

**Maciej Niedostatkiewicz
Tomasz Majewski
Marcin Burdziński**

**TYNKI W BUDOWNICTWIE OGÓLNYM
WYBRANE BADANIA ORAZ PROBLEMY
EKSPLOATACYJNE**

Gdańsk 2019

ISBN 978-83-60261-67-5

Redakcja:

Katedry Konstrukcji Betonowych

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Politechnika Gdańska

Afiliacja:

Maciej Niedostatkiwicz¹

Tomasz Majewski²

Marcin Burdziński¹

¹Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska,
Katedra Konstrukcji Betonowych

²Pracownia Projektowo-Inżynierska Tomasz Majewski,

© Copyright by Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska,
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska

Monografia / Praca Naukowa: recenzowana w ramach procedury wydawniczej.

Recenzent:

Ireneusz Marzec

Wydanie I

Dostępny on-line w serwisie:

<http://www.geomatyka.eu/publikacje/isbn9788360261675/isbn9788360261675.pdf>

ISBN 978-83-60261-67-5

Gdańsk, 2019

Spis treści

ROZDZIAŁ I WSTĘP	4
1. Wprowadzenie	4
ROZDZIAŁ II DEFINICJE I POJĘCIA PODSTAWOWE.....	5
2. Nazewnictwo techniczne i okołotechniczne	5
ROZDZIAŁ III PODZIAŁ TYNKÓW.....	7
3. Klasyfikacja tynków.....	7
ROZDZIAŁ IV CHARAKTERYSTYKA I ZAKRES STOSOWANIA TYNKÓW	11
4. Tynki w aspekcie środowiska eksploatacji	11
ROZDZIAŁ V PODSTAWOWE WARUNKI WYKONYWANIA TYNKÓW.....	15
5. Uwarunkowania wykonawcze.....	15
ROZDZIAŁ VI SPRZĘTOWE UWARUNKOWANIA REALIZACJI TYNKÓW	18
6. Maszyny i urządzenia do realizacji tynków	18
6.1. Narzędzia do ręcznego wykonania tynków.....	18
6.2. Sprzęt do tynkowania maszynowego	22
ROZDZIAŁ VII USZKODZENIA TYNKÓW	25
7. Dekapitalizacja eksploatacyjna tynków	25
ROZDZIAŁ VIII NAPRAWA TYNKÓW.....	26
8. Rewitalizacja tynków.....	26
ROZDZIAŁ IX BADANIA TYNKÓW WEWNĘTRZNYCH.....	27
9. Badania doświadczalne tynków wewnętrznych	27
9.1. Charakterystyka techniczna tynków wewnętrznych.....	27
9.2. Opis stanowiska badawczego	29
9.3. Wyniki badań tynków wewnętrznych	32
9.4. Analiza wyników badań tynków wewnętrznych	37
9.5. Podsumowanie.....	38
ROZDZIAŁ X PROBLEMY EKSPLOATACYJNE TYNKÓW ZEWNĘTRZNYCH.....	40
10. Tynki zewnętrzne – studium przypadku	40
10.1. Dane ogólne	40
10.2. Opis uszkodzeń wypraw tynkarskich.....	40
10.3. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich	41
10.4. Koncepcja naprawy występujących uszkodzeń.....	43
10.5. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich	44

ROZDZIAŁ XI PROBLEMY EKSPLOATACYJNE TYNKÓW WEWNĘTRZNYCH.....	48
11.1. Tynki wewnętrzne – studium przypadku (1).....	48
11.1.1. Dane ogólne.....	48
11.1.2. Opis uszkodzeń wypraw tynkarskich.....	48
11.1.3. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich.....	49
11.1.4. Koncepcja naprawy występujących uszkodzeń.....	52
11.1.5. Podsumowanie.....	52
11.2. Tynki wewnętrzne – studium przypadku (2).....	55
11.2.1. Dane ogólne.....	55
11.2.2. Opis uszkodzeń wypraw tynkarskich.....	55
11.2.3. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich.....	55
11.2.4. Koncepcja naprawy występujących uszkodzeń.....	59
11.2.5. Podsumowanie.....	59
ROZDZIAŁ XII WNIOSKI KOŃCOWE	65
12. Podsumowanie	65
BIBLIOGRAFIA	66
NORMY, INSTRUKCJE I WYTYCZNE	68
STRESZCZENIE.....	70
ABSTRACT	71
INDEKS OZNACZEŃ.....	72

ROZDZIAŁ I

WSTĘP

1. Wprowadzenie

Wyprawy tynkarskie, potocznie nazywane tynkami wykorzystywane są w budownictwie od wielu tysięcy lat. Niektóre rodzaje tynków stosowane są w prawie niezmienionej postaci do dnia dzisiejszego, jednak wiele nowych typów wypraw tynkarskich opracowano w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat. Kiedyś przygotowywane głównie w całości na budowie, obecnie wytwarzane są w większości przypadków w postaci suchych mieszanek gotowych do zarobienia wodą lub jako gotowe masy tynkarskie przygotowane do ułożenia na powierzchni.

Zaprawa to mieszanina następujących składników: spoiwa, wody, wypełniacza (zazwyczaj piasku), dodatków i domieszek uszlachetniających. Zasadniczo wyróżnia się dwa rodzaje zapraw z uwagi na ich przeznaczenie, tj.: zaprawy murarskie oraz zaprawy tynkarskie, potocznie zwane tynkami.

ROZDZIAŁ II

DEFINICJE I POJĘCIA PODSTAWOWE

2. Nazewnictwo techniczne i okołotechniczne

Zaprawy murarskie przeznaczone są do łączenia elementów murowych w trakcie wznoszenia murów w trakcie układania, łączenia i spoinowania elementów murowych. Tego rodzaju zaprawy nie są objęte treścią artykułu. Szczegółowe wymagania dotyczące powszechnie stosowanych zapraw murarskich zamieszczone zostały w normie PN-EN 998-1 [N1]. Tematem artykułu są zaprawy tynkarskie [23-28], dla których szczegółowe wymagania zawarte zostały w normie PN-EN 998-2 [N2]. W powszechnej praktyce zaprawy tynkarskie nazywane są tynkami i są to mieszaniny spoiwa, wody, kruszywa (w większości przypadków piasku) oraz dodatków i domieszek, stosowane do wykonania wypraw tynkarskich na powierzchniach zewnętrznych i wewnętrznych przegród budowlanych (ścian, stropów) oraz innych elementów (słupach, belkach i innych).

Definicja tynku, przedstawiana w źródłach pozatechnicznych oraz popularno-naukowych ulegała zmianom w czasie, poniżej zestawiono najbardziej znane, dostępne w literaturze definicje tynków:

- według *Encyklopedii PWN* [1] tynk to wyprawa, warstwa zaprawy budowlanej nałożona na powierzchnię ścian, sufitów itp. w celu uzyskania gładkich powierzchni, w celu nadania estetycznego wyglądu itp.,
- według *Małego słownika terminów budowlanych* [2] tynk to powłoka ze stwardniałej masy tynkarskiej przygotowanej na budowie lub fabrycznie, pełniąca funkcje dekoracyjne, ochronne, a także specjalne,
- według *Ilustrowanego leksykonu architektoniczno-budowlanego* [3] tynk to powłoka z zaprawy budowlanej pokrywająca lub kształtująca powierzchnię zewnętrzną i wewnętrzną elementów budowli, głównie ścian, stropów, filarów i widocznych części belek, wykonywana w celu nadania im estetycznego wyglądu i zabezpieczenia budowli przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, ognia, wysokich temperatur, wyziewów, pyłów, wilgoci, zanieczyszczeń, itp.,
- według *Nowego poradnika Majstra Budowlanego* [4] tynk to wyprawa, powłoka z zapraw pokrywająca powierzchnię ścian, stropów, belek, filarów i innych części

budowlanych; tynkowane powierzchnie mają estetyczny wygląd, chronią przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych i stanowią warstwę izolującą budynek przed stratami ciepła,

- według portalu internetowego *Wikipedia* [5] (obecny stan publikacyjny) tynk to warstwa z zaprawy lub gipsu pokrywająca powierzchnie ścian, sufitów, kolumn, filarów itp. wewnątrz i na zewnątrz budynku. Zadaniem jej jest zabezpieczenie powierzchni przed działaniem czynników atmosferycznych (w przypadku tynków zewnętrznych), ochrona przed działaniem czynników wewnątrz pomieszczeń (np. para wodna), ogniem (elementy drewniane) oraz nadanie estetycznego wyglądu elementom budynku. Tynk stosuje się również jako warstwę podkładową pod elementy wymagające gładkiego podłoża (płyty styropianowe, płytki ceramiczne) - powszechnie stosuje się wówczas tynk cementowy, cementowo-wapienny lub gipsowy. Tradycyjne tynki wykonuje się jako jednowarstwowe (surowe, tylko z grubsza wyrównane, pomieszczenia gospodarcze, piwnice itp.), dwu- lub trójwarstwowe. Ze względu na miejsce zastosowania tynki można podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne; ze względu na jakość i technikę wykonania widocznej powierzchni: tynki zwykłe, szlachetne, tynki z zapraw plastycznych, tynki specjalne; sposób wykonania: tynki wykonywane ręcznie lub mechanicznie; rodzaj użytego materiału: tynki cementowe, cementowo - wapienne, wapienne, gipsowe.

Poniżej zamieszczono podstawowe definicje oraz określenia związane z tynkami:

- spoiwo – materiał, który zmieszany z wodą lub inną substancją ciekłą, a także pod wpływem gazów atmosferycznych, wiąże inne materiały, uzyskując cechy ciała stałego (twardniejąc) [5],
- kruszywo – materiał sypki pochodzenia organicznego lub mineralnego, stosowany głównie do produkcji zapraw budowlanych, betonów oraz do budowy dróg [5],
- woda – stanowi podstawowy składnik umożliwiający rozpoczęcie procesu wiązania, a później twardnienia zaprawy,
- dodatki – materiał (nie jest to kruszywo oraz spoiwo), którego celem zastosowania jest modyfikacja poszczególnych właściwości zapraw (najczęściej są to pyły, mikrokrzemionka i itp.),
- domieszki – materiał dodawany do zaprawy w niewielkiej ilości (z reguły do 5% masy spoiwa), którego zadaniem jest modyfikacja poszczególnych właściwości zapraw (np. zmiana konsystencji, zmiana okresu twardnienia/wiązania, napowietrzenie itp.),
- zaprawa świeża – całkowicie wymieszana i gotowa do zastosowania mieszanina spoiwa, kruszywa, wody, dodatków i domieszek,
- zaprawa stwardniała – zaprawa tynkarska po zakończonym okresie twardnienia i dojrzewania. Zasadniczo przyjmuje się umownie, że dla zapraw opartych na spoiwach mineralnych (cementach) okres ten wynosi 28 dni.

ROZDZIAŁ III

PODZIAŁ TYNKÓW

3. Klasyfikacja tynków

Rozróżnia się następujące rodzaje zapraw tynkarskich [39-42]:

1. Z uwagi na miejsce produkcji i sposób przygotowania:
 - a) zaprawy gotowe wytwarzane z zakładzie produkcyjnym,
 - b) zaprawy półgotowe,
 - c) przygotowywane na budowie.
2. Z uwagi na miejsce wbudowania:
 - a) zewnętrzne,
 - b) wewnętrzne:
 - ścienne,
 - sufitowe.
3. Z uwagi na przeznaczenie:
 - a) zaprawy ogólnego przeznaczenia (G),
 - b) zaprawy do cienkich spoin (T),
 - c) zaprawy lekkie (L),
 - d) zaprawy renowacyjne,
 - e) zaprawy dekoracyjne (np. barwione),
 - f) zaprawy izolacyjne,
 - g) zaprawy specjalnej i specjalistyczne, których właściwości uwarunkowane są wymaganiami stawianymi przez użytkowników (np. zaprawy o podwyższonej izolacyjności akustycznej, podwyższonej izolacyjności promieniowania RTG, antystatyczne itp.).
4. Z uwagi na właściwości użytkowe:
 - a) wytrzymałość na ściskanie,
 - b) przyczepności do podłoża,
 - c) gęstość,
 - d) absorpcję wody,
 - e) kapilarne podciąganie wody,
 - f) przepuszczalność pary wodnej.

5. Z uwagi na rodzaj spoiwa:
 - a) mineralne:
 - cementowe,
 - cementowo-wapienne,
 - cementowo-gliniane,
 - wapienne,
 - gipsowe,
 - gipsowo-wapienne,
 - gliniane,
 - gliniano-gipsowe,
 - b) polimerowe (akryl),
 - c) silikatowe,
 - d) silikonowe,
 - e) akrylowe.
6. Z uwagi na liczbę warstw i rodzaje faktury:
 - a) zwykłe:
 - jednowarstwowe,
 - dwuwarstwowe,
 - wielowarstwowe,
 - b) specjalne:
 - boniowane,
 - ciągnione,
 - filcowane,
 - kamyczkowe,
 - nakrapiane,
 - odciskane,
 - wypalane,
 - c) szlachetne:
 - zacierane na gładko,
 - stiuki,
 - cyklinowane,
 - kamieniarskie,
 - nakrapiane,
 - zmywane,
 - sgraffio,
 - sztablatura.
7. Z uwagi na dodatkowe funkcje:
 - a) cienkościenne,
 - b) renowacyjne,
 - c) ochronne.
8. Z uwagi na sposób układania:
 - a) nakładane ręcznie,
 - b) nakładane maszynowo.

W Tab. 3.1 przedstawiono zaproponowany przez Gaczek i Fiszer [6] podział zapraw tynkarskich z krótką ich charakterystyką. Jako osobną grupę traktuje się tzw. suche tynki z płyt (gipsowo-kartonowych, gipsowo-włóknistych, które są mechanicznie mocowane do ścian lub sufitów.

Tablica 3.1 Ogólny podział tynków [6]

Rodzaj tynków	Charakterystyka tynków
Tradycyjne <ul style="list-style-type: none"> • zwykle • szlachetne • szlachetne specjalne 	ze spoiwami i lepiszczami mineralnymi, wykonywane tradycyjnymi sposobami
	wykonywane z zapraw budowlanych zwykłych, bez dodatków dekoracyjnych, środków wodoszczelnych, kwasoodpornych itp., jedno- lub wielowarstwowe, w przypadku zastosowania na wierzchnią warstwę tynku zaprawy barwionej pigmentami i nakładanej tak, aby uzyskać dekoracyjną fakturę, nazywane tynkami ozdobnymi, w przypadku wykonywania zdobień w ostatniej zewnętrznej warstwie tynku, nazywane tynkami zdobionymi
	wykonywane podobnie jak tynki ozdobne lecz z zapraw szlachetnych, w skład których mogą wchodzić: biały cement, pigmenty oraz kruszywa szlachetne, np. marmurowe
	z warstwami wierzchnimi wykonywanymi technikami specjalnymi (sztablatury, stiuki)
Tradycyjne udoskonalone (modyfikowane)	wykonywane z zapraw z dodatkami i domieszkami poprawiającymi właściwości robocze i użytkowe, mogą mieć cechy wypraw zwykłych lub szlachetnych, tynki te nazywane są także tynkami modyfikowanymi
Cienkowarstwowe	o charakterze tynków szlachetnych i ozdobnych lub gładzi tynkowych w tynkach zwykłych, wykonywane z przygotowanych fabrycznie mieszanek lub mas o specjalnie dobieranym uziarnieniu, wykorzystywane jako wyprawa pocieniona w systemach bezspoinowego ocieplania ścian oraz jako zewnętrzna warstwa tynków z zapraw zwykłych i lekkich (ciepłochronnych)
Lekkie (ciepłochronne)	wykonywane z zapraw z dodatkiem mineralnych kruszyw lekkich (głównie perlitu), szczególnie zalecane do ścian wznoszonych z lekkich materiałów budowlanych, takich jak beton komórkowy, ceramika poryzowana, keramzytobeton, tynki te nazywane są także tynkami ciepłochronnymi
Ocieplające	wykonywane z zapraw z dodatkiem kruszyw lekkich mineralnych i organicznych (granulatu styropianowego), stanowiące izolację termiczną ścian zewnętrznych
Konserwatorskie	przeznaczone do wykonywania nowych wypraw tynkarskich obiektów zabytkowych; wykonywane głównie na bazie wapna powietrznego, mogą zawierać tras lub inne dodatki i domieszki, takie jak: mączka ceglana, boraks, węgiel drzewny, kwasy owocowe, dekstryna, soda, żywica naturalna, potaż, proteiny, talk, cukier, sierść borsucza
Renowacyjne <ul style="list-style-type: none"> • kompresowe • jedno- lub wielowarstwowe • właściwe tynki renowacyjne • zaporowe 	przeznaczone do odnawiania zawilgoconych albo zasolonych murów
	stosowane na murach o szczególnie dużym stopniu zasolenia; nazywane także tynkami traconymi
	tworzące powłokę gromadzącą sole i równocześnie odnawiającą elewację
	nieprzepuszczające wilgoci i soli

Inne specjalne	
• wyciszające	stosowane do poprawy akustyki pomieszczeń poprzez odpowiednią regulację pogłosu
• rentgenowskie	wykonywane z zastosowaniem kruszywa barytowego, wykorzystywane do zabezpieczenia przed przenikaniem promieni X, stosowane w pomieszczeniach z rentgenowską aparaturą diagnostyczną i terapeutyczną
• ekranujące pola elektryczne i elektromagnetyczne	wykonywane z dodatkiem włókien węglowych, wykorzystywane w celu odcięcia dostępu fal radiowych do pomieszczeń lub uniemożliwienia wydostawania się fal radiowych z pomieszczeń, a także do ekranowania pól elektrycznych, powstających wokół przebiegającej w budynku instalacji elektrycznej
• antykondensacyjne	stosowane w celu zabezpieczenia przed wykraplaniem się pary wodnej na zimnych elementach budowlanych
• regulujące temperaturę	zawierające mikrokapsułki z substancją woskopodobną, której topnienie powoduje obniżenie, a tężenie podniesienie temperatury powierzchni przegrody wewnątrz pomieszczenia
• piecowe	przeznaczone do tynkowania pieców murowanych, twardniejące pod wpływem temperatury i zachodzących procesów chemicznych
• ogniochronne	wykorzystywane do wykonywania ogniochronnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych i betonowych
• magnetyczne	umożliwiające swobodne mocowanie do ścian za pomocą magnesów plansz, rysunków, map itp.
• do sal sportowych	stosowane w niektórych pomieszczeniach sportowo-rekreacyjnych, np. w salach do gry w squasha

Podane w Tab. 3.1. właściwości dotyczą zapraw tynkarskich w stanie stwardniałym. W stanie świeżym istotne właściwości zapraw są następujące: czas przydatności do wbudowania, konsystencja, zawartość powietrza, gęstość oraz zawartość chlorków. Świeże zaprawy w okresie dojrzewania wymagają pielęgnacji a osiągnięcie założonych wymagań zależy od ich właściwości użytkowych, rodzaju zastosowanych materiałów, od grubości warstw i warunków zastosowania. W obecnej czasie na budowach powszechne jest stosowanie zapraw tynkarskich dostarczanych na plac budowy w stanie suchym, gotowych do wbudowania po ich zmieszaniu z wodą. Dzięki użyciu do ich produkcji wysokiej, jakości surowców bez zanieczyszczeń, właściwemu doborowi uziarnienia kruszywa i ścisłemu przestrzeganiu proporcji dozowania składników, umożliwiają one uzyskanie tynków o jednorodnej strukturze, wytrzymałości i wygładzie zewnętrznym, dostosowanych do różnych potrzeb.

