondensacja pary wodnej	19
1.3.6. Higroskopijność materiałów budowlanych	19
1.3.7. Łączne oddziaływanie kilku rodzajów wilgoci	20
1.4. Ogólne zalecenia diagnostyczne	22
1.5. Planowanie prac renowacyjnych	33
2. Przepona pozioma	38
2.1. Materiały iniekcyjne	39
2.2. Wymogi ogólne stawiane podłożu	40
2.3. Zasady ogólne wykonywania prac	43
2.3.1. Iniekcja ciśnieniowa	46
2.3.1.1. Przygotowanie podłoża	46
2.3.1.2. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	46
2.3.1.3. Przygotowanie materiału	47
2.3.1.4. Wykonywanie iniekcji	47
2.3.2. Iniekcja grawitacyjna (bezciśnieniowa)	51
2.3.2.1. Przygotowanie podłoża	51
2.3.2.2. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	51
2.3.2.3. Przygotowanie materiału	51
2.3.2.4. Wykonywanie iniekcji	51
2.3.3. Iniekcja wstępna wypełniająca pustki	53
2.3.4. Kontrola podczas wykonywania iniekcji	53
2.3.5. Kontrola po wykonaniu robót	55
3. Izolacja pionowa oraz izolacja posadzki	56
3.1. Materiały do wykonywania izolacji powłokowych	58
3.1.1. Bezspoinowe materiały bitumiczne	58
3.1.1.1. Masy asfaltowe	58
3.1.1.2. Polimerowo-bitumiczne, grubowarstwowe masy uszczelniające (masy KMB)	61

3.1.2.	Bezspoinowe materiały cementowe	63
3.1.2.1.	Elastyczne szlamy (mikrozaprawy) uszczelniające	63
3.1.2.2.	Sztywne szlamy (mikrozaprawy) uszczelniające	65
3.1.3.	Rolowe materiały bitumiczne	65
3.1.4.	Rolowe materiały z tworzyw sztucznych	68
3.1.5.	Zasady doboru materiałów do wykonywania powłok wodochronnych	68
3.1.6.	Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu	70
3.2.	Izolacja z mas asfaltowych i mas KMB	75
3.2.1.	Wymagania stawiane podłożu	75
3.2.2.	Przygotowanie podłoża	76
3.2.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	77
3.2.4.	Przygotowanie materiału	79
3.2.5.	Aplikacja materiału	79
3.2.6.	Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej	80
3.2.7.	Kontrola po wykonaniu robót	83
3.2.8.	Ułożenie warstw ochronnych	83
3.3.	Izolacja z mikrozapraw (szlamów) uszczelniających	84
3.3.1.	Wymagania stawiane podłożu	84
3.3.2.	Przygotowanie podłoża	85
3.3.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	85
3.3.4.	Przygotowanie materiału	86
3.3.5.	Aplikacja materiału	87
3.3.6.	Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej	88
3.3.7.	Kontrola po wykonaniu robót	91
3.3.8.	Ułożenie warstw ochronnych	91
3.4.	Izolacja z rolowych materiałów bitumicznych	91
3.4.1.	Wymagania stawiane podłożu	91
3.4.2.	Przygotowanie podłoża	92
3.4.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	93
3.4.4.	Przygotowanie materiału	94
3.4.5.	Aplikacja materiału	94
3.4.5.1.	Papy termozgrzewalne	94
3.4.5.2.	Membrany samoprzylepne	95
3.4.5.3.	Papy klejone masą asfaltową	95
3.4.6.	Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej	96
3.4.7.	Kontrola po wykonaniu robót	96
3.4.8.	Ułożenie warstw ochronnych	96
3.5.	Izolacja z materiałów rolowych z tworzyw sztucznych	97
3.5.1.	Wymagania stawiane podłożu	97
3.5.2.	Przygotowanie podłoża	98
3.5.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	99
3.5.4.	Przygotowanie materiału	99
3.5.5.	Aplikacja materiału	100
3.5.6.	Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej	100
3.5.7.	Kontrola po wykonaniu robót	100
3.5.8.	Ułożenie warstw ochronnych	100
3.6.	Warstwy rozdzielające i ochronne	100
3.7.	Materiały do wykonywania iniekcji	102
3.7.1.	Materiały do iniekcji strukturalnych	102
3.7.2.	Materiały do iniekcji kurtynowych	102
3.8.	Iniekcja strukturalna	103
3.8.1.	Przygotowanie podłoża	104
3.8.2.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	104

3.8.3.	Wykonywanie iniekcji	105
3.8.4.	Kontrola podczas wykonywania iniekcji	106
3.8.5.	Kontrola po wykonaniu robót	106
3.9.	Iniekcja kurtynowa	106
3.9.1.	Przygotowanie podłoża	107
3.9.2.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	107
3.9.3.	Wykonywanie iniekcji	107
3.9.4.	Kontrola podczas wykonywania iniekcji	109
3.9.5.	Kontrola po wykonaniu robót	109
4.	System tynków renowacyjnych	112
4.1.	Składniki systemu tynków renowacyjnych	113
4.2.	Wymagania ogólne stawiane podłożu pod pierwszą warstwę systemu	119
4.3.	Wykonanie systemu tynków dla wysokiego stopnia zasilenia	119
4.3.1.	Wymagania stawiane podłożu.	119
4.3.2.	Przygotowanie podłoża	120
4.3.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	122
4.3.4.	Przygotowanie materiału	122
4.3.4.1.	Obrzutka	122
4.3.4.2.	Tynk podkładowy i renowacyjny	123
4.3.4.3.	Szpachla wygładzająca	123
4.3.5.	Aplikacja systemu	124
4.3.5.1.	Tynk podkładowy	124
4.3.5.2.	Kontrola podczas nakładania tynku podkładowego	124
4.3.5.3.	Pielęgnacja tynku podkładowego	125
4.3.5.4.	Kontrola przed nakładaniem tynku renowacyjnego	126
4.3.5.5.	Tynk renowacyjny	126
4.3.5.6.	Kontrola podczas nakładania tynku renowacyjnego	126
4.3.5.7.	Pielęgnacja tynku renowacyjnego	127
4.3.5.8.	Kontrola po związaniu tynku renowacyjnego	127
4.3.5.9.	Kontrola przed nakładaniem zaprawy wygładzającej	127
4.3.5.10.	Zaprawa (szpachla) wygładzająca	127
4.3.5.11.	Kontrola podczas nakładania szpachli wygładzającej	128
4.3.5.12.	Pielęgnacja zaprawy wygładzającej	128
4.3.5.13.	Kontrola po związaniu zaprawy wygładzającej	128
4.3.5.14.	Kontrola przed wykonaniem wymalowań	128
4.3.5.15.	Wykonywanie wymalowań ochronnych	129
4.3.5.16.	Kontrola podczas wykonywania wymalowań	129
4.3.5.17.	Pielęgnacja wymalowań	129
4.3.5.18.	Kontrola po wyschnięciu wymalowań	129
4.4.	Wykonanie systemu tynków dla średniego stopnia zasilenia	130
4.4.1.	Wymagania stawiane podłożu.	130
4.4.2.	Przygotowanie podłoża	130
4.4.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	130
4.4.4.	Przygotowanie materiału	130
4.4.4.1.	Obrzutka	130
4.4.4.2.	Tynk renowacyjny	130
4.4.4.3.	Szpachla wygładzająca	130
4.4.5.	Aplikacja systemu	130
4.4.5.1.	Tynk renowacyjny – pierwsza warstwa	131
4.4.5.2.	Kontrola podczas nakładania pierwszej warstwy tynku renowacyjnego	131
4.4.5.3.	Pielęgnacja pierwszej warstwy tynku renowacyjnego	131

4.4.5.4.	Kontrola przed nakładaniem drugiej warstwy tynku renowacyjnego . . .	131
4.4.5.5.	Tynk renowacyjny – druga warstwa	131
4.4.5.6.	Kontrola podczas nakładania drugiej warstwy tynku renowacyjnego . .	131
4.4.5.7.	Pielęgnacja drugiej warstwy tynku renowacyjnego	131
4.4.5.8.	Kontrola po związaniu tynku renowacyjnego	131
4.4.5.9.	Kontrola przed nakładaniem zaprawy wygładzającej	132
4.4.5.10.	Zaprawa (szpachla) wygładzająca	132
4.4.5.11.	Kontrola podczas nakładania szpachli wygładzającej	132
4.4.5.12.	Pielęgnacja zaprawy wygładzającej	132
4.4.5.13.	Kontrola po związaniu zaprawy wygładzającej	132
4.4.5.14.	Kontrola przed wykonaniem wymalowań	132
4.4.5.15.	Wykonywanie wymalowań ochronnych	132
4.4.5.16.	Kontrola podczas wykonywania wymalowań	132
4.4.5.17.	Pielęgnacja wymalowań	133
4.4.5.18.	Kontrola po wyschnięciu wymalowań	133
4.5.	Wykonanie systemu tynków dla niskiego stopnia zasolenia	133
4.5.1.	Wymagania stawiane podłożu	133
4.5.2.	Przygotowanie podłoża	133
4.5.3.	Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac	133
4.5.4.	Przygotowanie materiału	133
4.5.4.1.	Obrzutka	133
4.5.4.2.	Tynk renowacyjny	133
4.5.4.3.	Szpachla wygładzająca	134
4.5.5.	Aplikacja systemu	134
4.5.5.1.	Tynk renowacyjny	134
4.5.5.2.	Kontrola podczas nakładania tynku renowacyjnego	134
4.5.5.3.	Pielęgnacja tynku renowacyjnego	134
4.5.5.4.	Kontrola po związaniu tynku renowacyjnego	134
4.5.5.5.	Kontrola przed nakładaniem zaprawy wygładzającej	135
4.5.5.6.	Zaprawa (szpachla) wygładzająca	135
4.5.5.7.	Kontrola podczas nakładania szpachli wygładzającej	135
4.5.5.8.	Pielęgnacja zaprawy wygładzającej	135
4.5.5.9.	Kontrola po związaniu zaprawy wygładzającej	135
4.5.5.10.	Kontrola przed wykonaniem wymalowań	135
4.5.5.11.	Wykonywanie wymalowań ochronnych	135
4.5.5.12.	Kontrola podczas wykonywania wymalowań	135
4.5.5.13.	Pielęgnacja wymalowań	136
4.5.5.14.	Kontrola po wyschnięciu wymalowań	136
4.6.	Badania stwardniałej zaprawy tynkarskiej w obiekcie	136
5.	Detale i prace uzupełniające	137
5.1.	Detale	137
5.1.1.	Wtórna izolacja zewnętrzna (powłokowa)	137
5.1.2.	Wtórna izolacja pionowa typu wannowego	139
5.1.3.	Iniekcja kurtynowa	142
5.1.4.	Iniekcja strukturalna	142
5.2.	Iniekcje uszczelniające	143
5.2.1.	Dobór iniektu	143
5.2.2.	Iniekcje zamykające oraz uszczelniające rysy i pęknięcia	144
Literatura		148

O AUTORZE

Maciej Rokiel – mgr inż., absolwent Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. Od kilkunastu lat jest związany z branżą chemii budowlanej. Na łamach prasy fachowej publikuje artykuły dotyczące nowoczesnych technologii i poprawnych rozwiązań technologiczno-materiałowych hydroizolacji balkonów, tarasów, pomieszczeń mokrych i basenów. Zajmuje się również zagadnieniami związanymi z kompleksową renowacją starych, zawilgoczonych i zasolonych budynków oraz kosztorysowaniem nowych technologii. Współpracuje z Polskim Stowarzyszeniem Mykologów Budownictwa.