ROZDZIAŁ IV

CHARAKTERYSTYKA I ZAKRES STOSOWANIA TYNKÓW

4. Tynki w aspekcie środowiska eksploatacji

Dobry i trwały tynk powinien charakteryzować się następującymi cechami [13]:

- trwałym przyleganiem do podłoża,
- brakiem widocznych rys i pęknięć,
- odpowiednią trwałością barwy,
- odpowiednią trwałością faktury
- odpowiednią wytrzymałością.

Przyczepność tynku do podłoża jest wynikiem jego mechanicznego i chemicznego połączenia z podłożem (mechanicznego zazębiana się zaprawy w nierównościach podłoża oraz wiązania chemicznego zaprawy z podłożem). Wpływ na przyczepność tynku do podłoża mają [7-11]:

- czystość podłoża - brak luźnych fragmentów, czysta i odpylona powierzchnia,
- chropowatość powierzchni,
- wilgotność podłoża,
- skład i rodzaj zaprawy oraz rodzaj podłoża,
- miejsce zastosowania,
- sposób układania i warunki dojrzewania,
- doświadczenie wykonawcy.

Tynki jednowarstwowe wykonywane są w zasadniczo w jednym etapie roboczym przez naniesienie narzutu bezpośrednio na podłoże. Tynki wielowarstwowe wykonywane są natomiast w kilku etapach (w zależności od ilości poszczególnych warstw) i składają się z:

- obrzutki o maksymalnej grubości 5 mm, której zadaniem jest zapewnienie dobrej przyczepności tynku do podłoża. Najczęściej wykonana jest z bardzo rzadkiej zaprawy,

- narzutu wykonywanego w jednej lub wielu warstwach o maksymalnej grubości 10÷20 mm (w zależności od jakości podłoża, rodzaju tynku, warunków wykonawczo-eksploatacyjnych), którego zadaniem jest wyrównanie podłoża do wymaganej płaszczyzny. Zasadniczo narzut wykonywany jest z zaprawy o gęstej konsystencji,
- gładzi o grubości 2÷5 mm układanej na powierzchni narzutu w celu wyrównania powierzchni i nadania wymaganej faktury oraz gładkości wierzchniej warstwie tynku.

Przy stosowaniu nowoczesnych tynków dwu- lub trójwarstwowych, czasami rolę obrutki może w uzasadnionych przypadkach spełnić środek gruntujący, tworzący warstwę szczepną (tzw. mostek szczepny) i ograniczający chłonność podłoża. Na zagruntowaną powierzchnię nakłada się tynk podkładowy i jeśli wyprawa nie ma stanowić podłoża pod okładzinę ścienną drobnoziarnisty tynk nawierzchniowy lub szlachetną wyprawę cienkowarstwową w względnie gładź szpachlową.

Sposób wykonania tynków zwykłych jedno i wielowarstwowych opisany jest szczegółowo w normie PN-B-010100:1970 [N2] oraz Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót [13]. W Tab. 4.1 przedstawiono podział tynków na kategorie z ich ogólną charakterystyką.

Tablica 4.1 Podział tynków zwykłych ze względu na technikę wykonania według PN-70/B-10100 [N2]

Odmiana tynku	Kategoria tynku	Wygląd powierzchni	Charakterystyka tynku
Tynki surowe rapowane	0	Nierówna, z widocznymi poszczególnymi rzutami kielni i możliwymi niewielkimi prześwitami podłoża	Narzut jednowarstwowy bez wyrównania
Tynki surowe wyrównane kielnią	I	Bez prześwitów podłoża, większe zgrubienia wyrównane	Narzut jednowarstwowy wyrównany kielnią
Tynki surowe ściągane pacą	Ia	Z grubsza wyrównana	Narzut jedno- lub dwuwarstwowy ściągany pacą
Tynki surowe pędzlowane ³⁾		Z grubsza wyrównana rzadką zaprawą	
Tynki pospolite dwuwarstwowe	II1)	Równa ale szorstka	Tynk dwuwarstwowy wyrównany od ręki, ale jednolicie zatarty pacą
Tynki pospolite trójwarstwowe	III ^{1) 2)}	Równa i gładka	Tynk trójwarstwowy zatarty pacą na ostro
Tynki doborowe	IV	Równa i bardzo gładka	Tynk trójwarstwowy zatarty pacą na gładko
Tynki doborowe filcowane	IVf	Równa, bardzo gładka, matowa, bez widocznych ziarenek piasku	Tynk trójwarstwowy o powierzchni starannie wygładzonej pacą i zatartej pacą obłożoną filcem
Tynki wypalane	IVw	Równa, bardzo gładka z połyskiem, o ciemnym zabarwieniu	Tynk trójwarstwowy z ostatnią warstwą z samego cementu zatartą pacą stalową

1) W przypadku stosowania tynkowania mechanicznego wymagania dotyczące wyglądu powierzchni tynków nie ulegają zmianie. Przy stosowaniu tynkowania mechanicznego ścian stanowiących podłoże o dobrej przyczepności (np. mur z nowej cegły wykonany na puste spoiny) tynk tej kategorii może być

uzyskany przez bezpośrednie naniesienie narzutu na podłoże tj. bez obrzutki – jak przy tynkach jednowarstwowych (przypadek normowy)

2) Do kategorii tej zalicza się także tynki dwuwarstwowe zatarte na gładko

3) Odmiana tynku nie ujęta w normie

W zależności od **rodzaju zaprawy** użytej do tynkowania rozróżnia się następujące rodzaje tynków zwykłych i uszlachetnionych:

- cementowe (C),
- cementowo-wapienne (CW),
- wapienne (W),
- gipsowe (G),
- gipsowo-wapienne (GW),
- cementowo-gliniane (CGL),
- gliniane (GL),
- gliniano-gipsowe (GLG),
- gliniano-wapienne (GLW).

Zalecane marki i konsystencje zapraw tynkarskich, zalecanych w wycofanej normie PN-90/B-14501 [N3] podano w Tab. 4.2.

Tab. 4.2 Zalecane rodzaje, marki i konsystencje zapraw tynkarskich według PN-90/B-14501 [N3]

Przeznaczenie		Rodzaj zaprawy	Konsystencja według stożka pomiarowego [cm]	Marka zaprawy
Obrzutka pod tynki	zewewnętrzne	C CW	9÷11	M4÷M15 M2÷M7
	wewnętrzne	C CW W G GW CGL	9÷10	M4÷M15 M1÷M7 M0,6÷M1 M4 M4 M2
Narzut dla tynków	zewewnętrznych	C CW	6÷9	M4÷M7 M2÷M7
	wewnętrznych	W G CW	6÷9	M0,3÷M1 M2÷M4 M1÷M7
Warstwa wierzchnia tynków zwykłych	zewewnętrznych	C CW CGL	6÷8 ¹⁾ 9÷10 ²⁾ 9÷10	M2÷M4
	wewnętrznych	C CW W ³⁾ G GW CGL	6÷8 ¹⁾ 9÷10 ²⁾ 9÷10	M4÷M7 M1÷M4 M1÷M2 M1÷M2 M0,6÷M2
Tynki pocienione i gładzie na podłożach gipsowych i gipsobetonowych		G GW	6÷11	M2÷M4
<p>1) Przy nanoszeniu ręcznym.</p> <p>2) Przy nanoszeniu mechanicznym.</p> <p>3) Rodzaj zaprawy nie ujęty w PN-90/B-14501 [N3].</p> <p>Według PN-65/B-14502 [N4] stosuje się marki: M0,6 do wykonywania obrzutki, M0,3÷M0,6 do wykonywania narzutu, M0,6 do wykonywania warstwy wierzchniej.</p>				

Aktualną klasyfikację właściwości stwardniałych zapraw według PN-999-1 [N6] przedstawiono w Tab. 4.3, jednak powszechnie stosowana jest również klasyfikacja według nieaktualnej już normy PN-B-10109:1998 [N8] zgodnie z Tab. 4.4.

Tab. 4.3 Klasyfikacja właściwości zapraw stwardniałych według PN-EN-998-2 [N7]

Właściwości	Kategorie	Wartości
Zakres wytrzymałości na ściskanie (po 28 dniach sezonowania)	CS I CS II CS III CS IV	od 0,4 do 2,5 MPa od 1,5 do 5,0 MPa od 3,5 do 7,5 MPa ≥ 6,0 MPa
Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym	W 0 W 1 W 2	nie określona $c \leq 0,40 \text{ kg/m}^2 \times \text{min}^{0,5}$ $c \leq 0,20 \text{ kg/m}^2 \times \text{min}^{0,5}$
Współczynnik przewodzenia ciepła	T1 T2	$\leq 0,1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ $\leq 0,2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Tab. 4.4 Klasyfikacja właściwości suchych mieszanek tynkarskich według PN-B-10109 [N1]

Cecha	Podział
Przeznaczenie	do wykonywania wypraw pocienionych o grubości do 3 mm do wykonywania jednowarstwowych tynków o grubości 3-15 mm do wykonywania tynków wielowarstwowych do wykonywania warstw tynków ciepłochronnych
Rodzaj wypełniacza	z wypełniaczami mineralnymi naturalnymi z wypełniaczami mineralnymi sztucznymi z wypełniaczami mineralnymi lekkimi z wypełniaczami organicznymi w postaci granulek lub włókien z wypełniaczami mieszanymi z wypełniaczami dekoracyjnymi
Warunki stosowania	do wykonywania wypraw wewnętrznych do wykonywania wypraw zewnętrznych
Ilość warstw tynku	do wykonywania tynków jednowarstwowych do wykonywania tynków wielowarstwowych
Gęstość objętościowa tynku	mieszanki tynkarskie zwykłe-gęstość tynku powyżej $1,3 \text{ g/cm}^3$ mieszanki tynkarskie lekkie - gęstość tynku do $1,3 \text{ g/cm}^3$
Wytrzymałość na ściskanie wyprawy	grupa I-wytrzymałość od 0,4 do 2,5 MPa grupa II-wytrzymałość od 1,5 do 5,0 MPa grupa III-wytrzymałość od 3,5 do 7,5 MPa grupa IV-wytrzymałość powyżej 6,0 MPa
Współczynnik przewodzenia ciepła zapraw ciepłochronnych	klasa 1-o wartościach $\lambda \leq 0,1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ klasa 2-o wartościach $0,1 < \lambda \leq 0,2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

ROZDZIAŁ V

PODSTAWOWE WARUNKI WYKONYWANIA TYNKÓW

5. Uwarunkowania wykonawcze

Podłoże pod tynk powinno być odpowiednio przygotowane. Proponowany sposób przygotowania podłoża opisano w Tab. 5.1. [29-43].

Tab. 5.1 Przygotowanie podłoża pod tynk

Rodzaj podłoża	Sposób przygotowania
ceramiczne i wapienno-piaskowe	Mur ceglany powinien być wykonany na niepełne spoiny, tzn. niewypełnione zaprawą na głębokość 10÷15 mm od lica muru. Pełne spoiny przed tynkowaniem wyskrobać do podanej głębokości. Ze stropów ceglanych usunąć wystającą i zwisającą ze spoin zaprawę. W razie potrzeby podłoże oczyścić z kurzu, sadzy, rdzy i substancji tłustych. Przed tynkowaniem mur zmyć i zwilżyć wodą
betonowe (betony kruszywowe)	Podłoże równe, ale szorstkie. Powierzchnię podłoża uszorstnić np. poprzez nacięcie dłutem (po nacięciu koniecznie dokładnie oczyścić). Przed tynkowaniem podłoże obficie zwilżyć wodą. Podłoże powinno być czyste, niepyłące, pozbawione śladów smarów i tłuszczającej się zendry. W przypadku tynkowania wielkowymiarowych elementów prefabrykowanych konieczne są dodatkowe zabiegi przygotowawcze, których zakres oraz kolejność powinna zapewnić wymaganą przyczepność tynków do podłoża
beton komórkowy	Powierzchnie tynkowane oczyścić z wystających fragmentów zaprawy, większe ubytki uzupełnić fragmentami bet. komórkowego dociętego na wymiar i wklejonego na zaprawę murarską. W okresach podwyższonych temperatur podłoże przed tynkowanie zwilżyć wodą.
gipsowe	Zwrócić szczególną uwagę na wymagania dot. maksymalnej wilgotności podłoża. Zabezpieczyć przed korozją elementy metalowe przeznaczone do zakrycia zaprawą gipsową. Bezpośrednio przed tynkowaniem podłoże oczyścić z kurzu miękką szczotką na sucho, a następnie lekko zwilżyć wodą.
plyty wiórowo-cementowe	Styki płyt zakryć pasami siatki metalowej o szerokości 10 cm, mocowanej mechanicznie do płyty gwoździami w odstępach co ok. 10 cm. W przypadku zapraw zawierających gips siatka powinna być ocynkowana lub zabezpieczona w sposób chroniący przed korozją.

	Powierzchnię bezpośrednio przed tynkowaniem oczyścić z kurzu i obficie zwilżyć wodą.
drewniane	Tynk układać na podkładzie z siatki stalowej oraz mat. trzciniowych, listewek lub z drewna. Deski tworzące podłoże powinny być stosunkowo wąskie (10÷12 cm) aby zwiększyć możliwość mechanicznego zakotwienia tynku w szczelinach. Do mocowania stalowej siatki zaleca się wykorzystać stalowe pręty ($\phi 6 \div \phi 8$) lub drewniane listewki o grubości 6÷10 mm. Sąsiednie arkusze lub pasy siatki powinny wzajemnie na siebie zachodzić na co najmniej 5 cm i być ze sobą powiązane miękkim drutem wiązałkowym. Zaleca się podkład z siatki wykonać również na podłożach z twardych płyt pilśniowych lub z płyt paździerzowych.
metalowe	Kształtowniki lub blachy osłonić siatką stalową, druciano ceramiczną przywiązaną drutem lub w inny sposób trwale przytwierdzoną. Elementy i siatka powinny być oczyszczone z łuszczącej się rdzy i innych zanieczyszczeń oraz dwukrotnie powleczone mlekiem cementowym w przypadku tynków zawierających cement. Przy tynkach z gipsem podłoże zabezpieczyć powłoką antykorozyjną. Siatki powinny być ocynkowane lub w inny sposób zabezpieczone przed korozją. Siatka, która sama ma służyć jako podłoże, powinna być dostatecznie sztywna i mieć oczka nie większe niż 1 × 1 cm.

Podczas wykonywania tynków konfekcjonowanych należy rygorystycznie przestrzegać zaleceń zamieszczonych w Kartach Technicznych wyrobów, przy jednoczesnym zachowaniu wymagań sformułowanych w normach PN-70/B-10100 [N2] oraz PN-90/B-14501 [N3]. Poniżej zamieszczono wymagania podstawowe dla większości rodzajów tynków uwzględniające **warunki ogólne przystąpienia do prac tynkarskich, przygotowanie podłoża, wykonywanie tynków** oraz ich **pielęgnację**.

Warunki ogólne przystąpienia do prac tynkarskich

Przed przystąpieniem do wykonywania robót tynkowych powinny być zakończone wszystkie roboty stanu surowego, roboty instalacyjne podtynkowe, zamurowane przebiecia i bruzdy, osadzone ościeżnice drzwiowe (za wyjątkiem tzw. ościeżnic regulowanych) i okienne, klamry, uchwyty itp. Wszystkie elementy zewnętrzne osadzone w ścianach i przechodzące przez wyprawę, powinny być skutecznie zabezpieczone przed korozją, aby nie następowało brudzenie tynków rdzawymi zaciekami.

Zaleca się przystąpienie do wykonywania tynków po okresie osiadania i skurczu ścian murowanych lub betonowych, tj. po upływie 2÷6 miesięcy od zakończenia robót stanu surowego. Długość tego okresu jest zależna od rodzaju użytych materiałów i warunków schnięcia elementów.

Najbardziej odpowiednimi porami roku do wykonywania tynków są wiosna i jesień. Wykonywanie wypraw wiosną zaleca się w przypadku murów rozpoczętych w lecie i ukończonych późną jesienią. Natomiast wykonywanie wypraw jesienią zaleca się w przypadku murów rozpoczętych wczesną wiosną i ukończonych w pełni lata. Jednak w tym przypadku, o ile to możliwe, nie zaleca się zamieszkiwać pomieszczeń w ciągu pierwszej zimy.