Udostępniamy Państwu fragment książki Macieja Rokiel **Renowacje obiektów budowlanych. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót.**

Autor wyjaśnia, jak przeprowadzić analizę stanu budynku i tłumaczy, na czym polegają prace naprawczo-renowacyjne oraz jak się do nich przygotować. Opisuje też system tynków renowacyjnych – ich składniki, wykonanie i aplikację.

**Jak prawidłowo przeprowadzić renowację budynku?
Książka w pełnej wersji dostępna w Księgarni Technicznej. Zamów!**

WSTĘP

Zagadnienia związane z renowacją należą do trudnych i złożonych. Dotyczy to zwłaszcza prac wykonywanych w obiektach zabytkowych, w których optymalnym rozwiązaniem byłoby powtórzenie oryginalnej technologii, co z różnych względów często okazuje się niemożliwe. W takich sytuacjach należy stosować materiały dobrze współpracujące z materiałem oryginalnym, umożliwiające łatwą naprawę, a niekiedy wielokrotne powtarzanie zabiegów zabezpieczających.

Prace naprawczo-renowacyjne polegają przede wszystkim na odtwarzaniu izolacji poziomej i pionowej, a także rozwiązaniu problemów wynikających z obecności związków soli w zawilgoconym murze. Jeżeli to konieczne, muszą podawać sposoby osuszania obiektu oraz naprawy elewacji. Mogą także obejmować zespół czynności towarzyszących, np. udrożnienie lub zmianę sposobu odprowadzenia wód opadowych, reprofilację terenu czy naprawę lub wykonanie nowych instalacji.

Do renowacji należy podchodzić kompleksowo, na podstawie opracowanego w odniesieniu do danej sytuacji rozwiązania technologiczno-materiałowego, z uwzględnieniem konkretnych produktów. Niezwykle ważne jest, aby podczas wyboru technologii naprawy uwzględnić ograniczenia wynikające z warunków i struktury odnawianego obiektu oraz właściwości zastosowanych materiałów. Nie wolno kierować się jedynie materiałami reklamowymi – producenci podają w nich zalety produktów, nie informują natomiast o ewentualnych ograniczeniach, wadach czy konsekwencjach złego zastosowania.

W każdej sytuacji należy sprawdzić, czy zmiany funkcjonalne nie spowodują późniejszych problemów w eksploatacji. Z zabytkowego dworku nie można bezkrytycznie zrobić np. apartamentu z basenem, sauną, garażem i jacuzzi (co czasem trudno wytłumaczyć inwestorom). Nieprzemyślane zastępowanie oryginalnych wapiennych czy wapienno-cementowych tynków mocnymi cementowymi, wymiana okien na bardzo szczelne z tworzywa sztucznego, nowoczesna aranżacja łazienek z kabiną natryskową lub prysznicem w starym budynku o niesprawnej czy nieistniejącej wentylacji skutkują pojawieniem się kolonii grzybów na ścianach. Wraz z instalacją c.o. i ogrzewaniem podłogowym, umożliwiającymi normalne użytkowanie obiektu, pojawiają się nowe źródła pary wodnej.

Skutkiem lekceważącego podejścia do renowacji i sposobu użytkowania obiektu są zatem nowe kłopoty, najczęściej związane z wilgocią. Przykładowo: stare mury, chociaż bardzo grube, nie spełniają obecnych wymogów termoizolacyjności. Ogrzewanie pomieszczeń dostarcza dużej ilości ciepła, a ogrzane powietrze w zetknięciu z zimnymi ścianami skrapla się na ich powierzchni. Wentylacja (jeżeli istnieje) nie jest w stanie zapewnić odpowiedniej wymiany powietrza i usunąć nadmiaru wilgoci. W takich sytuacjach pierwszym odruchem jest zwykle chęć docieplenia ścian. Skoro są zimne i skrapla się na nich para wodna, to wydaje się, że trzeba je zaizolować, aby nie

zachodził efekt skraplania. Ponieważ docieplenie od zewnątrz jest często problematyczne (np. ze względu na tynk renowacyjny lub bogato zdobione elewacje), pojawia się pytanie, czy można docieplać od wewnątrz i jakie materiały będą w danej sytuacji najlepsze (wełna, styropian, płyty klimatyczne). Należy zdawać sobie sprawę, że tego typu próby bez wykonania szczegółowych analiz ciepłno-wilgotnościowych jedynie pogorszą sytuację. W ten sposób uda się wprowadzić zapewnić niską wartość współczynnika przenikania ciepła U, ale doprowadzimy do kondensacji pary wodnej. Jeżeli będzie ona w murze, należy ustalić, w której jego części, o jakiej szerokości i gdzie zostanie odprowadzona. Możliwe, że do wnętrza budynku, co pogorszy jeszcze warunki ciepłno-wilgotnościowe.

W wielu przypadkach należałoby wykonać obliczenia numeryczne także w odniesieniu do stanu niestacjonarnego (zmiennych warunków temperaturowych i wilgotnościowych, z uwzględnieniem opadów, promieniowania słonecznego itp.). Bez tego może się okazać, że współczynnik U ma wartość czysto teoretyczną, a do wnętrza budynku dostarczone zostanie bardzo dużo wilgoci.

Innym problemem jest mieszanie systemów. Często zapomina się, że materiały w systemach charakteryzują się tzw. przestrzenią dobrej współpracy. Wprowadzenie materiału spoza systemu lub pominięcie jakiejś operacji technologicznej może mieć w przyszłości opłakane skutki.