Tynki należy wykonywać w temperaturze nie niższej niż +5°C i pod warunkiem, że w ciągu doby nie nastąpi spadek temperatury poniżej 0°C. W niższych temperaturach można wykonywać tynki jedynie przy zastosowaniu odpowiednich środków zabezpieczających. Przy stosowaniu cementu hutniczego zaleca się, aby temperatura otoczenia w ciągu 3 dni od nałożenia zaprawy nie była niższa niż +5°C.

Wykonywanie tynków

Roboty tynkarskie prowadzi się w następującej kolejności: najpierw tynkuje się sufity, potem wykonuje się tynki wewnętrzne ściennie, w końcu tynki zewnętrzne budynku.

Względy techniczne wymagają, aby tynk był słabszy od podłoża. W przypadku tynków dwu- i trójwarstwowych należy ponadto przestrzegać zasady, aby marka zaprawy przewidzianej na następną warstwę tynku nie była wyższa od marki zaprawy warstwy poprzedniej (nie dotyczy to gładzi tynków wypalanych). W tynkach zewnętrznych, zwłaszcza w strefach cokołowych, w celu zmniejszenia wpływów zawilgocenia, zalecane jest także stosowanie takiego układu warstw tynku, w którym warstwa z drobnymi porami ułożona jest na warstwie z porami większymi. Umożliwia to względnie szybkie odprowadzenie na zewnątrz wilgoci wnikającej do wyprawy tynkarskiej, ze względu na fakt przemieszczania się wody z kapilar większych do mniejszych.

Wymaganą grubość tynku w zależności od kategorii oraz rodzaju podłoża opisano w normie PN-70/B-10100 [N2].

Dopuszczalne odchylenia wykonawcze tynków wewnętrznych opisano również w normie PN-70/B-10100 [N2]. W przypadku tynków zewnętrznych kategorii II ÷ IV dopuszcza się odchylenie od pionu powierzchni płaskich i krawędzi nie większe niż 10 mm na wysokości jednej kondygnacji oraz do 30 mm na całej wysokości budynku. Pozostałe wymagania przyjmuje się jak dla tynków wewnętrznych.

Przy wykonywaniu tynków zewnętrznych należy zwrócić uwagę na kolejność tynkowania ścian. Powinna być ona taka, aby w trakcie wykonywania i po naniesieniu zaprawy, powierzchnia nie była narażona na bezpośrednie działanie słońca.

Pielęgnacja

Świeżo wykonane tynki należy zabezpieczyć przed zbyt szybkim wysychaniem. Z tego powodu zaleca się chronić świeże tynki zewnętrzne przed bezpośrednim nasłonecznieniem oraz działaniem silnego wiatru, poprzez zastosowanie odpowiednich siatek, daszków lub w inny sposób.

W przypadku prowadzenia prac tynkarskich w okresie wysokich temperatur tynki cementowe, cementowo-wapienne i wapienne powinny być w czasie wiązania i w początkowym okresie twardnienia zaprawy, tj. w ciągu 1 tygodnia, zwilżane wodą.

Pomieszczenia ze świeżo wykonanymi tynkami gipsowymi należy dobrze wietrzyć, szczególnie przy pracach w chłodnych porach roku, aby zaprawa nie twardniała w warunkach wysokiej wilgotności powietrza. Nie wolno jednak dopuścić do działania przeciągów i mrozu na świeży tynk.

ROZDZIAŁ VI

SPRZĘTOWE UWARUNKOWANIA REALIZACJI TYNKÓW

6. Maszyny i urządzenia do realizacji tynków

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę narzędzi stosowanych do realizacji tynków wykonywanych zarówno ręcznie, jak i z zastosowaniem sprzętu mechanicznego.

6.1. Narzędzia do ręcznego wykonania tynków

Tynkowanie małych powierzchni oraz naprawy fragmentów ściany wykonuje się zwykle ręcznie (Rys. 6.1.1). Kielnią lub czerpakiem narzuca się masę na ścianę, a następnie wyrównuje ją pacą i zacierą packą. Do wykończenia powierzchni stosuje się narzędzia omówione w dalszej części rozdziału. Sprzęt wykorzystywany w pracach budowlanych musi być ergonomiczny. Podstawowym narzędziem używanym do tynkowania jest kielnia. Zaprawę można narzucać na tynkowaną powierzchnię również czerpakiem.

Warstwy tynku wyrównuje się pacą, a następnie zacierą packą. Czerpak tynkarski pozwala na pokrycie zaprawą większej powierzchni ściany niż przy użyciu kielni. Na sufity zaprawę można nanosić deską z trzonkiem. Zaprawa jest dociskana do sufitu deską, którą potem lekko się przesuwa.

Podczas wykonywania tynków gipsowych stosuje się szpachlę długą (pióro).

Paca jest gładko wyszlifowaną deską o wymiarach $\sim 75 \times 18$ cm, zaopatrzoną w uchwyt. Do wykonania pacek drewnianych używa się miękkiego drewna. Żeby uzyskać bardzo gładką powierzchnię tynku, powierzchnię packi można obłożyć filcem. Pacę przesuwa się po ścianie ruchem zygzakowatym. Nadmiar zaprawy również zbiera się pacą. Pace mogą być wykonane z drewna, blachy stalowej, spienionego PVC. Packi stalowe stosuje się wówczas, gdy chce się uzyskać gładką powierzchnię, a także do wykonywania tynków wypalanych (tynk długo zacierany packą uzyskuje większą wytrzymałość i szczelność) oraz do tynków cienkowarstwowych. Do wyokrąglenia na stykach ścian i sufitów (faset) służą packi zaokrąglone i kątowe.

Do prac pomocniczych, np. wyznaczania powierzchni, na której będzie wykonywany tynk) jest potrzebny młotek murarski.

Do tynków ozdobnych nakrapianych wykorzystywano miotłki z gałązek brzoźowych i siatki o oczkach 5–10 mm. Stosuje się również aparat ręczny do nakrapiania (Rys. 6.1.2).

Strukturę drapaną tynku uzyskuje się poprzez użycie grzebienia tzw. cykliny (Rys. 6.1.3).

Obróbkę tynków, w szczególności sztukateryjnych wykonuje się przy pomocy pobijaka (Rys. 6.1.4) oraz narzędzi ręcznych (Rys. 6.1.5).

Tynki ciągnięte wykonywane są przy pomocy szablonów (prowadników) (Rys. 6.1.6), a pozostałości tynków usuwane są mechanicznie przy pomocy tzw. linijki i strzałki (Rys. 6.1.7).

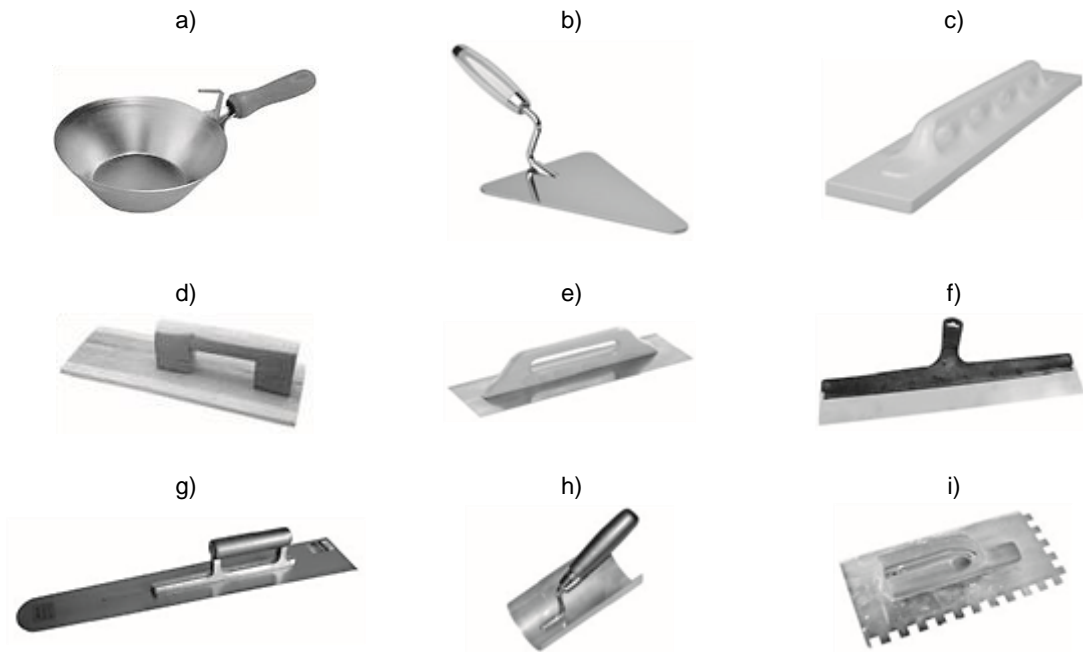
Do wyznaczenia powierzchni tynku stosuje się sprzęt taki sam jak podczas murowania: a) poziomice, b) wąż wodny, c) pion murarski oraz d) łatę murarską (Rys. 6.1.8).

Niedokładności można usunąć metalową linijką lub strzałką.

Poziomica tzw. wasserwaga to drewniana lub metalowa belka, w której są zamontowane dwie prostopadłe do siebie libelle, dlatego można mierzyć nią odchylenia ścian i sufitów od położenia poziomego i pionowego.

Wąż wodny umożliwia wyznaczenie poziomów punktów położonych w odległości do 20 m. Wąż napełnia się wodą i układa końce rurek tak, aby był w nich taki sam poziom.

Pion murarski jest metalowym stożkiem przymocowanym do sznurka.



Rys. 6.1.1 Narzędzia do ręcznego nanoszenia tynku: a) czerpak, b) kielnia, c) paca, d) packa drewniana e) packa stalowa, f) szpachla długa, g) paca okrągła, h) packa narożna, i) packa z ząbkami



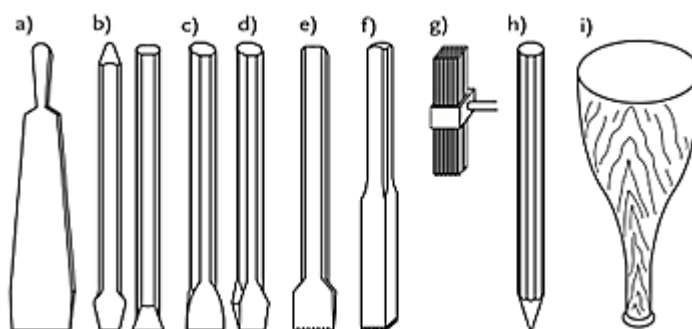
Rys. 6.1.2 Aparat do ręcznego nakrapiania tynku



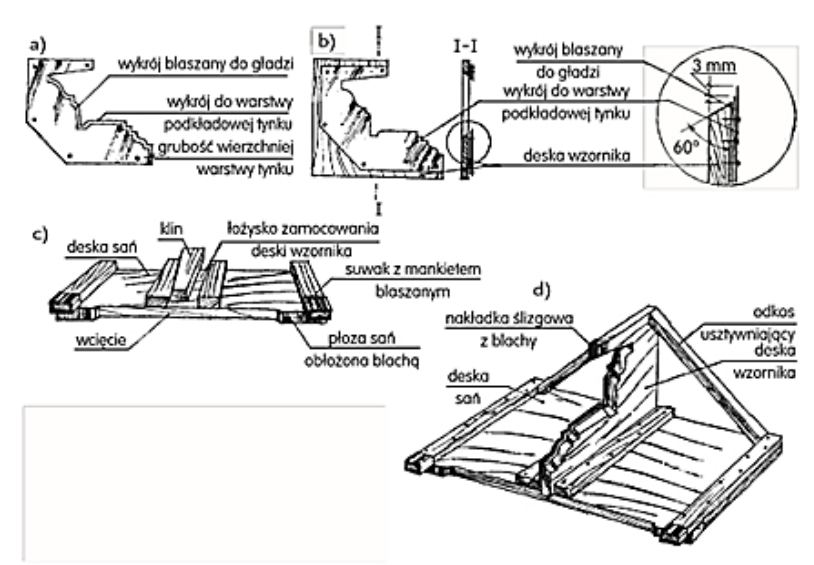
Rys. 6.1.3 Cyklina



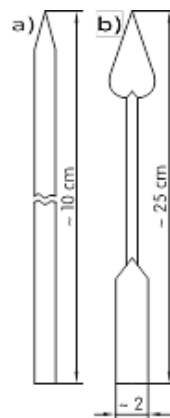
Rys. 6.1.4 Pobijak (pucka)



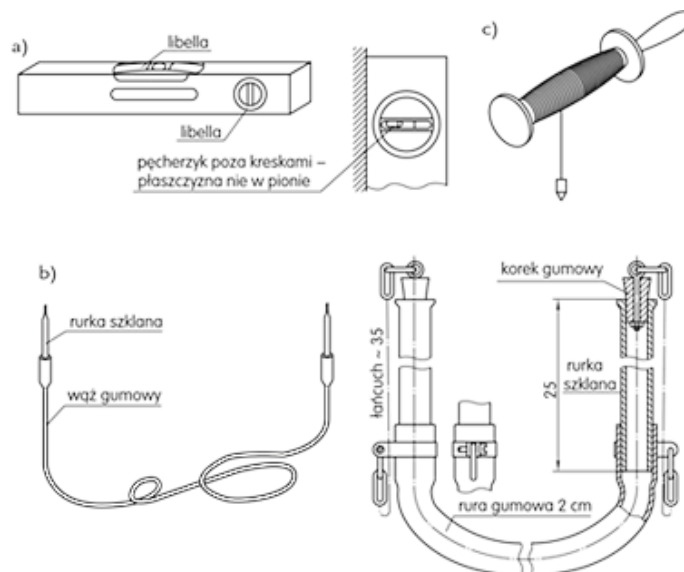
Rys. 6.1.5 Narzędzia do obróbki tynku: a) odbijak dętowy, b) brzeźniak, c) dłuto, d) szlak, e) gradzina, f) groszkownik dętowy, g) groszkownik składany, h) szpicak, i) pobijak [20]



Rys. 6.1.6 Przykłady wzorników do tynków ciągnionych: a) blaszany wykrój profilu gzymsu, b) deska wzornika, c) sanie wzornika, d) wzornik do dużych profili [20]



Rys. 6.1.7 Linijka i strzałka do obrabiania narożników: a) linijka, b) strzałka [20]



Rys. 6.1.8 Podstawowy sprzęt stosowany do pomiarów przy tynkowaniu: a) poziomica libellowa, b) poziomica węzowa, c) pion [20]

6.2. Sprzęt do tynkowania maszynowego

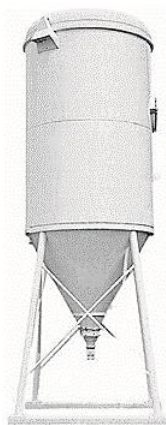
Wybór mieszanek tynkarskich sporządzanych fabrycznie wiąże się z koniecznością zgromadzenia na budowie wielu ton worków zawierających ten produkt. Wymaga to włożenia dodatkowej pracy w ich załadunek, rozładunek i transport na poszczególne kondygnacje. Planując czas pracy, należy także uwzględnić utylizację opróżnionych worków.

Organizację budowy można poprawić, stosując system silosowy, czyli dostarczanie suchej mieszanki w silosach (Rys. 6.2.1). Przechowywanie w silosach umożliwia pobieranie mieszanki w miarę zapotrzebowania i postępu robót. Po podłączeniu podajnika pneumatycznego do silosu można transportować suchą mieszankę do agregatu tynkarskiego (Rys. 6.2.2). Agregat jest napelniany przez pokrywę nadmuchową. Pokrywa nadmuchowa zabezpiecza kosz zasypowy przed dostaniem się do niego zanieczyszczeń (Rys. 6.2.3). Transport suchej zaprawy do agregatu jest możliwy na odległość 150 m i do wysokości 80 m. Agregaty tynkarskie pobierają z kosza suchą mieszankę i po wymieszaniu jej z wodą umożliwiają narzucenie zaprawy tynkarskiej na podłoże. Do agregatu tynkarskiego jest podłączona instalacja wodna pozwalająca na doprowadzenie odpowiedniej ilości wody do komory mieszania. Często spotykanym rozwiązaniem jest również przygotowywanie wyprawy tynkarskiej na bazie gotowych produktów przy pomocy mieszarek mechanicznych lub ręcznych (Rys. 6.2.4).

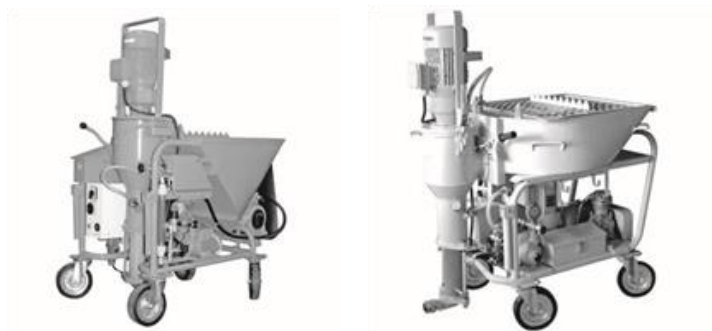
Należy pamiętać o odpowiednim przygotowaniu agregatu tynkarskiego przed pracą i zabezpieczeniu go po tynkowaniu. Przed rozpoczęciem pracy należy sprawdzić stan przewodów i prawidłowość ich podłączenia, a następnie przepompować przez przewody 2 wiadra mleka wapiennego. Ułatwia to przechodzenie zaprawy przez przewody. Po zakończeniu pracy lub po przerwach trwających ponad 1 godzinę przewody należy przedmuchać sprężonym powietrzem i przemyć wodą. Prawidłowe działanie agregatu zależy od ilości użytej mieszanki.

Gładź można wykonać mechanicznie, stosując aparat do narzucania gładzi (Rys. 6.2.5 oraz Rys. 6.2.6) zbudowany ze zbiorniczka z dyszą połączonego ze źródłem sprężonego powietrza (Rys. 6.2.7).

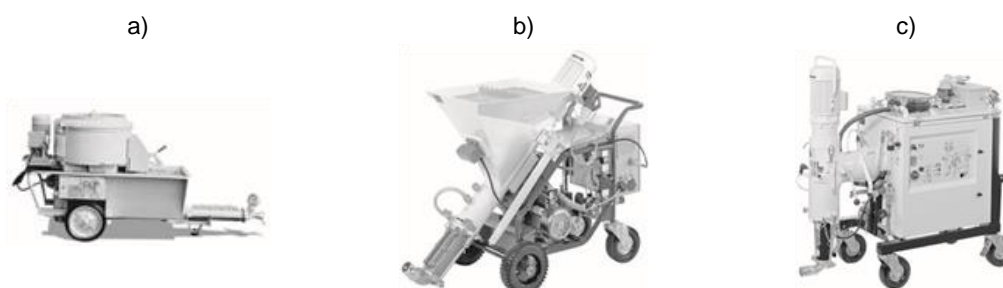
Tynk można zacierać za pomocą elektrycznych zacieraczek tynkarskich (Rys. 6.2.8), natomiast aby uzyskać gładką powierzchnię tynku, można zastosować wygładzarkę do tynków (Rys. 6.2.9).



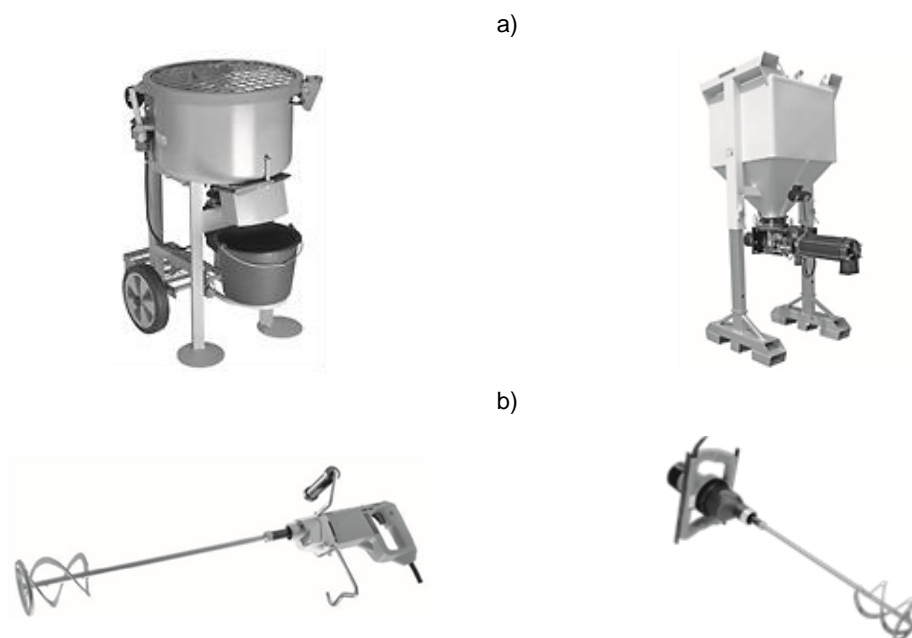
Rys. 6.2.1 Silos do przechowywania mieszanki tynkarskiej



Rys. 6.2.2 Przykłady agregatów tynkarskich



Rys. 6.2.3 Agregaty tynkarskie z pompą mieszającą: a), b) do zapraw z worków, c) do zapraw z silosu



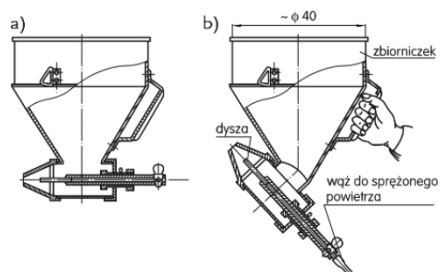
Rys. 6.2.4 Mieszarki tynkarskie: a) mechaniczne, b) ręczne



Rys. 6.2.5 Pistolety natryskowe do cienkowarstwowych wypraw tynkarskich



Rys. 6.2.6 Narzucanie wyprawy tynkarskiej za pomocą pistoletu natryskowego



Rys. 6.2.7 Aparat do mechanicznego narzucania gładzi: a) na ściany, b) na sufit



Rys. 6.2.8 Zacieraczki elektryczne



Rys. 6.2.9 Wygładzarka do tynków

ROZDZIAŁ VII

USZKODZENIA TYNKÓW

7. Dekapitalizacja eksploatacyjna tynków

Do podstawowych uszkodzeń tynków, niezależnie od ich rodzaju oraz miejsca wykonania zaliczyć należy: a) odparzenia, b) odspojenia i osłabienia przyczepności, c) zarysowania włosowate, d) spękania, e) uszkodzenia mrozowe, f) wykwity solne, g) złuszczenia, h) wykruszenia, i) odpryski i pęcherze, j) zabrudzenia oraz k) rozwój glonów, grzybów lub mchów [7].

ROZDZIAŁ VIII

NAPRAWA TYNKÓW

8. Rewitalizacja tynków

Sposób i zakres naprawy tynków zależy od ich przyczyny występowania, rodzaju wyprawy, miejsca wbudowania oraz zakresu usterek i uszkodzeń. Każdorazowo dla danego przypadku należy sposób naprawy rozpatrywać indywidualnie, a jego zakres dopasować do możliwości technicznych wykonawcy. Zaleca się stosowanie wytycznych stowarzyszenia WTA zawartych w [7], [8], [9], [10], [11].

ROZDZIAŁ IX

BADANIA TYNKÓW WEWNĘTRZNYCH

9. Badania doświadczalne tynków wewnętrznych

Poniżej przedstawiono wyniki badań własnych [12] najczęściej stosowanych rodzajów tynków wewnętrznych.

9.1. Charakterystyka techniczna tynków wewnętrznych

Poniżej zamieszczono charakterystyki materiałowe najbardziej popularnych tynków wewnętrznych. Wyprawy tynkarskie które zostały poddane badaniom **oznaczono poprzez wytluszczenie oraz podkreślenie**.

Tynki cementowe z uwagi na dużą wytrzymałość na uszkodzenia mechaniczne, wysoką szczelność i zwartość znajdują zastosowanie zarówno w pomieszczeniach mieszkalnych, jak również w pomieszczeniach mokrych. Wyprawa cementowa może być także wykorzystana jako warstwa obrzutki pod tynk cementowo-wapienny. Charakteryzuje się niską paro przepuszczalnością i dużym skurczem.

Tynki cementowo-wapienne określane są powszechnie jako tynki tradycyjne. Głównymi składnikami tynku tradycyjnego są cement, wapno, piasek i woda. Charakterystyczną cechą tego rodzaju tynku jest chropowata faktura, która nawet po dokładnym wygładzeniu wciąż pozostaje szorstka. Tynki cementowo-wapienne odznaczają się wysoką twardością i znaczną odpornością na uszkodzenia mechaniczne. Ponadto charakteryzują się wyższą niż tynki cementowe paroprzepuszczalnością i znajdują zastosowanie praktycznie we wszystkich rodzajach pomieszczeń, w tym w pomieszczeniach wilgotnych.

Tynki cementowo-gliniane posiadają dobrą urabialność, proces ich twardnienia jest szybszy niż w przypadku tynków cementowych czy też cementowo-wapiennych. Wykazują większą wodoszczelność i odporność na działanie słabych kwasów niż zaprawy cementowe. W zakresie stosowania stanowią alternatywę dla tynków cementowo-wapiennych.

Tynki gipsowe ze względu na właściwość rozpuszczania się w wodzie pozostały materiałem okładzinowym stosowanym przede wszystkim wewnątrz budynków. Obecnie tynki gipsowe z uwagi na jakość uzyskiwanej powierzchni, łatwość wykonania i cenę stały się znacznie bardziej popularne i szerzej stosowane niż tynki cementowo-wapienne. Gips poprzez zdolność do pochłaniania i przechowywania nadmiaru wilgoci z pomieszczenia oraz oddawania go, gdy powietrze w pomieszczeniu staje się zbyt suche, tworzy mikroklimat przyjazny organizmowi ludzkiemu. Tynki gipsowe charakteryzują się lepszą izolacyjnością termiczną od tynków cementowo-wapiennych. Ich współczynnik przewodzenia ciepła λ jest bardzo niski, wynosi on około 0,28 W/(m·K) (dla porównania w przypadku tynków cementowo-wapienne wartość ta wynosi około 0,45 W/(m·K)). Istotną zaletą tynków gipsowych jest fakt, że pozwalają one uzyskać gładką powierzchnię ścian i sufitów bez konieczności dodatkowego stosowania gładzi. Pokryte nimi powierzchnie można pokryć bezpośrednio farbą lub tapetą. Do podstawowych wad tynków gipsowych należy zaliczyć ich mniejszą wytrzymałość pod względem mechanicznym w stosunku do wypraw, w których głównym spoiwem jest cement. Nie są również odporne na wodę i stałe zawilgocenie. Wilgotności powietrza na poziomie 80% jest granicą, przy której gips zaczyna tracić swoją wytrzymałość. Tynk gipsowy nie nadaje się także do bezpośredniego pokrywania elementów stalowych niezabezpieczonych antykorozyjnie. Współczesne tynki gipsowe zawierają w swym składzie cały szereg dodatków, takich jak wapno poprawiające obróbkę zaprawy podczas jej układania, drobny piasek kwarcowy stanowiący wypełniacz i ułatwiający mieszanie oraz nanoszenie zaprawy, a także domieszki modyfikujące urabialność, plastyczność i czas wiązania.

Tynki wapienne są to tynki wykonywane z zapraw na bazie wapna powietrznego. Charakteryzują się znaczną paroprzepuszczalnością oraz wysoką zdolnością absorpcji wilgoci z otoczenia przez co zapewniają korzystny dla mieszkańców mikroklimat wewnątrz pomieszczeń. Do ich podstawowych wad należy zaliczyć niską odporność na zarysowania i uszkodzenia mechaniczne, będącą wynikiem niewielkiej wytrzymałości na ściskanie zapraw wapiennych. Tynki wapienne wykonuje się jako wyprawy wewnętrzne, bez specjalnych dodatków i domieszek zwiększających odporność na wpływ warunków atmosferycznych nie nadają się do stosowania na zewnątrz.

Tynki gipsowo-wapienne łączą zalety obu rodzajów spoiw. Dodatek wapna do zaprawy gipsowej pozwala znacznie zredukować efekt zmiany objętości gipsu wywołany zmianą wilgotności, poprawia urabialność, wydłuża czas wiązania zaprawy oraz redukuje proces korozji niezabezpieczonych elementów stalowych. Tynki gipsowo-wapienne charakteryzują się bardziej estetycznym wyglądem i większą wytrzymałością mechaniczną niż tynki wapienne. Znajdują zastosowanie wyłącznie wewnątrz budynków.

Tynki lekkie (ciepłochronne) – w przypadku tynków ciepłochronnych stosowane są najczęściej dwa rodzaje lekkich domieszek, poprawiających właściwości izolacyjne materiału. Są to wypełniacze nieorganiczne tzn. kulki styropianowe lub organiczne tzn. spęczniany perlit. Wśród najczęściej wymienianych zalet tynków ciepłochronnych, obok bardzo dobrych właściwości termoizolacyjnych (maksymalna przewodność cieplna to 0,2 W/mK), należą: odporność na działanie glonów i grzybów, paroprzepuszczalność zapewniająca odpowiednie oddychanie ściany, a właściwa cyrkulacja powietrza zapobiega kondensacji pary wodnej w murach. Dzięki zastosowaniu perlitu materiał ten zwiększa dźwiękoszczelność przegród, polepszając warunki akustyczne budynku. Ciepłe tynki charakteryzują się również podwyższoną przyczepnością i mrozoodpornością. Tynk perlitowy jest materiałem niepalnym i spełnia swoją rolę w zakresie poprawienia odporności ogniowej budynku. Tynki ciepłochronne zostały opracowane w sposób

umożliwiający nanoszenie ich nie tylko na ściany wewnętrzne, ale również zewnętrzne. Charakteryzują się wysoką przepuszczalnością gazów i pary wodnej, przy czym są odporne na działanie wody deszczowej po wcześniejszym nałożeniu warstwy zamykającej z tynku maszynowego. Podstawowe zadania tynku ciepłochronnego to: poprawa własności termoizolacyjnych ścian i stropów, poprawa izolacyjności dźwiękowej oraz ochrona przeciwpożarowa konstrukcji betonowych, stalowych, aluminiowych i innych. W tynku perlitowym piasek zastąpiono perlitem przy jednoczesnym zachowaniu jego właściwości. Teoretycznie warstwa ciepłochronnego tynku o grubości 1 cm pod względem izolacji cieplnej zastępuje: 0,5 cm styropianu, 5 cm cegły lub 8 cm tradycyjnego tynku.

9.2. Opis stanowiska badawczego

Badaniom poddano tynki gipsowy, cementowo-wapienny oraz lekki (ciepłochronny) wykonane na murze z bloczków silikatowych (odpowiadającym podłożu wapienno-piaskowemu) oraz ścianie żelbetowej (odpowiadającej podłożu betonowemu). Za wiodące kryterium w ocenie właściwości badanych tynków, rozumianych jako parametry techniczne, przyjęto przyczepność wyprawy tynkarskiej do podłoża. Badanie przyczepności powłok tynkarskich do podłoża wykonano metodą pull-off w oparciu o normę PN-EN 1542: 2000. [N5]. Badanie metodą pull-off zostało przeprowadzone wykorzystując metalowe krążki o średnicy 50 mm i grubości 30 mm. Przygotowane krążki mocowane były do oczyszczonego podłoża za pomocą szybkotwardniejącego dwuskładnikowego kleju epoksydowego. Badania przeprowadzono dla przypadku podłoża poprawnie przygotowanego (z wykonaną wcześniej obrzutką lub zagruntowanego), który stanowił podłoże referencyjne oraz dla przypadków podłoża bez obrzutki lub nie zagruntowanego, zwilgoconego (poprzez spryskanie wodą) oraz podłoża zatłuszczonego (poprzez jednokrotne przemalowanie środkiem antyadhezyjnym do zabezpieczania prefabrykowanych szalunków drewnianych).

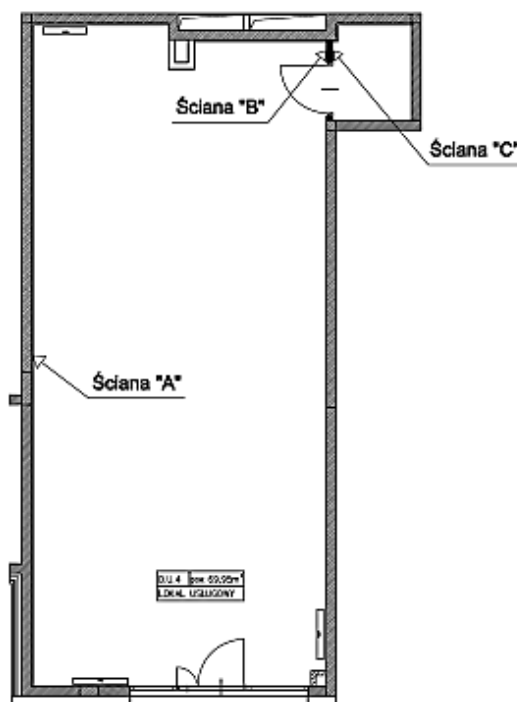
Badania przyczepności tynku wykonane zostały w warunkach rzeczywistych. Jako pomieszczenie doświadczalne, w którym przeprowadzono badania wykorzystany został lokal znajdujący się w istniejącym budynku mieszkalno-usługowym (Rys. 9.1). W lokalu przygotowano próbki w postaci wytynkowanych pól o wymiarach ~40×50 cm, określanych w dalszej części artykułu zamiennie jako poletka tynkarskie, umożliwiające umocowanie co najmniej trzech metalowych krążków na każdym z badanych pól. Pierwsze badania prowadzone były w okresie zimowym. Z uwagi na problem z utrzymaniem stałej temperatury, zbyt dużą wilgotność powietrza w pomieszczeniu wyniki pierwszych prób zostały uznane za niemiarodajne i nie zostały uwzględnione w pracy.

Docelowe i miarodajne badania przeprowadzone zostały w okresie wiosennym, a wewnątrz pomieszczenia doświadczalnego panowały sprzyjające i zbliżone przez cały okres prowadzenia badań warunki. Pomiar temperatury i wilgotności w pomieszczeniu doświadczalnym odbywał się dwa razy dziennie. Temperatura wynosiła od 15 do 19°C, natomiast wilgotność powietrza znajdowała się w przedziale od 45 do 60%.

Pod całą powierzchnią pomieszczenia w którym prowadzono badania znajdował się lokal ogrzewany, dlatego wysokość umieszczenia pól badawczych na ścianie mogła zostać dobrana dowolnie. W poziomie stropu nad lokalem w którym wykonano badania usytuowany był balkon który powodował zacienienie w pomieszczeniu co skutkowało tym, że oświetlenie światłem dziennym nie mogło mieć istotnego wpływu na uzyskane wyniki.

Na Rys. 9.2 pokazano schematyczne rozmieszczenie wykonanych tynków. Widok wytynkowanych pól przedstawiono na Rys. 9.3 oraz Rys. 9.4.

Z uwagi na edukacyjny i niekomercyjny charakter badań przeprowadzono badania w oparciu o minimalną, miarodajną liczbę badań określoną w normie i wynoszącą 3. Powierzchnia krążków po badaniu każdorazowo podlegała oczyszczeniu za pomocą przyrządu do szlifowania, odtłuszczeniu i osuszeniu.