Osobnym tematem jest jakość wykonywanych robót. Niestety, rynek kieruje się najczęściej kryterium ceny, a prace renowacyjne nie należą do tanich. Skutki ich zaniechania bywają jednak dużo bardziej dotkliwe. Podobnie odstępstwa od opracowanych technologii czy wszelkie zmiany, wynikające np. z nacisków inwestora liczącego na (pozorne) oszczędności lub wykonawcy, który źle skalkulował koszt robót i szuka oszczędności (co przy braku fachowego nadzoru nie jest takie trudne). Ponadto w dokumentacji projektowej pojawiają się ewidentne błędy, wynikające z niewiedzy czy chęci szybkiego zysku, np. pomijanie niektórych podstawowych badań. Nagminne jest również lekceważenie reżimu technologicznego, wymuszane bardzo często przez samych inwestorów podających w specyfikacji istotnych warunków zamówienia terminy nie tylko nierealne ze względu na konieczność wykonywania prac zgodnie ze sztuką budowlaną, lecz także sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem. Środki finansowe marnotrawione są przede wszystkim w obiektach, w których przeprowadzenie prac wymaga spełnienia wymogów ustawy o zamówieniach publicznych. Tam jedynym kryterium jest cena. W efekcie zwykle likwiduje się skutki, a nie przyczyny, do tego najtańszą techniką, której w Europie Zachodniej nie stosuje się od ponad trzydziestu lat.

Nie chodzi jednak o to, aby odżegnywać się od nowoczesności w starych obiektach. Renowacja wykonana fachowo, na podstawie starannie opracowanego projektu, przy zastosowaniu przemyślanych rozwiązań technicznych, popartych rzetelną analizą stanu danego obiektu pozwoli potencjalnemu inwestorowi długo cieszyć się pięknem starych dworków i obiektów.

Jak prawidłowo przeprowadzić renowację budynku?
Książka w pełnej wersji dostępna w Księgarni Technicznej. Zamów!

1. DIAGNOSTYKA W RENOWACJI

– ZALECENIA OGÓLNE

1.1. NAJWAŻNIEJSZE PARAMETRY ORAZ DEFINICJE OKREŚLAJĄCE ZACHOWANIE SIĘ MATERIAŁÓW POD WPŁYWEM WODY I WILGOCI

Gęstość (masa właściwa), ρ

Masa m jednostki objętości suchego materiału V_a bez uwzględniania wielkości porów wewnątrz materiału (materiał w stanie sproszkowanym) [kg/dm^3], [g/cm^3]; wyznaczana według wzoru:

$$\rho = \frac{m}{V_a}$$

Gęstość pozorna (objętościowa), ρ_o

Masa m_s jednostki objętości V suchego materiału w stanie naturalnym z uwzględnieniem objętości porów [kg/dm^3], [g/cm^3]; wyznaczana według wzoru:

$$\rho_o = \frac{m_s}{V}$$

Szczelność, s

Stosunek gęstości pozornej do gęstości suchego materiału; wyznaczany według wzoru:

$$s = \frac{\rho_o}{\rho}$$

gdzie:

ρ_o – gęstość pozorna (objętościowa) [kg/dm^3], [g/cm^3],

ρ – gęstość (masa właściwa) [kg/dm^3], [g/cm^3].

Porowatość, p

Parametr określający część objętości materiału zajmowaną przez pory [%]; wyznaczany według wzoru:

$$p = \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right) \cdot 100\% = (1 - s) \cdot 100\%$$

gdzie:

ρ_o – gęstość pozorna (objętościowa) [kg/dm^3], [g/cm^3],

ρ – gęstość (masa właściwa) [kg/dm^3], [g/cm^3].

Wilgotność masowa, w_m

Stosunek masy wody znajdującej się w materiale do masy suchego materiału [%]; wyznaczany według wzoru:

$$w_m = \frac{m_w - m_s}{m_s} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{wody}}}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

m_w – masa wilgotnej próbki [kg], [g],

m_s – masa próbki po wysuszeniu do stałej masy [kg], [g],

m_{wody} – masa wody znajdującej się w próbce [kg], [g].

Wilgotność objętościowa, w_o

Stosunek objętości wody znajdującej się w materiale do objętości suchego materiału [%]; wyznaczany według wzoru:

$$w_o = \frac{\frac{m_w - m_s}{\rho_w}}{\frac{m_s}{\rho_o}} \cdot 100\% = w_m \cdot \frac{\rho_w}{\rho_o}$$

gdzie:

m_w – masa wilgotnej próbki [kg], [g],

m_s – masa próbki po wysuszeniu do stałej masy [kg], [g],

ρ_w – gęstość wody [kg/m³], [g/cm³],

ρ_o – gęstość objętościowa badanego materiału [kg/m³], [g/cm³],

w_m – wilgotność masowa [%].

Wilgotność higroskopijna, w_h

Stosunek masy wody wchłoniętej przez materiał z powietrza w określonych warunkach ciepłno-wilgotnościowych (przy określonej wilgotności względnej powietrza) do masy suchego materiału [%]; wyznaczany według wzoru:

$$w_h = \frac{m_w - m_s}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

m_w – masa wilgotnej próbki [kg], [g], zawilgoconej do stałej masy w konkretnych warunkach ciepłno-wilgotnościowych,

m_s – masa próbki po wysuszeniu do stałej masy [kg], [g].

Pełne nasycenie wilgocią (nasiąkliwość), $w_{\text{maks.}}$

Wilgotność masowa próbki w stanie pełnego nasycenia wodą (maksymalna wilgotność masowa) [%]; wyznaczana według wzoru:

$$w_{\text{maks.}} = \frac{m_n - m_s}{m_s} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{wody}}}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

m_n – masa próbki w stanie nasycenia wodą [kg], [g],

m_s – masa suchej próbki [kg], [g],

m_{wody} – masa wody znajdującej się w próbce [kg], [g].

W praktyce parametr ten oznacza, że cała objętość porów zdolnych do przewodzenia i magazynowania wilgoci jest wypełniona.

Stopień przesiąknięcia wilgocią

Parametr pozwalający na ocenę stanu zawilgocenia muru, określający, jaki procent porów wypełnionych jest wodą. Wyróżnia się:

» higroskopijny stopień przesiąknięcia wilgocią $DFG_{higr.}$ (z niem. *Durchfeuchtungsgrad* – stopień przesiąknięcia wilgocią); wyznaczany według wzoru:

$$DFG_{higr.} = \frac{W_h}{W_{maks.}} \cdot 100\%$$

gdzie:

W_h – higroskopijna wilgotność próbki (masowa) [%],

$W_{maks.}$ – wilgotność w stanie pełnego nasycenia wilgocią (maksymalna wilgotność masowa) [%];

» całkowity stopień przesiąknięcia wilgocią $DFG_{całk.}$; wyznaczany według wzoru:

$$DFG_{całk.} = \frac{W_m}{W_{maks.}} \cdot 100\%$$

gdzie:

W_m – wilgotność masowa próbki [%],

$W_{maks.}$ – wilgotność w stanie pełnego nasycenia wilgocią (maksymalna wilgotność masowa) [%].

Współczynnik przenikania ciepła, U

Iloraz gęstości strumienia ciepła przepływającego między dwoma obszarami powietrznymi rozdzielonymi przegrodą przy jednostkowej różnicy temperatur powietrza po obu stronach elementu, wyrażony w stanie ustalonym [$W/(m^2 \cdot K)$].

Współczynnik temperaturowy powierzchni wewnętrznej, f_{Rsi}

Bezwymiarowy współczynnik równy ilorazowi różnicy temperatury wewnętrznej powierzchni przegrody oraz powietrza i różnicy temperatury powietrza w pomieszczeniu oraz powietrza zewnętrznego; wyznaczany według wzoru:

$$f_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

gdzie:

Θ_{si} – temp. wewnętrznej powierzchni [°C],

Θ_i – temp. wewnętrznego powietrza [°C],

Θ_e – temp. zewnętrznego powietrza [°C].

Służy do oceny ryzyka powierzchniowej kondensacji pary wodnej. Obliczona wielkość f_{Rsi} przegrody i węzłów konstrukcyjnych (z uwzględnieniem sposobu użytkowania pomieszczenia, jego przeznaczenia oraz zewnętrznych warunków ciepłno-wilgotnościowych) musi być nie mniejsza niż wymagana wartość krytyczna podana w normie PN-EN ISO 13788:2003 [1].

Punkt rosy

Temperatura, do której należy ochłodzić powietrze o określonej zawartości pary wodnej (wilgotności), tak aby para ta osiągnęła stan nasycenia.

Stopień zasolenia

Procentowa (w stosunku do masy), określona laboratoryjnie ilość azotanów, siarczanów i chlorków, definiująca obciążenie przegrody szkodliwymi solami. Według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] jest podstawą do zaprojektowania układu i grubości warstw systemu tynków renowacyjnych.

Współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej, μ

Wskaźnik określający, ile razy wyższy jest opór dyfuzji warstwy materiału od oporu dyfuzyjnego warstwy powietrza o tej samej grubości i w tych samych warunkach.

Zastępczy (porównawczy) opór dyfuzyjny, S_d

Grubość warstwy nieruchomego powietrza, wyrażona w metrach, której opór dyfuzyjny dla pary wodnej jest taki sam jak warstwy materiału o grubości d [m].

System tynków renowacyjnych

Zespół kompatybilnych ze sobą tynków składających się przynajmniej z obrzutki, tynku podkładowego i tynku renowacyjnego, stosowany do kompleksowej renowacji wilgotnych i zasolonych murów. Składnikami uzupełniającymi systemu mogą być szpachla wygładzająca oraz farby do wymalowań.

Obrzutka

Warstwa zaprawy nakładana na podłoże w celu poprawienia przyczepności tynku podkładowego lub renowacyjnego.

Tynk podkładowy WTA

Fabrycznie przygotowana, sucha mieszanka do wykonywania tynków, spełniająca wymagania instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2], stosowana do wyrównywania podłoża pod tynk renowacyjny WTA lub jako warstwa systemu magazynująca szkodliwe sole budowlane (w sytuacji wysokiego stopnia zasolenia przegrody).

Tynk renowacyjny WTA

Fabrycznie przygotowana, sucha mieszanka do wykonywania tynków, spełniająca wymagania instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2], przeznaczona do wilgotnych/mokrych i zasolonych murów jako warstwa magazynująca szkodliwe sole budowlane.

Cienkowarstwowa zaprawa (szlam, mikrozaprawa) uszczelniająca

Jedno- lub dwuskładnikowa wodoszczelna i wodoodporna polimerowo-cementowa powłoka (zaprawa) o gr. 2–3 mm, stosowana do wykonywania bezspoinowych powłok wodochronnych. Szlam elastyczny może mostkować rysy podłoża o szer. rozwarcia nie mniejszej niż 0,5 mm.

Roztwór asfaltowy

Roztwór asfaltu przemysłowego w dyspersji wodnej lub rozpuszczalniku organicznym.

Emulsja asfaltowa

Wielofazowy układ wody, asfaltu, wypełniaczy, emulgatorów i dodatków uplastyczniających oraz – w emulsjach asfaltowych modyfikowanych – polimerów.