Rys. 9.1 Rzut lokalu w którym wykonano próbki (poletka tynkarskie) poddane badaniom [12]

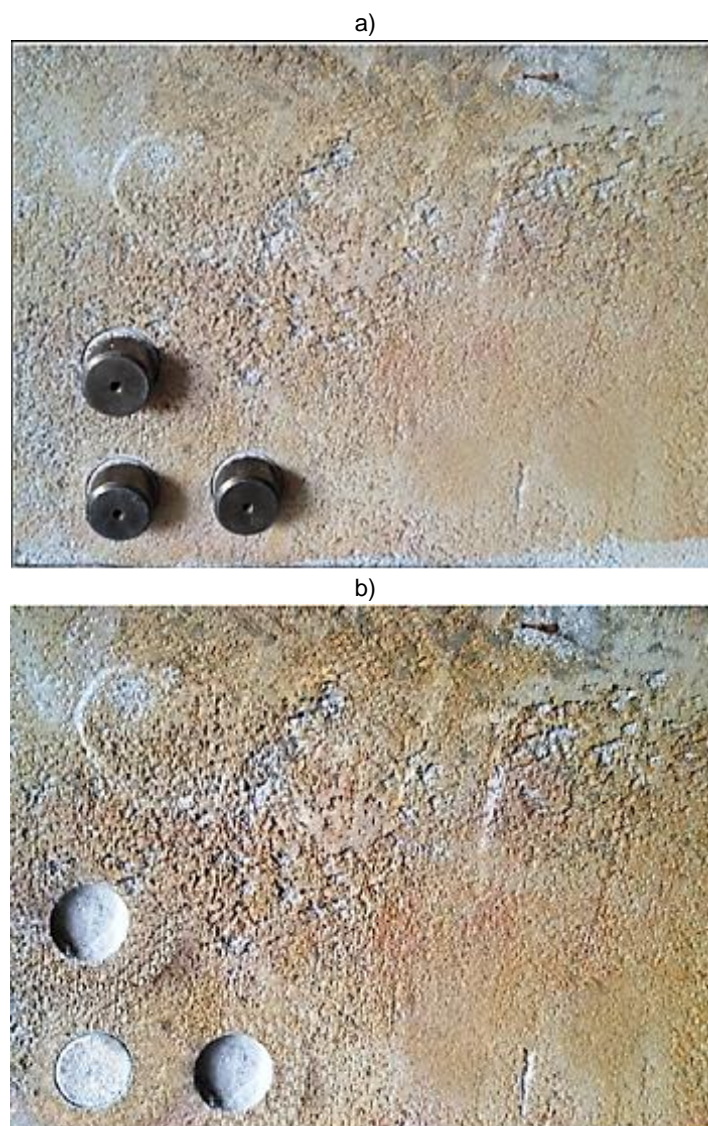
Zbiorcze zestawienie oznaczeń próbek tynków wyników przedstawiono w Tab. 9.1.

Tab. 9.1 Zbiorcze zestawienie oznaczeń próbek (poletek tynkarskich) użytych podczas badań [12]

Symbol	Znaczenie
CW	tynk cementowo-wapienny
G	tynk gipsowy
C	tynk lekki (ciepłochronny)
S	podłoże wapienno-piaskowe (mur z bloczków silikatowych)
Ż	podłoże betonowe (ściana żelbetowa)
OK	próbka wykonana prawidłowo
BO	próbka wykonana bez warstwy obrzutki
BG	próbka wykonana bez warstwy gruntującej
W	próbka wykonana na wilgotnym podłożu
T	próbka wykonana na podłożu zatłuszczonym
A/B	zniszczenie adhezyjne pomiędzy podłożem a 1 warstwą
C	zniszczenie adhezyjne w 2 warstwie
C/I/Y	zniszczenie adhezyjne pomiędzy 2 warstwą a warstwą kleju

9.3. Wyniki badań tynków wewnętrznych

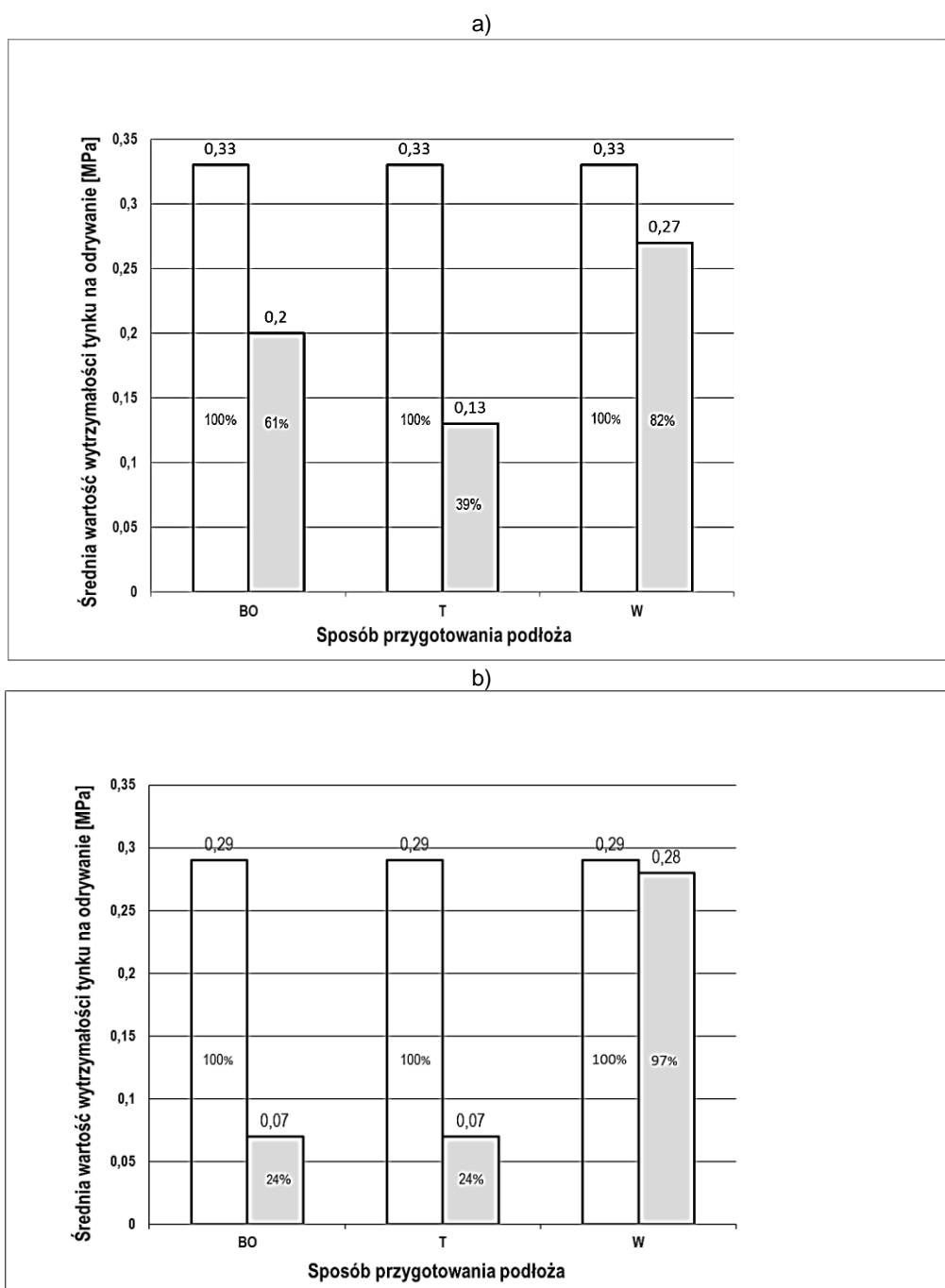
Na Rys. 9.5 pokazano powierzchnię badanego tynku przed i po badaniu metodą *pull-off* według normy PN-EN 1542: 2000 [N5]. W Tab. 9.2 zestawione zostały szczegółowe wyniki badań.



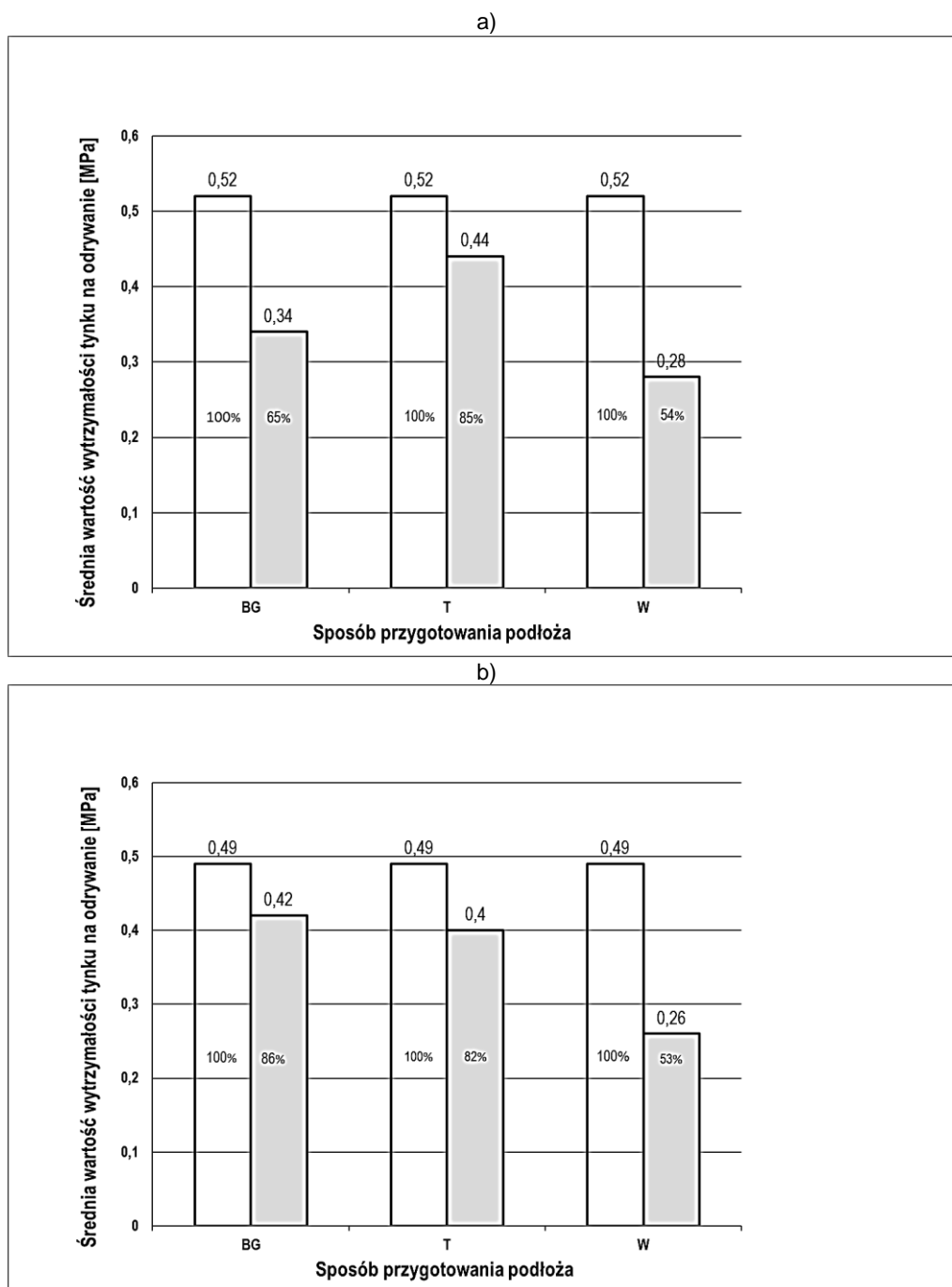
Rys. 9.5 Powierzchnia tynku lekkiego (ciepłochronnego):
a) przed i b) po badaniu metodą *pull-off* według normy PN-EN 1542: 2000 [N5]

Tab. 9.2 Zbiorcze zestawienie wyników badań przyczepności tynków do podłoża – oznaczenia próbek zgodnie z Tab. 9.1 [12]

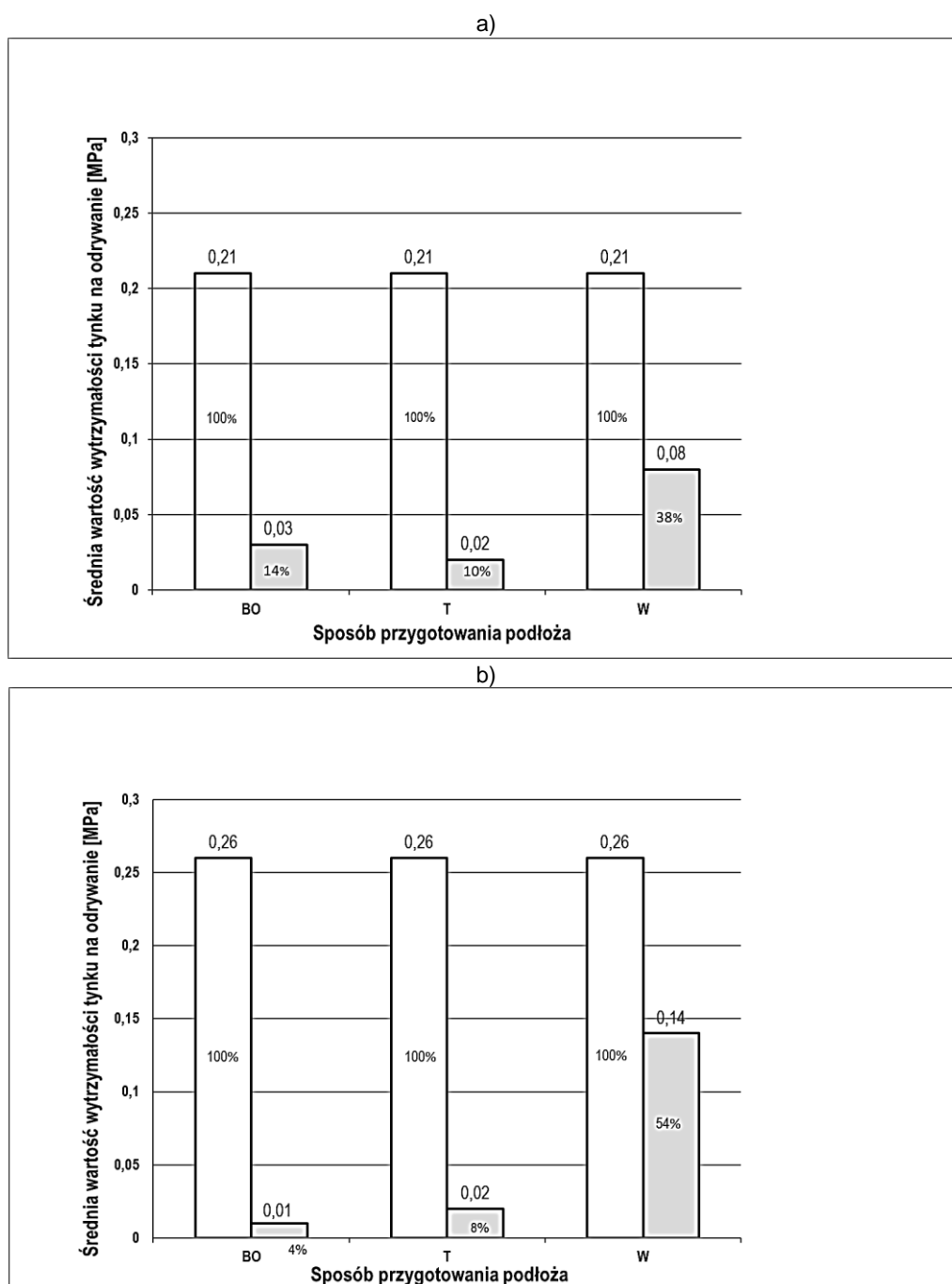
Rodzaj próbki (symbol)	Wytrzymałość na odrywanie (naprężenia niszczące) [MPa] wartość uśredniona z 3 pomiarów	Mechanizm zniszczenia dla przypadku 3 pomiarów
CW/S/OK	0,33	C/Y (3)
CW/S/BO	0,20	C/Y (2) oraz C (1)
CW/S/W	0,27	C/Y (2) oraz C (1)
CW/S/T	0,13	C/Y (2) oraz A/B (1)
CW/Ż/OK	0,29	C/Y (3)
CW/Ż/BO	0,07	A/B (3)
CW/Ż/W	0,28	C/Y (3)
CW/Ż/T	0,07	A/B (3)
G/S/OK	0,52	C/Y (2) oraz C (1)
G/S/BG	0,34	C/Y (2) oraz C(1)
G/S/W	0,28	C (3)
G/S/T	0,44	C (2) oraz C/Y (1)
G/Ż/OK	0,49	A/B (1), C/Y (1) oraz C (1)
G/Ż/BG	0,42	C (3)
G/Ż/W	0,26	A/B (3)
G/Ż/T	0,40	C (2) oraz A/B (1)
C/S/OK	0,21	C (3)
C/S/BO	0,03	A/B (2) oraz C/Y (1)
C/S/W	0,08	A/B (2) oraz C (1)
C/S/T	0,02	A/B (2) oraz C/Y (1)
C/Ż/OK	0,26	C (3)
C/Ż/BO	0,01	A/B (3)
C/Ż/W	0,14	C (3)
C/Ż/T	0,02	A/B (3)