Masa asfaltowa

Roztwór asfaltu w dyspersji wodnej lub rozpuszczalnikach organicznych z dodatkiem wypełniaczy i dodatków uszlachetniających oraz – w masach modyfikowanych – polimerów.

Grubowarstwowa, modyfikowana polimerami bitumiczna masa uszczelniająca (masa KMB)

Elastyczna, jedno- lub dwuskładnikowa masa na bazie emulsji bitumicznych, modyfikowana tworzywami sztucznymi (polimerami), do wykonywania uszczelnień przeciwwilgociowych i przeciwwodnych. Może zawierać dodatkowe wypełniacze lub włókna.

Izolacja przeciwwilgociowa

Hydroizolacja wykonywana w części podziemnej i przyziemiu budynku posadowionego powyżej zwierciadła wody gruntowej, gdy nie występuje hydrostatyczne parcie wody opadowej na fundamenty/ściany fundamentowe.

Izolacja przeciwwodna

Hydroizolacja wykonywana w części podziemnej i przyziemiu budynku posadowionego powyżej zwierciadła wody gruntowej, lecz w gruntach nieprzepuszczalnych, gdy występuje hydrostatyczne parcie wody opadowej. Wykonuje się ją również wtedy, gdy fundamenty budynku (lub ich fragmenty) są położone poniżej zwierciadła wody gruntowej.

Papa

Rolowy materiał hydroizolacyjny składający się z osnowy (wkładki) nasyconej (lub nasyconej i powleczonej) bitumem, przeznaczony do wykonywania pionowych lub poziomych izolacji wodochronnych.

Papa termozgrzewalna

Papa o wysokiej zawartości masy bitumicznej, na osnowie z tworzywa sztucznego, mocowana do podłoża przez nadtopienie palnikiem masy znajdującej się na spodniej części wstęgi i docięnięciu jej do podłoża.

Samoprzylepna membrana bitumiczna

Rolowy materiał bitumiczny (papa), którego spodnia część powleczona jest specjalną masą asfaltową i powłoką klejącą, umożliwiającą jego przyklejenie do podłoża.

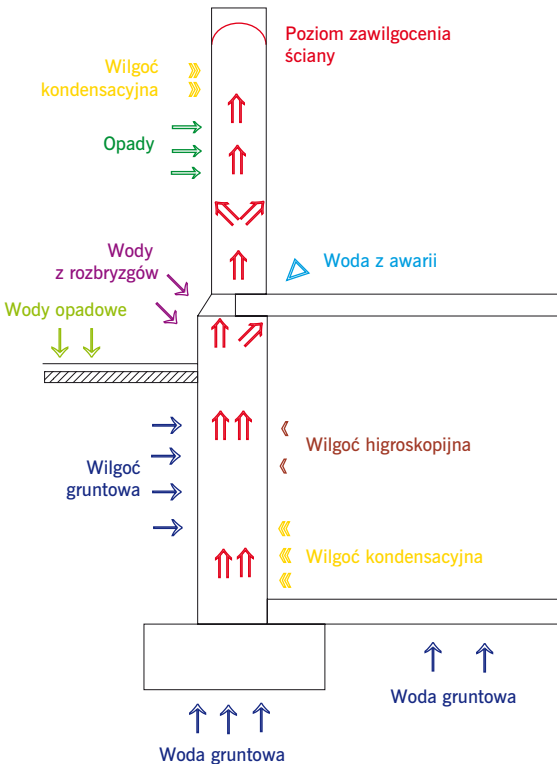
Folia z tworzyw sztucznych

Rolowy materiał hydroizolacyjny z tworzyw sztucznych lub kauczuku, występujący w wersjach jednowarstwowej, zbrojonej wewnątrz siatką lub włókniną, bądź wielowarstwowej, przeznaczony do wykonywania pionowych lub poziomych izolacji wodochronnych.

1.2. ŹRÓDŁA ZAWILGOCENIA OBIEKTÓW

Punktem wyjścia w pracach renowacyjnych jest jednoznaczne i precyzyjne określenie przyczyn zawilgocenia (RYS. 1.1). Źródłem może być:

- » oddziaływanie wód znajdujących się w gruncie,
- » oddziaływanie wód opadowych,
- » oddziaływanie wody i wilgoci pochodzącej z instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych,
- » wilgoć pochodzenia kondensacyjnego,
- » higroskopijny pobór wilgoci.

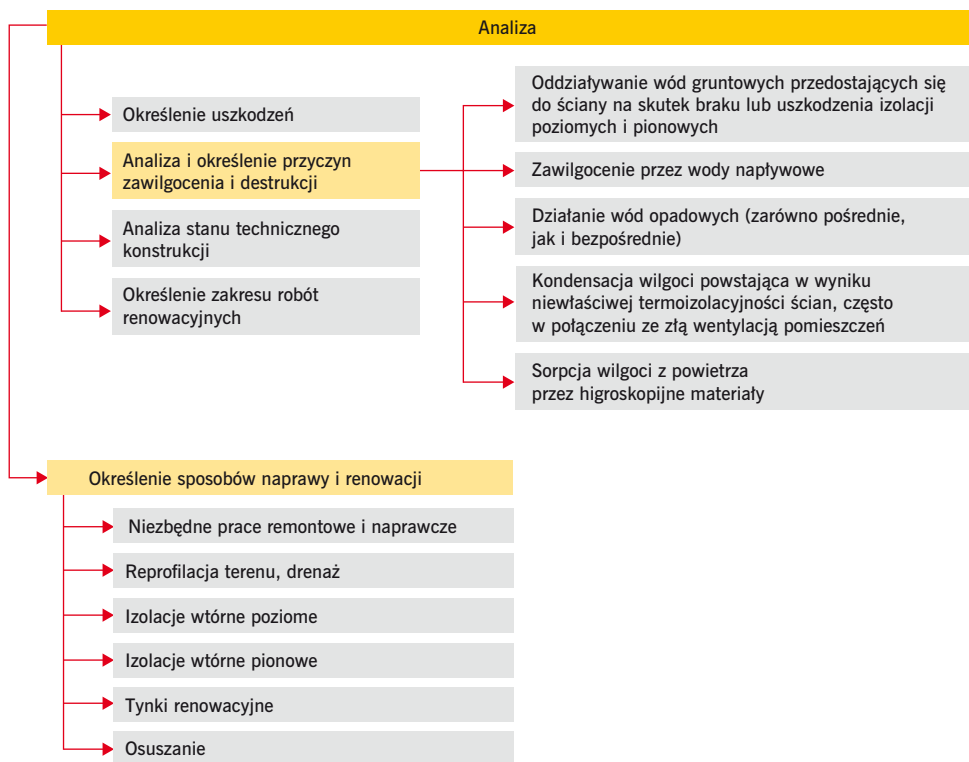


W zależności od przyczyn zawilgocenia, różne są jego wizualne objawy oraz intensywność procesów destrukcyjnych.

Celem prac naprawczo-renowacyjnych jest trwałe zmniejszenie poziomu zawilgocenia obiektu (najczęściej do 3–6% wilgotności masowej), co umożliwia prowadzenie dalszych prac budowlanych/konserwatorskich/wykończeniowych, a po ich wykonaniu – zapewnia właściwą eksploatację obiektu. Ogólny algorytm postępowania przy pracach renowacyjnych pokazano na RYS. 1.2.

Prace naprawczo-renowacyjne obejmują przede wszystkim odtwarzanie izolacji poziomej i pionowej. Muszą rozwiązywać problemy związane z obecnością związków soli w zawilgoconym murze, podawać sposoby osuszania obiektu (np. za pomocą osuszaczy absorpcyjnych, kondensacyjnych itp.) oraz naprawy elewacji (czyszczenie, spoinowanie,

RYS. 1.1. Źródła zawilgocenia; rys.: archiwum autora



rys. 1.2. **Ogólny algorytm postępowania podczas prac renowacyjnych;** rys.: *archiwum autora*

wzmacnianie podłoży, hydrofobizację, scalanie kolorystyczne, naprawę spękanych tynków itp.). Muszą także uwzględniać czynności towarzyszące, takie jak wykonanie nowych instalacji sanitarnych, grzewczych, elektrycznych, wentylacyjnych lub klimatyzacyjnych, udrożnienie bądź zmianę sposobu odprowadzenia wód opadowych czy wreszcie reprofilację otaczającego terenu.

Podczas opracowywania technologii prac naprawczo-renowacyjnych każdy obiekt należy traktować indywidualnie. W obiektach zabytkowych, w których powtórzenie oryginalnej technologii nie zawsze jest możliwe (w skrajnych przypadkach nie musi być także najlepszym rozwiązaniem), należy stosować materiały dobrze współpracujące z materiałem oryginalnym, pozwalające na łatwą naprawę i wielokrotne powtarzanie zabiegów zabezpieczających. Trzeba także uwzględnić przyszły sposób użytkowania obiektu, jednak związane z tym wymagania muszą być dostosowane do realnych możliwości przeprowadzenia prac.

Oddziaływanie wilgoci w murze ściśle związane jest z budową materiałów. Transport wilgoci odbywa się zawsze przez system porów i kapilar w strukturze materiałów. Aby poprawnie określić przyczyny zawilgocenia i podjąć odpowiednie środki zaradcze, należy posiadać wiedzę o strukturze zawilgoconych materiałów i ich właściwościach. Właściwości materiałów budowlanych (cegiet, zapraw, kamieni) określane są przez wiele parametrów, w tym przypadku najistotniejsze są te, które charakteryzują strukturę materiału i jego zachowanie pod wpływem wody i wilgoci

(omówione w rozdziale „Najważniejsze parametry oraz definicje określające zachowanie się materiałów pod wpływem wody i wilgoci” 👉 1.1), a mianowicie:

- » gęstość,
- » gęstość objętościowa,
- » porowatość,
- » wilgotność,
- » stopień przesiąknięcia wilgocią,
- » współczynnik oporu dyfuzyjnego/równoważny opór dyfuzyjny dla pary wodnej.

1.3. WYBRANE PRZYCZYNY ZAWILGOCENIA OBIEKTÓW I ICH OBJAWY WIZUALNE

1.3.1. UKSZTAŁTOWANIE TERENU I ODPROWADZENIE WÓD OPADOWYCH

Przyczyną zawilgocenia obiektu może być układ warstw gruntu i/lub spadek terenu kierujący wodę opadową w stronę budynku. W takiej sytuacji na ścianach murowanych objawy uwidoczniają się zazwyczaj w postaci plam (FOT. 1.1–1.2). Objawy te mogą być niewidoczne na ścianach drewnianych (nawet otynkowanych).

17



1.1



1.2

FOT. 1.1–1.2. Zawilgocenie spowodowane zalewaniem terenu przez wodę opadową spływającą po powierzchni (budynek poddano wcześniej nieskutecznej renowacji); fot.: archiwum autora

1.3.2. WODA PODCIĄGANA KAPILARNIE

Zdolność podciągania kapilarnego zależy od warunków gruntowych (rodzaju i układu warstw gruntu, ukształtowania terenu, a także poziomu wody gruntowej), rodzaju materiału oraz średnicy kapilar. Silne podciąganie charakterystyczne jest dla gliny, nie występuje natomiast w przypadku grubego piasku i żwiru.