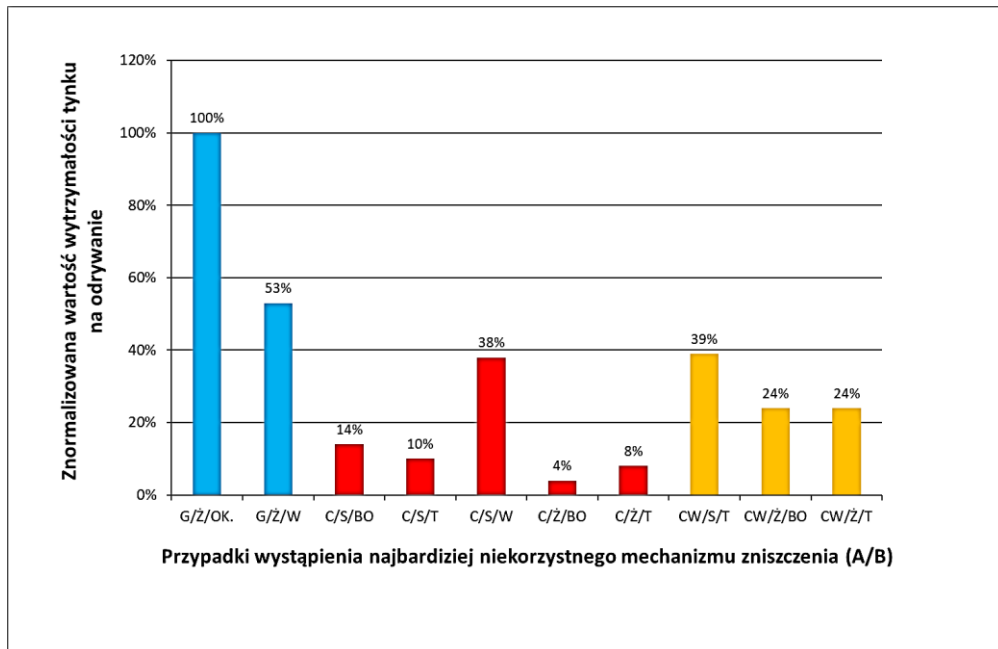
Rys. 9.6 Wykres średniej wytrzymałości na odrywanie tynku od podłoża (przyczepności) w funkcji sposobu jego przygotowania: tynk cementowo - wapienny na podłożu a) wapienno - piaskowym (bloczkach silikatowych), b) betonowym (ścianie żelbetowej) – oznaczenia próbek zgodnie z Tab. 9.1 (kolor biały – wartość referencyjna) [12]



Rys. 9.7 Wykres średniej wytrzymałości na odrywanie tynku od podłoża (przyczepności) w funkcji sposobu jego przygotowania: tynk gipsowy na podłożu a) wapienno - piaskowym (błoczkach silikatowych), b) betonowym (ścianie żelbetowej)-oznaczenia próbek zgodnie z Tab. 9.1 (kolor biały – wartość referencyjna) [12]



Rys. 9.8 Wykres średniej wytrzymałości na odrywanie tynku od podłoża (pryczepności) w funkcji sposobu jego przygotowania: tynk lekki (ciepłochronny) na podłożu a) wapienno - piaskowym (bloczkach silikatowych), b) betonowym (ścianie żelbetowej) – oznaczenia próbek zgodnie z Tab. 9.1 (kolor biały – wartość referencyjna) [12]



Rys. 9.9 Wykres znormalizowanej wytrzymałości na odrywanie tynku od podłoża (przyczepności) dla najniekorzystniejszego mechanizmu zniszczenia - oznaczenia próbek zgodnie z Tab. 9.1 [12]

9.4. Analiza wyników badań tynków wewnętrznych

Wyniki przeprowadzonych badań odzwierciedlają uśrednione wartości przyczepności pomierzone dla poszczególnych rodzajów tynku i podłoża. Wyniki te zostały odniesione do wartości referencyjnych, uzyskanych dla próbek przygotowanych w sposób prawidłowy, zgodny z wytycznymi i rozwiązaniami systemowymi przewidzianymi przez poszczególnych producentów materiałów budowlanych zastosowanych podczas badań.

Na podstawie otrzymanych wyników można zaobserwować, iż wpływ poszczególnych imperfekcji związanych z przygotowaniem podłoża pod wyprawę tynkarską na wytrzymałość próbek na odrywanie (przyczepność) jest zróżnicowany i zależy zarówno od rodzaju zastosowanego tynku, jak również od typu podłoża.

Wyniki uzyskane podczas badań **tnyku cementowo-wapiennego**, wskazują na najmniejszą redukcję przyczepności próbek przy zawilgoconym podłożu (Rys. 9.6). W przypadku ściany żelbetowej redukcja wytrzymałości na odrywanie wynosiła zaledwie 3%, natomiast w przypadku muru z bloczków wapienno-piaskowych przyczepność spadała o 18%, co również stanowi najmniejszy spadek względem pozostałych imperfekcji w zakresie przygotowania podłoża. Najniekorzystniejszym czynnikiem w obu rozpatrywanych wariantach podłoża jest jego zatłuszczenie, które redukuje przyczepność tynku cementowo-wapiennego na ścianie żelbetowej aż do 24%, natomiast na ścianie murowanej z elementów silikatowych wytrzymałość na odrywanie spada do poziomu 39% wartości referencyjnej. Brak warstwy szczepnej, tzw. obrzutki, która można uznać za formę zagruntowania podłoża betonowego okazał się równie szkodliwy jak jego zatłuszczenie. Próbką wykonaną bez warstwy szczepnej na podłożu w postaci muru z wyrobów silikatowych uzyskała przyczepność na poziomie 24% w stosunku do wyniku referencyjnego.

W przypadku **tyнку gipsowego** najniekorzystniejszy wpływ na przyczepność próbki miało zawilgocenie podłoża, które znacząco redukowało wytrzymałość na odrywanie tynku, zarówno na podłożu z wyrobów silikatowych, jak również na podłożu betonowym (Rys. 9.7). Podłoże z wyrobów silikatowych okazało się być bardziej podatne na brak warstwy gruntującej niż podłoże betonowe. Warto jednak podkreślić, iż dla obu rodzajów podłoża warstwa gruntująca wykonywana jest przy pomocy innego typu środków gruntujących i pełni ona inne funkcje - w przypadku podłoża z wyrobów silikatowych ma na celu przede wszystkim ograniczyć chłonność i nasiąkliwość podłoża, natomiast w odniesieniu do powierzchni betonowej głównym zadaniem jest poprawa jej przyczepności. Wpływ zatłuszczenia spodniej warstwy okazał się najmniej niekorzystny dla tynku gipsowego, przekładając się na redukcję przyczepności rzędu od 15 do 18%.

Tynk lekki (ciepłochronny), zgodnie z uzyskanymi wynikami, jest najbardziej wrażliwy na wszelkiego rodzaju błędy wykonawcze podczas przygotowywania podłoża (Rys. 9.8). Najistotniejszy wpływ na pogorszenie przyczepności tynku perlitowego ma zatłuszczone podłoże i brak warstwy szczepnej. Zarówno na podłożu betonowym, jak i silikatowym wytrzymałość próbek na odrywanie w przypadku wystąpienia obu powyższych imperfekcji nie przekroczyła 15% wartości referencyjnych. Wpływ zawilgocenia ścian, na których wykonano próbki był również wysoki, spadek przyczepności był porównywalny do redukcji przyczepności na podłożu zawilgoconym dla tynku gipsowego.

Istotne z punktu widzenia wykonawstwa tynków jest dodatkowe przeanalizowanie uzyskanych wyników doświadczeń poprzez wyodrębnienie prób, w których wystąpił najbardziej niekorzystny mechanizm (typ) zniszczenia próbki. Mając na uwadze perspektywę dalszej eksploatacji wykonanych powłok tynkarskich najniekorzystniejsze jest zniszczenie typu A/B, a więc zniszczenie adhezyjne pomiędzy podłożem, a pierwszą warstwą badanej próbki (środkiem gruntującym lub warstwą szczepną).

Przypadki wystąpienia najbardziej niekorzystnego typu zniszczenia oraz towarzyszącą im znormalizowaną wartość przyczepności przedstawiono na wykresie (Rys. 9.9). Podczas badania wytrzymałości na odrywanie tynku gipsowego zniszczenie typu A/B wystąpiło przy próbie referencyjnej na podłożu żelbetowym, oraz na zawilgoconym podłożu żelbetowym. Tynk cementowo-wapienny okazał się najbardziej podatny na niekorzystny typ zniszczenia w przypadku zatłuszczonego podłoża oraz przy pominięciu wykonania warstwy szczepnej na podłożu żelbetowym.

Najwięcej przypadków wystąpienia mechanizmu zniszczenia typu A/B zaobserwowano dla próbek tynku lekkiego (ciepłochronnego). Wystąpiło ono na obu rodzajach podłoża przy braku obrzutki i zatłuszczeniu oraz na zawilgoconym podłożu z wyrobów silikatowych.

9.5. Podsumowanie

Uzyskane podczas badań wyniki ukazują jak istotną rolę podczas wykonywania wypraw tynkarskich odgrywa szczególna dbałość o zachowanie wszystkich etapów procesu technologicznego. Równie istotny dla uzyskania odpowiedniej przyczepności tynku jest staranny odbiór podłoża przed przystąpieniem do tynkowania. W przypadku tynków gipsowych szczególną uwagę należy zwrócić na ewentualne zawilgocenie podłoża, a jeżeli takowe wystąpi należy podjąć działania osuszające przed przystąpieniem do właściwych prac tynkarskich. Istotne są również bieżące kontrole zanikowych etapów prac, takich jak równomierne i dokładne zagruntowanie podłoża.

W odniesieniu do tynków cementowo-wapiennych i ciepłochronnych niedopuszczalne jest niedokładne wykonanie lub całkowite pominięcie warstwy szczepnej. Starannie należy również odebrać podłoże pod kątem wystąpienia ewentualnych zatłuszczeń, np. pozostałości po środkach antyadhezyjnych, którymi pokrywane są szalunki podczas wykonywania ścian żelbetowych, lub obecności różnego rodzaju substancji ropopochodnych.

ROZDZIAŁ X

PROBLEMY EKSPLOATACYJNE TYNKÓW ZEWNĘTRZNYCH

10. Tynki zewnętrzne – studium przypadku

10.1. Dane ogólne

Tynki tradycyjne, udoskonalone wykonane zostały w przejściu pod drogą komunikacyjną zaprojektowanym zostało jako żelbetowy, monolityczny tunel podziemny, wyposażony w dojścia w postaci podjazdów (Rys. 10.1). Tunel zaprojektowany i realizowany był w wykopie otwartym. Po zakończeniu budowy strop zasypano i ułożono na nim warstwy wykończeniowe miejskiej drogi komunikacyjnej. Po ≈6-ciu miesiącach eksploatacji nastąpiło zdarzenie losowe polegające na lokalnym odspojeniu się wyprawy tynkarskiej od przekrycia (sufitu) tunelu. W wyniku zdarzenia losowego nikt z przechodniów nie doznał trwałego uszczerbku na zdrowiu. W ramach działań zabezpieczających wykonano przegląd stanu technicznego wypraw tynkarskich wykonanych na ścianach i suficie tunelu oraz na ścianach pionowych obudowy wyjść z tunelu – usunięto fragmenty tynku które uległy lokalnemu odspojeniu od podłoża. Na podstawie przeprowadzonej zaraz po zdarzeniu, oceny makroskopowej pozostałych fragmentów tynku, stwierdzono brak widocznych znamion świadczących o przekroczeniu warunków normowych *Stanu Granicznego Nośności (SGN)* oraz *Stanu Granicznego Użytkowania (SGU)* w elementach konstrukcyjnych tunelu tzn. ponadnormatywnego ugięcie lub zarysowanie.

10.2. Opis uszkodzeń wypraw tynkarskich

Na ścianach obudowy wyjść z tunelu stwierdzono uszkodzenia tynku w miejscu dylatacji pionowych (Rys. 10.2a, b). Uszkodzenia tynku występowały głównie na powierzchni gdzie beton był zatarty na gładko (Rys. 10.2c). W tunelu uszkodzenia występowały zarówno w poziomie sufitu, jak również na ścianach (Rys. 10.2d, e). Odspojenia tynku miały miejsce zarówno na powierzchni gładkiej, jak również na powierzchni o zwiększonej chropowatości (zagruntowanej).

10.3. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich

Sam pomysł wykonania warstwy fakturowej z tynku cementowo - wapiennego na powierzchni elementów żelbetonowych zrealizowanych z betonu o wytrzymałości wyższej niż C25/30 był rozwiązaniem niedoskonałym ze względu na różnice w odkształcalności obu materiałów (betonu oraz tynku). W przypadku betonów wyższych klas stosowanie tradycyjnych wypraw tynkarskich (cementowo - wapiennych niskich klas) nie jest wskazane z uwagi na ich mniejszą przyczepność do podłoża i konieczność wykonywania dodatkowych zabiegów zwiększających przyczepność do podłoża np. przez jego uszorstnienie i gruntowanie. W tym przypadku podłoże betonowe dla tynków klasycznych traktowane jest w literaturze technicznej jako tzw. *podłoże trudne*. W analizowanym przypadku dokumentacja projektowa przewidywała realizację tunelu z betonu klasy C30/37. Konstrukcja tunelu wykonywana była w systemowych szalunkach, a w trakcie betonowania stosowano środki antyadhezyjne. Tym samym powierzchnia betonu była gładka i załuszczona.

Powszechnie wiadomo, że wraz ze wzrostem wytrzymałości betonu na ściskanie i przy wysokiej gładkości powierzchni spada przyczepność tynku do podłoża. Sytuacja ta spowodowana jest to wysoką szczelnością matrycy cementowej oraz gładkością powierzchni betonu.

Przygotowanie betonowego podłoża do tynkowania, jego równość, gładkość, przyczepność oraz sztywność, mają zasadnicze znaczenie dla poprawnego i trwałego wykonania tynków. Dodatkowo przy wyborze tynku należy zwrócić również uwagę na możliwość osłabienia przyczepności do podłoża w przypadku użycia zaprawy o istotnie różnej rozszerzalności cieplnej w stosunku do podłoża. W takim przypadku między ścianą oraz tynkiem mogą powstawać naprężenia termiczne większe niż naprężenia przyczepności. Różnice w rozszerzalności tynku i podłoża są przyczyną efektu tzw. *odparzania się* tynku.

Istotnym problemem są również zjawiska towarzyszące migracji wilgoci przez przegrodę, powodujące zmianę objętości poszczególnych materiałów przegrody np. ich pęcznienie oraz skurcz. Z tego względu zaleca się stosowanie zasady tzw. *mocne tynki na mocne podłoża* oraz *słabe tynki na słabe podłoża* (powyższy zwrot jest określeniem technicznym, stosowanym powszechnie w literaturze technicznej).

W celu zwiększenia przyczepności tynku do podłoża betonowego zaleca się zwiększenie jego chropowatości np. przez zmycie wodą pod wysokim ciśnieniem (hydromonitoring), piaskowanie, groszkowanie lub wykonanie dodatkowych bruzd na powierzchni betonu.

W przypadku zanieczyszczenia powierzchni betonu olejem lub środkiem antyadhezyjnym pochodzącym z szalunków należy ją oczyścić za pomocą piaskowania lub specjalnych preparatów odtłuszczających. Przed rozpoczęciem prac tynkarskich należy dokonać oceny przydatności podłoża do tynkowania np. *metodą zwilżenia* (tzw. *test wody*). Metoda ta polega na zwilżeniu powierzchni betonu wodą i jej obserwacji przez okres 2-5 minut. Gdy woda nie wsiąka, na powierzchni betonu pozostają krople wody i powierzchnia nie zmienia koloru oznacza to, że beton ma zwartą, szczelną powierzchnię lub pokryty jest środkiem antyadhezyjnego - taka powierzchnia, nie nadaje się do tynkowania. Tynki klasyczne, cementowo-wapienne mogą być wykonywane bez stosowania środków gruntujących na powierzchniach betonowych szorstkich, dobrze chłonących wodę, o wilgotności $\leq 2.5\%$. Tynki cienkowarstwowe wykonywać można na powierzchniach równych, dobrze chłonących wodę.

W przypadku tunelu tynki na powierzchni elementów żelbetowych wykonane zostały jako tynki maszynowe o średniej grubości 2,0 cm. Analiza struktury tynku wskazała, że zostały one zrealizowane z zastosowaniem różnych materiałów: w wykonanych odkrywkach widoczna jest zróżnicowana struktura tynku, odpowiadająca odpowiednio tynkowi cementowemu (o zwartej strukturze porów i ciemniejszej barwie), jak również tynkowi cementowo - wapiennemu (o mniej zwartej strukturze i jaśniejszej barwie). Szczegółowa analiza dokumentacji procesu inwestycyjnego wykazała, że Wykonawca zastosował na budowie 2 rodzaje mieszanek tynkarskich: 1) przeznaczoną do wykonywania tynków zewnętrznych i wewnętrznych (o strukturze odpowiadającej tynkowi cementowemu) oraz 2) przeznaczoną do wykonywania tylko i wyłącznie tynków wewnętrznych (o strukturze podobnej do tynku cementowo-wapiennego). Ustalono, że przed wykonaniem tynków, podłoże betonowe zostało zagruntowane, metodą ręcznego nanoszenia powłoki gruntującej pędzlem. Zastosowane rozwiązanie okazało się nieskuteczne i jeszcze w okresie trwania robót budowlanych, ze ścian i sufitu tunelu tynk się odspoił. W miejscach tych, po oczyszczeniu, na powierzchnie betonu nałożony został szpryc (podkład) cementowy pełniący rolę podłoża pod właściwy tynk cementowo - wapienny. Jednak i ten zabieg nie okazał się do końca skuteczny – odparzenia tynku występowały w miejscach naprawianych (gdzie podłoże było zgroszkowane), jak również w miejscach które wcześniej nie wykazywały żadnych oznak rozwarstwienia.

Wykonane w miejscach odspojonych tynków tzw. *testy wody*", wykazały, że powierzchnia betonu nie przyjmuje wody, jest gładka i ma zwartą szczelną strukturę, miejscowo pokryta jest środkiem antyadhezyjnym (Rys. 10.3). Tym samym przyczepność tynku do powierzchni była niewystarczająca, co było bezpośrednią przyczyną stwierdzonych uszkodzeń.

Stwierdzono również intensywne zarysowania tynku na ścianach tunelu, w szczególności od strony wewnętrznej. Morfologia rys wskazywała jednoznacznie, że są to rysy skurczowe (Rys. 10.4)

Szczeliny dylatacyjne, wykonane zostały w sposób bardzo niestaranny. Na długości dylatacji w wielu miejscach zaprawa całkowicie wypełniała szczelinę zakrywając materiał trwale plastyczny. W kilku miejscach stwierdzono brak tego materiału w szczelinie, w zamian którego zastosowano zaprawę. W konsekwencji doprowadziło to do uszkodzeń tynku i krawędzi dylatacji, nastąpiło jego lokalne ścięcie wzdłuż części dylatacji pionowych.

Dach tunelu wykonany został w formie krzywoliniowego, łukowego przekrycia bez rynien i rur spustowych (Rys. 10.1a, b). Woda opadowa spływa z dachu bezpośrednio na kamienną okładzinę murów obudowy zejścia do tuneli (Rys.8.1.1c). Woda spływała na okapniki kamienne i penetrowała w dół poprzez nieszczelności w miejscu styku kamiennych okapników powodując powstawania usterek wypraw tynkarskich, co jest rozwiązaniem niewłaściwym ze względu na trwałość konstrukcji tunelu i wypraw tynkarskich.

Należy również zauważyć, że pomimo ewidentnych niedociągnięć projektowych oraz błędów wykonawczych również harmonogram prowadzenia inwestycji miał wpływ na zakres uszkodzeń wypraw tynkarskich. Realizacja prac w okresie jesienno-zimowym pociągała za sobą konieczność ich prowadzenia w okresie obniżonych temperatur. Gdyby jednak prace tynkarskie prowadzone byłyby w okresie letnim, to z dużym prawdopodobieństwem wyprawy tynkarskie uległy by również odparzeniu (odspojeniu od podłoża) podczas eksploatacji, z uwagi na wykonanie ich na nieodpowiednio przygotowanym, lub wręcz nieprzygotowanym podłożu.

Wyniki *pomiarów wilgotności* wykonane w trakcie wizji lokalnych, pokazały, że wilgotność masowa tynków U_m [%] wahała się od 1,3 % do 1,6%, co oznacza że tynki znajdowały się w stanie suchym ($U_m \leq 1,5$) i wilgotnym ($1,5 < U_m \leq 3$).

Wyniki badań *sklerometrycznych* wykazały bardzo dobrą i dobrą jednorodność betonu (podłoża) wbudowanego w konstrukcję tunelu.

Wyniki badań *pull-off* odnoszące się do badań wykonanych w obszarze tunelu pokazały, że przyczepność tynku do podłoża w wytypowanych punktach pomiarowych (miejscach nieuszkodzonych) jest większa niż wartość graniczna 0,025 MPa określona w normie PN-B-10100:1970 [N2] (Rys. 10.5).

10.4. Koncepcja naprawy występujących uszkodzeń

Zakres zaproponowanych prac naprawczych obejmował:

- ze względów ekonomicznych i przy uwzględnieniu zakresu występujących uszkodzeń zalecono odtworzenie uszkodzonych wypraw tynkarskich. W miejscach uszkodzonych podłoża betonowe należało przygotować przez jego schropowacenie z zastosowaniem mechanicznych szczotek stalowych, a tynki odtworzyć jako maszynowe stosując gotowe suche konfekcjonowane mieszanki tynkarskie (tynki cementowo-wapienne) z dodatkiem polimerów. Szczególną uwagę należało zwrócić na konieczność zapewnienia pokrywania się linii dylatacji w elementach konstrukcyjnych i wyprawie tynkarskiej. Szczeliny dylatacyjne, zarówno pionowe, jak również poziome powinny być wypełnione materiałem trwale plastycznym na całej wysokości,
- przed przystąpieniem do usuwania uszkodzeń wypraw tynkarskich zalecono usunięcie usterek przekryć ścian pionowych obudowy wyjść z tunelu-uzupełnienie brakującego wypełniania z materiału trwale plastycznego pomiędzy elementami okapników kamiennych,
- w przypadku stwierdzenia, w ramach prowadzonej kontroli związanej z obsługą techniczną obiektu ponownego odspojenia wypraw tynkarskich na sumarycznej powierzchni min. 40% powierzchni ścian i sufitów należało podjąć działania mające na celu całkowite usunięcie wypraw tynkarskich, zwiększenie chropowatości powierzchni betonowych, np. metodą śrutowania, a po oczyszczeniu powierzchni elementów żelbetowych z resztek wypraw tynkarskich docelowe wykonanie ochronnych powłok malarskich w celu ograniczenia i likwidacji występowania zjawiska przyspieszonej karbonatyzacji powierzchni betonowych ze względu na naruszoną strukturę porów i kapilarów. Wprowadzenie zmian wizualnych w obszarze ścian i przekrycia (sufitu) tunelu oraz ścian pionowych obudowy wyjść z tunelu - pozostawienie ścian i sufitu w formie tzw. *architektury surowego betonu* było działaniem docelowym, zapewniającym z dużym prawdopodobieństwem, w zakresie warstw wykończeniowych, bezusterkową eksploatację tunelu.

10.5. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich

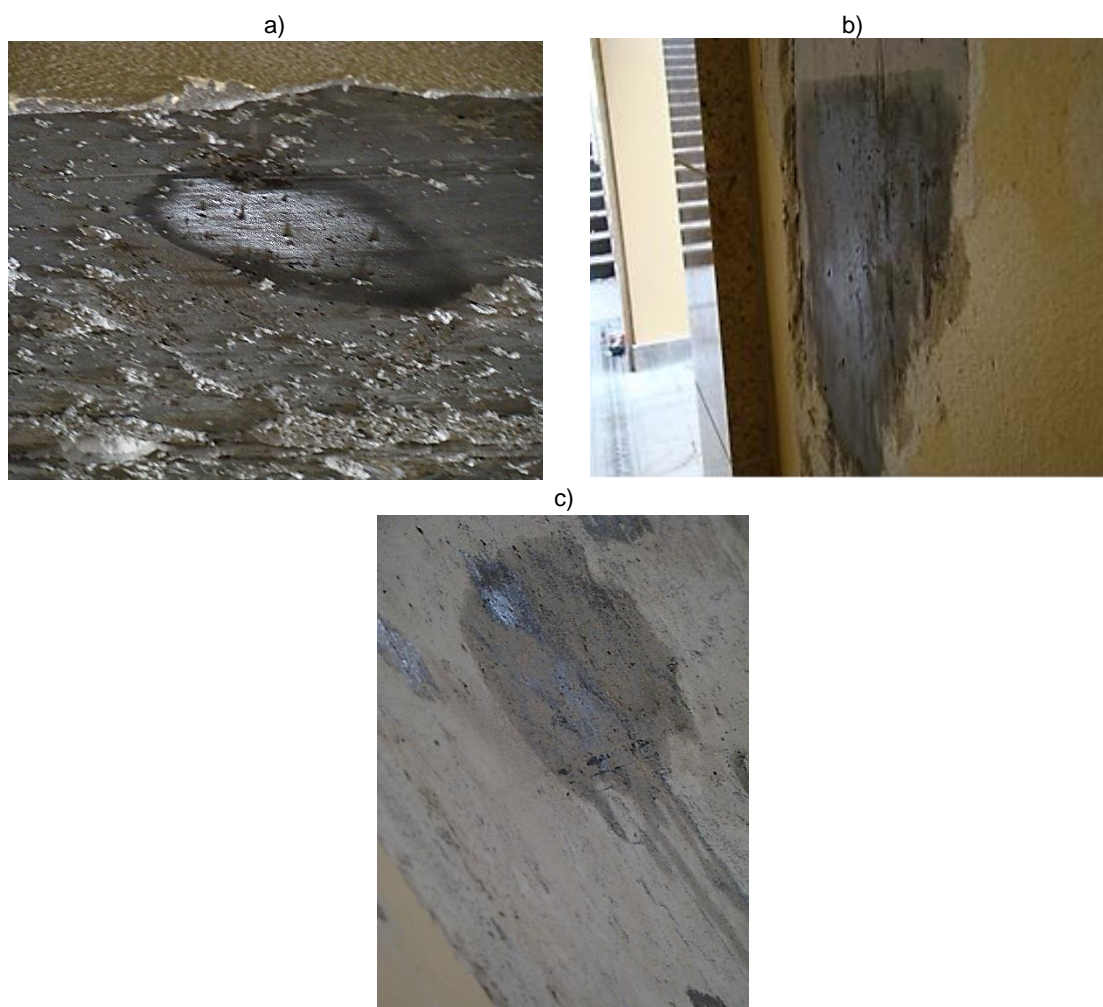
Bezpośrednią przyczyną uszkodzeń wypraw tynkarskich było wykonanie grubowarstwowych okładzin z maszynowego tynku cementowo-wapiennego na tzw. *trudnym podłożu*. Powierzchnia betonu nie została odpowiednio przygotowana do tynkowania. Beton miał zwartą strukturę, jego powierzchnia zewnętrzna była gładka i zatłuszczona pozostałościami po środkach antyadhezyjnych, a realizacja wypraw tynkarskich w okresie obniżonych temperatur dodatkowo negatywnie przyczyniła się do zmniejszenia przyczepności tynku do betonu. Podejmowane już na etapie realizacji wypraw tynkarskich próby usunięcia występujących usterek (odspojenia tynków) poprzez ich skucie, schropowacenie powierzchni oraz ponowne wykonanie okazały się nieskuteczne. Niestaranne i lokalnie błędne wypełnienie szczelin dylatacyjnych (zaprawą zamiast kitem trwaleplastycznym) przyczyniło się do rozszerzenia uszkodzeń wypraw tynkarskich, podobnie jak zamakanie dylatacyjnych szczelin pionowych w miejscu nieciągłości okapników kamiennych ścian obudowy wyjść z tunelu.



Rys. 10.1 Przejście podziemne pod drogą komunikacyjną (tunel): wyjścia z tunelu
a) widok, b) zbliżenie, c) szczegół oparcia przekrycia na ścianach obudowy wyjść z tunelu



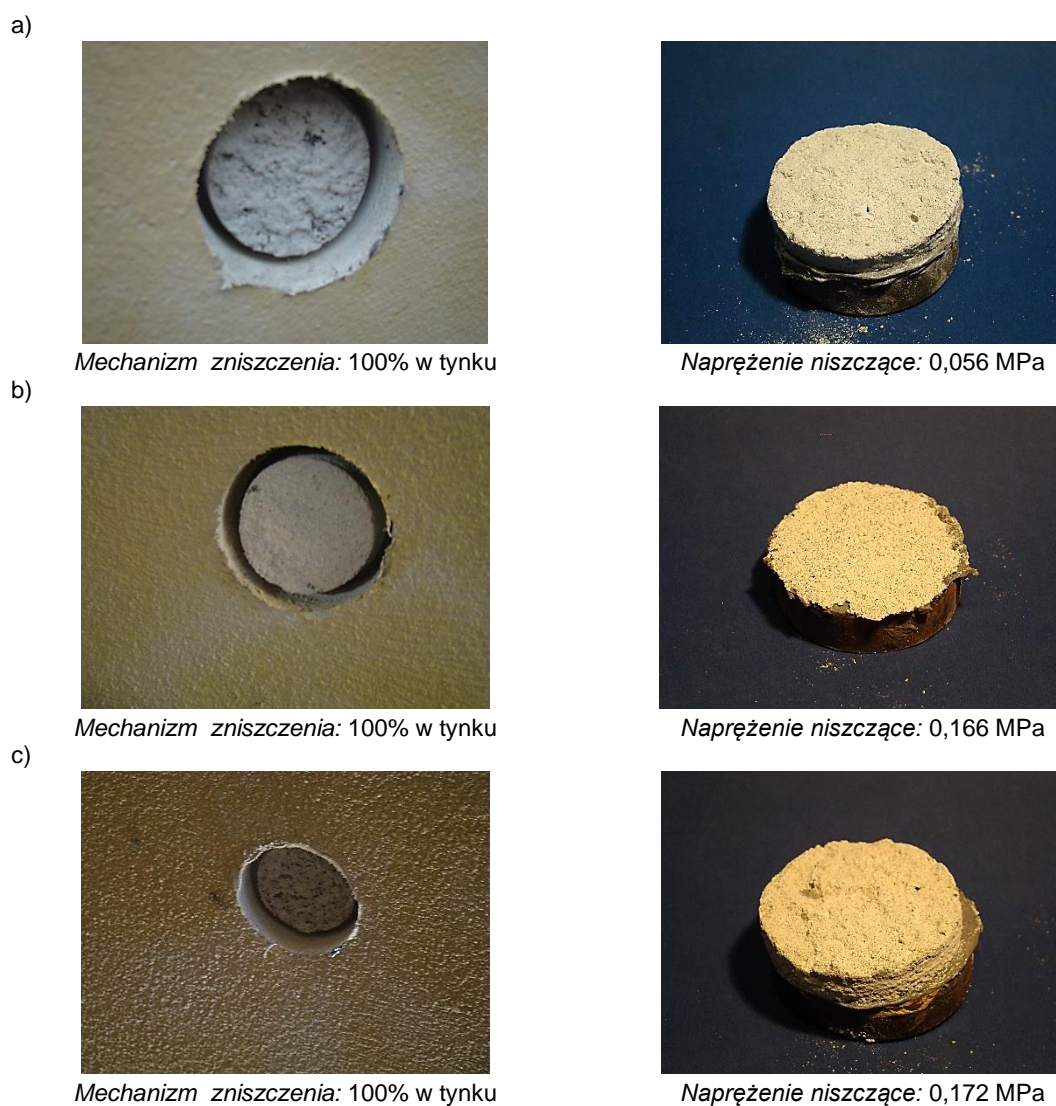
Rys. 10.2 Uszkodzenia wyprawy tynkarskiej tunelu: a), b) w miejscu dylatacji ścian obudowy wyjść z tunelu, na fragmentach c) gładkich, d) chropowatych ścian obudowy wyjść z tunelu, e) na suficie tunelu



Rys. 10.3 Wynik zwilżania powierzchni (tzw. *testu wody*) na powierzchni elementów betonowych z których odpadła wyprawa tynkarska: a) przekrycie (sufit), b) ściana tunelu oraz c) ściana pionowa obudowy wyjścia z tunelu (błyszcząca powierzchnia świadczy o występowaniu na powierzchni betonu warstwy hydrofobowej)



Rys. 10.4 Zarysowania wyprawy tynkarskiej ścian tunelu – typowa morfologia rys wywołanych skurczem tynku



Rys. 10.5 Wyniki badań *pull-off* – widok miejsca wykonania testu oraz próbka po zniszczeniu: a) ściana pionowa obudowy wyjścia z tunelu, b) ścian pionowa tunelu, c) przekrycie (sufit) tunelu

ROZDZIAŁ XI

PROBLEMY EKSPLOATACYJNE TYNKÓW WEWNĘTRZNYCH

11.1. Tynki wewnętrzne – studium przypadku (1)

11.1.1. Dane ogólne

W nowopowstałym budynku mieszkalnym zrealizowano na sufitach lokali mieszkalnych wyprawy tynkarskie wykonane jako tynk gipsowy maszynowy na podłożu betonowym. Jeszcze przed oddaniem budynku do eksploatacji na sufitach (stropach międzykondygnacyjnych w widoku od spodu) lokali mieszkalnych wystąpiły usterki wyprawy tynkarskiej polegające na lokalnym przebarwieniu tynku w miejscu jego zawilgocenia. Są one rozrzucone stochastycznie na powierzchni sufitów na wszystkich kondygnacjach budynku. Nie stwierdzono intensyfikacji rozkładu zawilgocenia tynków przy ścianach zewnętrznych, jak również przy trzonach kominowych.

11.1.2. Opis uszkodzeń wypraw tynkarskich

Tynki na sufitach w lokalach mieszkalnych wykazują usterki polegające na lokalnym przebarwieniu wyprawy tynkarskiej w miejscu jej zawilgocenia. Punktowe miejsca zwiększonego zawilgocenia mają w większości przypadków wymiary od 0,5×0,5 cm do 1,0×1,0 cm. W miejscach lokalnego zawilgocenia tynk charakteryzuje się zeszkłąoną powierzchnią (zamkniętymi porami). W miejscu podwyższonej wilgotności tynk ma obniżoną twardość. W części pomieszczeń punktowe przebarwienia tynków na sufitach zostały zaspachlowane. Zakres usterek w poszczególnych lokalach mieszkalnych jest zbliżony i w praktyce jednakowy na każdej z kondygnacji.

Przykładowe usterki tynków na sufitach przedstawiono na przykładzie usterek występujących w jednym z lokali mieszkalnych w poziomie parteru (usterki tynków w poziomie stropu nad parterem) widocznych na Rys. 11.1.1 (widok sufitu po wykonaniu miejscowego szpachlowania zawilgoconych miejsc tynku). Rys. 11.1.2a-c. pokazują uszkodzenia wyprawy tynkarskiej w miejscu jej zawilgocenia powstałe podczas kontroli twardości tynku. Zbliżony zakres usterek tynków na sufitach występuje również w lokalu mieszkalnym w poziomie I piętra (usterki tynków w poziomie stropu nad I piętrzem)

co przedstawiono na Rys. 11.1.3 (widok sufitu po wykonaniu miejscowego szpachlowania zawilgoconych miejsc tynku) oraz Rys. 11.1.4a-c (lokalne zawilgocenie wyprawy tynkarskiej).

11.1.3. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich

Ustalono, że zakres realizacji prac tynkarskich w przypadku ścian i sufitów lokali mieszkalnych jest następujący:

- tynk gipsowy maszynowy bez gładzi szpachlarskiej (gipsowej),
- brak malarskiej powłoki ochronnej.

Ze względu na rodzaj wbudowanego materiału odbiór tynków wykonanych z gipsu tynkarskiego (tynk gipsowy maszynowy) należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami normy PN-B-10110:2005 [N16]. Zgodnie z wymaganiami przedmiotowej normy sprawdzeniu podlegają:

- **1 – zgodność z dokumentacją,**
- **2 – przygotowanie podłoża (czystość, stabilność, gruntowanie),**
- **3 – rodzaj zastosowanych materiałów (deklaracja zgodności producenta),**
- **4 – grubość tynku (nie mniej niż 2mm, a na suficie nie więcej niż 15mm),**
- **5 – przyczepność tynku do podłoża (nie mniej niż 0,2 N/mm²),**
- **6 – występowanie wad i uszkodzeń powierzchni,**
- **7 – prawidłowość wykonania powierzchni i krawędzi.**

W zakresie wymagania **1 – zgodność z dokumentacją** stwierdzono na podstawie przeprowadzonej oceny makroskopowej oraz organoleptycznej, iż tynki wewnętrzne na sufitach lokali mieszkalnych wykonano jako tynki gipsowe maszynowe o grubości 2 cm, co było zgodne z dokumentacją projektową.