W murach wysokość podciągania zależy od rodzaju muru, np. cegła na zaprawie wapienno-cementowej czy cementowej podciąga kapilarnie wodę całym przekrojem. Objawem wskazującym na podciąganie kapilarnie jest pas zawilgocenia o prawie stałej wysokości (FOT. 1.3–1.6).

W przypadku zawilgocenia na skutek podciągania kapilarnego wysokość zawilgocenia ścian wewnętrznych jest wyższa niż ścian zewnętrznych (odwrotnie niż w przypadku zawilgocenia



FOT. 1.3–1.6. Objaw podciągania kapilarnego – pas zawilgocenia o prawie stałej wysokości; fot.: archiwum autora

wodą rozproszoną, pochodzącą np. z opadów – tutaj poziom zawilgocenia ścian zewnętrznych jest nieregularny i z reguły wyższy niż ścian wewnętrznych). Szczelne wymalowanie lub okładzina zwiększają wysokość kapilarnego podciągania wilgoci.

1.3.3. OMINIĘCIE IZOLACJI

Proces podnoszenia się poziomu gruntu przy ścianach jest zazwyczaj długotrwały i powolny. Może być spowodowany np. zmianą użytkowania przyległego terenu.

Zawilgocenie, początkowo niezauważalne, nasila się z upływem czasu i wiąże się z transportem szkodliwych soli, jeżeli przyległy teren (np. trawnik, klomby, rabatki) był regularnie nawożony i podlewany.

Czasami zdarza się, że dywaniki asfaltowe, które służą naprawianiu chodników przyległych do ścian zewnętrznych budynku, omijają izolację poziomą przegród, ponieważ ich poziom przewyższa poziom istniejącej przepony poziomej.

1.3.4. BEZPOŚREDNIE ODDZIAŁYWANIE WÓD OPADOWYCH

Objawy oddziaływania wód opadowych pokazano na FOT. 1.7–1.9. W takich sytuacjach prace renowacyjne muszą uwzględniać naprawę dachu, odwodnień itp.



1.7



1.8



1.9

FOT. 1.7–1.9. Objawy oddziaływania wód opadowych; fot.: archiwum autora

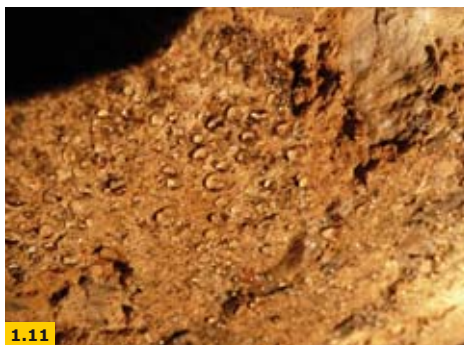
1.3.5. KONDENSACJA PARY WODNEJ

Przyczynami kondensacji pary wodnej w budynku jest zbyt mała izolacyjność termiczna ścian (ciepłe powietrze wewnątrz budynku skrapla się na przegrodach, zwłaszcza w miejscach występowania mostków termicznych – problem ten występuje zazwyczaj zimą) lub zbyt duża bezwładność termiczna budynku. Wiosną i latem masywne, grube ściany, stropy lub sklepienia nagrzewają się stosunkowo wolno, dlatego napływające z zewnątrz cieplejsze powietrze w zetknięciu z chłodną powierzchnią przegrody się skrapla (FOT. 1.10–1.14).

Problemy związane z inercją termiczną mogą dotyczyć zarówno poszczególnych elementów, jak i całego budynku.

1.3.6. HIGROSKOPIJNOŚĆ MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Źródłem poboru wilgoci z otaczającego powietrza są przede wszystkim szkodliwe sole budowlane. Związki te są silnie higroskopijne, wiążą parę wodną, rozpuszczają się i powodują zawilgocenia. Ich objawem są nieregularne, wilgotne lub mokre plamy, pojawiające się i znikające w zależności od warunków atmosferycznych (cieplno-wilgotnościowych) (FOT. 1.15–1.18).



FOT. 1.10–1.14. Kondensacja wilgoci na powierzchni przegrody oraz hydroizolacji; fot.: archiwum autora



1.3.7. ŁĄCZNE ODDZIAŁYWANIE KILKU RODZAJÓW WILGOCI

Bardzo rzadko zdarza się, aby jedyną przyczyną zawilgocenia było podciąganie kapilarne. Wyłącznie na podstawie obrazu zawilgocenia nie można więc określić przyczyn jego powstania (FOT. 1.19–1.20).

W miarę pozioma, znajdująca się na tej samej wysokości linia wskazuje na zawilgocenie na skutek podciągania kapilarnego. Nieregularne, ciemne plamy świadczą o higroskopijnym poborze wilgoci przez zasolony tynk. Plamy i zabrudzenia w dolnej części muru nad poziomem terenu to natomiast objawy oddziaływania wody rozbryzgowej. Łączne oddziaływanie kilku rodzajów wilgoci (rozbryzgowej, wchłoniętej higroskopijnie i kapilarnie) pokazano na FOT. 1.21–1.23.



1.15



1.16



1.17



1.18

FOT. 1.15–1.18. Objawem higroskopijnego poboru wilgoci przez szkodliwe sole budowlane są nieregularne, wilgotne lub mokre plamy, pojawiające się i znikające w zależności od warunków atmosferycznych;

fot.: archiwum autora



1.19



1.20

FOT. 1.19–1.20. Bardzo rzadko zdarza się, żeby występowała tylko jedna przyczyna zawilgocenia; *fot.: archiwum autora*



FOT. 1.21–1.23. Łączne oddziaływanie kilku rodzajów wilgoci (rozbryzgowej, wchłoniętej higroskopijnie i podciągania kapilarnego); fot.: archiwum autora

**Jak prawidłowo przeprowadzić renowację budynku?
Książka w pełnej wersji dostępna w Księgarni Technicznej. Zamów!**