W zakresie wymagania **2 – przygotowanie podłoża (czystość, stabilność, gruntowanie)** – ze względu na fakt, że tynki wewnętrzne zostały zrealizowane na całej powierzchni ścian i sufitów, zatem nie była możliwa ocena przygotowania podłoża. Zrezygnowano z wykonania odkrywek w celu wykonania zdjęć mikroskopem skaningowym i oceny, czy wykonano gruntowanie podłoża. Ewentualne wykonanie odkrywek skutkowałoby kolejnym zaburzeniem płaszczyzny tynku podczas prac naprawczych.

Na podstawie udostępnionej dokumentacji oraz oględzin tynku i wstępnych uproszczonych badań przyczepności poprzez opukanie powierzchni tynku na sufitach (nie stwierdzono głuchego odgłosu przy opukiwaniu), sformułowano tezę, że przyczepność tynku do podłoża jest zachowana na całej powierzchni sufitów.

W zakresie wymagania **3 – rodzaj zastosowanych materiałów (deklaracja zgodności producenta)** biorąc pod uwagę udostępnione dokumenty (tj. *Karty charakterystyki* oraz *Deklaracja właściwości użytkowych*), potwierdzono wbudowanie materiałów wybranego producenta pozwalających na realizację systemowej wyprawy tynkarskiej w postaci tynku gipsowego maszynowego. Zatem uznano, że stan zrealizowanych tynków na sufitach lokali mieszkalnych, co do ich rodzaju w oparciu o analizę dostępnych dokumentów, jest zgodny ze stanem projektowanym.

W zakresie wymagania **4 – grubość tynku (nie mniej niż 2mm, a na suficie nie więcej niż 15mm)** dokonano wyrywkowego pomiaru grubości wykonanych tynków na sufitach w dwóch mieszkaniach rozważanego budynku w czterech punktach (łącznie osiem punktów pomiarowych). Należy zauważyć, że zgodnie z wymaganiami normowymi [N16] grubość tynku na sufitach wynosi: minimalnie – 8 mm, maksymalnie – 15 mm. Na podstawie wspomnianych pomiarów na suficie grubość w żadnym z pomierzonych miejsc nie była mniejsza niż 8 mm, przeciętnie wynosiła 15 mm. Zatem przyjęto, iż stan zrealizowany tynków na sufitach lokali mieszkalnych co do ich rodzaju w oparciu o analizę dostępnych dokumentów jest zgodny ze stanem projektowanym.

W zakresie wymagania **5 – przyczepność tynku do podłoża (nie mniej niż 0,2 N/mm²)** wykonano badania przyczepności tynku do podłoża z zastosowaniem metody *pull-off* zgodnie z zaleceniami normy [N12]. Na podstawie tych badań stwierdzono, że stan zrealizowany tynków na sufitach lokali mieszkalnych spełnia wymagania normowe w zakresie przyczepności do podłoża. W Tab. 11.1.1 zestawiono szczegółowe wyniki badań dotyczące pomiarów przyczepności w dwóch wybranych lokalach mieszkalnych budynku (trzy punkty pomiarowe).

Tab. 11.1.1 Wyniki badań przyczepności tynku do podłoża

L.p.	Punkt pomiarowy	Element	Sposób zniszczenia	Wynik badania [N/mm ²]
1	2/2/1	Strop	100% Model B	0,40
2	2/2/2	Strop	100% Model B	0,40
3	2/2/3	Strop	100% Model B	0,40
4	2/2/4	Strop	50% Model A 50% Model B	0,30
5	2/2/5	Strop	100% Model B	0,15
6	2/2/6	Strop	100% Model B	0,10
7	2/7/1	Strop	100% Model B	0,55
8	2/7/2	Strop	100% Model B	0,50
9	2/7/3	Strop	100% Model B	0,40
10	2/7/4	Strop	100% Model B	0,05
11	2/7/5	Strop	100% Model B	0,15
12	2/7/6	Strop	50% Model A 50% Model B	0,05

W zakresie wymagania **6 – występowanie wad i uszkodzeń powierzchni** należy zwrócić uwagę na wykonanie powierzchni płaskich i krawędzi, gładkość powierzchni tynku (o naturalnym stopniu szorstkości) oraz barwę tynku (jego jednolitość). W tym przypadku zastrzeżenia budzą przebarwienia wyprawy tynkarskiej widoczne lokalnie (punktowo) w miejscach zawilgoceń. Reasumując, tynki na sufitach lokali mieszkalnych obaczone są niedoskonałościami możliwymi do usunięcia w ramach prac wykończeniowych wypraw tynkarskich.

W zakresie wymagania **7 – prawidłowość wykonania powierzchni i krawędzi** – analiza tego punktu została pominięta.

Oprócz przedstawionych powyżej wymagań, rozważono trzy dodatkowe zagadnienia:

- **przygotowanie powierzchni tynków do ułożenia okładziny ściennej,**
- **warunki prowadzenia robót tynkarskich,**
- **pielęgnacja tynków w okresie ich dojrzewania.**

W zakresie zagadnienia **przygotowanie powierzchni tynków do ułożenia okładziny ściennej** podczas przeprowadzonych oględzin stwierdzono, że wymóg ten nie został spełniony, ponieważ w zakresie przygotowania podłoża pod ułożenie okładziny ściennej z płytek ceramicznych *Karta techniczna...* wskazuje na konieczność, żeby tynki, na których planowane jest przyklejenie płytek ceramicznych, pozostawić zatarte pacą gąbkową „na ostro”, czego nie dokonano.

W zakresie warunków prowadzenia robót tynkarskich *Karta techniczna...* wskazuje, że temperatura w pomieszczeniach powinna kształtować w zakresie od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$, natomiast wilgotność w pomieszczeniach nie powinna przekraczać 70%. Zgodnie z informacjami ustnymi uzyskanymi od przedstawicieli Właściciela budynku podczas prowadzenia robót tynkarskich Wykonawca nie zapewnił przywołanych powyżej warunków realizacji (pomimo sugestii ze strony Właściciela). Wykonawca nie stosował nagrzewnic. Dopiero pod koniec okresu realizacji tynków gipsowych maszynowych przez Wykonawcę, Właściciel budynku we własnym zakresie uruchomił nagrzewnice elektryczne. Powyższe informacje pozwalają na sformułowanie wniosku, że wymagania dotyczące warunków prowadzenia robót tynkarskich nie zostały spełnione.

W zakresie pielęgnacji tynków w okresie ich dojrzewania i wysychania *Karta techniczna...* wskazuje utrzymywanie temperatury w granicach od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$. Zgodnie z informacjami przedstawionymi w *Karcie technicznej...* przyjmuje się, że tynk o grubości 15 mm, w prawidłowo wentylowanym pomieszczeniu i temperaturze powyżej 15°C wysycha około 21 dni. *Instrukcja...* wskazuje na konieczność zapewniania w okresie dojrzewania i wysychania tynków utrzymywanie temperatury w granicach od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$. Zgodnie z informacjami przedstawionymi w *Instrukcji...* tynk gipsowy w prawidłowo wentylowanym pomieszczeniu wysycha, w zależności od warunków pogodowych od 7 do 14 dni, a w okresie tym nie można narażać tynków gipsowych na przeciągi i intensywne suszenie oraz duże bezpośrednie nasłonecznienie. Po tym czasie wskazane jest zapewnienie odpowiedniej wentylacji pomieszczeń, aby stopniowo usuwać nadmiar wilgoci z wysychającego tynku gipsowego. Na podstawie informacji uzyskanych od przedstawicieli Właściciela budynku ustalono, że Wykonawca nie stosował zaleceń zamieszczonych w *Karcie technicznej...*, jak również w *Instrukcji...* - na podstawie dokumentacji fotograficznej będącej w dyspozycji przedstawicieli Właściciela stwierdzono, że na powierzchni folii polietylenowej wykonanej w poziomie sufitu I piętra, spełniającej rolę paroizolacji, widoczne są ślady kondensacji pary wodnej, co jednoznacznie wskazuje na brak przewietrzania pomieszczeń w okresie wykonywania tynków gipsowych maszynowych. Powyższe informacje pozwalają na sformułowanie wniosku, że wymagania dotyczące warunków prowadzenia robót tynkarskich nie zostały spełnione.

11.1.4. Koncepcja naprawy występujących uszkodzeń

Zakres zaproponowanych prac naprawczych obejmował:

- całą powierzchnię tynków na sufitach należy zmatowić poprzez przetarcie papierem ściernym, szczególną uwagę należy zwrócić na otwarcie porów w miejscach aktualnie występujących lokalnych (punktowych) miejsc o podwyższonej wilgotności,
- w miejscach gdzie wykonane zostało wcześniej punktowe szpachlowanie należy zwrócić szczególną uwagę na otwarcie struktury tynku,
- pomieszczenia w lokalach mieszkalnych należy przesuszyć, w celu przyśpieszenia wysychania należy stosować wspomaganie przy pomocy osuszaczy wilgoci,
- proces osuszania należy uznać za zakończony w przypadku gdy powtórzone trzykrotnie (przez trzy dni z rzędu) kontrolne pomiary wilgotności objętościowej U_v tynków na sufitach prowadzone metodą elektrooporową (pomiary wykonane wilgotnościomierzem elektronicznym) będą wykazywały stałość odczytu,
- całą powierzchnie sufitów zagruntować środkiem impregnującym w celu zwiększenia przyczepności warstwy szpachlarskiej do wykonanego wcześniej tynku gipsowego maszynowego,
- wykonać warstwę wykończeniową o charakterze ochronnym z gładzi szpachlarskiej,
- warstwę gładzi szpachlarskiej zabezpieczyć ochronną powłoką malarską.

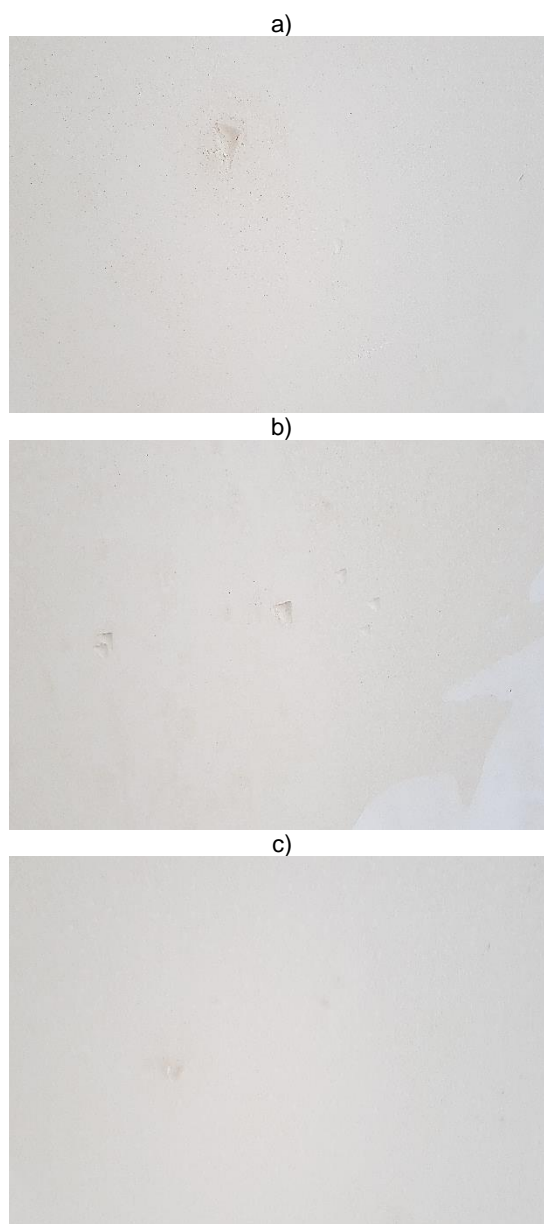
11.1.5. Podsumowanie

Występujące na sufitach lokali mieszkalnych w budynku usterki wypraw tynkarskich są następstwem niedociągnięć wykonawczych. Do głównych błędów wykonawczych należało:

- dopuszczenie do zeszklenia części powierzchni tynku na suficie co zamknęło pory wyprawy tynkarskiej – prawdopodobną przyczyną zeszklenia była podwyższona wilgotność w lokalach mieszkalnych,
- nie spełnienie wymagań dotyczących warunków prowadzenia robót tynkarskich – Wykonawca nie zapewnił warunków określonych w *Karcie technicznej...* związanych z temperaturą i wilgotnością powietrza w pomieszczeniach, w zostały wykonane wyprawy tynkarskie,
 - Wykonawca nie stosował zaleceń zamieszczonych w *Karcie technicznej...*, jak również w *Instrukcji...*, gdyż na podstawie dokumentacji fotograficznej będącej w dyspozycji przedstawicieli Właściciela stwierdzono, że na powierzchni folii polietylenowej wykonanej w poziomie sufitu I piętra, pełniącej funkcję paroizolacji, widoczne są ślady kondensacji pary wodnej, co jednoznacznie wskazuje na brak przewietrzania pomieszczeń w okresie wykonywania tynków gipsowych maszynowych.



Rys. 11.1.1 Usterki tynków w poziomie stropu nad parterem – widok sufitu po wykonaniu miejscowego szpachlowania zawilgoconych miejsc tynku



Rys. 11.1.2. Uszkodzenia wyprawy tynkarskiej w miejscu jej zawilgocenia powstałe podczas kontroli twardości tynku

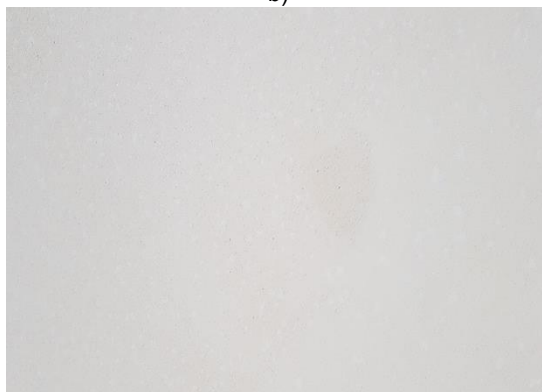


Rys. 11.1.3 Usterki tynków w poziomie stropu nad I piętrzem – widok sufitu po wykonaniu miejscowego szpachlowania zawilgoconych miejsc tynku

a)



b)



c)



Rys. 11.1.4. Lokalne zawilgocenie wyprawy tynkarskiej

11.2. Tynki wewnętrzne – studium przypadku (2)

11.2.1. Dane ogólne

Tynki wewnętrzne z zastosowaniem tynku ciepłochronnego (perlitowego) wykonane zostały na ścianach korytarzy komunikacyjnych 4-ro 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.

11.2.2. 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. 11.2.1). Uszkodzenia te występowały w całej grubości tynku ciepłochronnego (perlitowego) (Rys. 11.2.2). Ponadto miejscowo występowały odspojenia tynku od podłoża. 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.

11.2.3. Analiza przyczyn uszkodzeń wypraw tynkarskich

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 $\sim 1,5 \div 2$ mm,
- tynk gipsowo-wapienny (maszynowy, systemowy) o grubości ~ 15 mm,
- tynk perlitowy (ciepłochronny) o grubości ~ 20 mm,
- zaprawa cementowa (warstwa szczepna, 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.

Uwzględniając zasady wiedzy technicznej oraz zalecenia zamieszczone w Kartach technicznych producenta oraz przedstawione w normach 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 techniczna zalecała, aby temperatura podłoża i otoczenia znajdowała się w przedziale od +5 °C do +25 °C.

Uwzględniając współczesne standardy wykonawstwa robót budowlanych nie można zakwestionować faktu, że możliwe było zapewnienie temperatury powyżej +5 °C na korytarzach komunikacyjnych podczas realizacji tynków ciepłochronnych (perlitowych).

W zakresie zagadnienia **2 – temperatura podłoża w okresie wykonywania wypraw tynkarskich** Karta techniczna zalecała, aby temperatura podłoża znajdowała się w przedziale od +5 °C do +25 °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 techniczna zalecała, aby do wykonania warstwy szczepnej stosować dedykowany materiał-systemową zaprawę szczepną. Jednocześnie karta technologiczna zalecała, aby do wykonywania tynku lekkiego ciepłochronnego (perlitowego) przystąpić dopiero po minimum 48 godzin od wykonania warstwy szczepnej. Dodatkowo w karcie technologicznej występowały zalecenia, aby w przypadku podłoży silnie chłonnących stosować gruntowanie podłoża środkiem antyadhezyjnym (systemowym), przy czym warstwę szczepną można było nanosić po minimum 4 godzinach od zagruntowania podłoża.

Ustalono, że na ścianach wykonana została warstwa szczepna z cementowego tynku podkładowego (układanego maszynowo), którego średnia pomierzona grubość wynosiła ~5 mm (Rys. 11.2.3). 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 poniżej.

W zakresie zagadnienia **4 – etapowanie wykonawstwa warstw tynku**, Karta techniczna zalecała, aby tynk ciepłochronny (perlitowy) układać w warstwach nie grubszych niż 30 mm, a kolejną warstwę należy nakładać po uzyskaniu odpowiedniej nośności przez wcześniej wykonaną warstwę, minimalnie po 24 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 prace w soboty (6 dni) w pełnym wymiarze godzin na wykonanie tynków na klatkach schodowych pozostało 34 dni.

Zakładając, zgodnie z zaleceniami Karty technicznej następujące zaangażowanie czasowe Wykonawcy podczas realizacji tynków w korytarzach:

- gruntowanie + warstwa szczerpna po 4 godzinach: 1 dzień (24 godziny),
- przerwa pomiędzy wykonaniem warstwy szczerpnej 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 techniczna 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. 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 dla klasycznych konfekcjonowanych tynków cementowo-wapiennych które wymagają stosowania od 7 do 8 litrów wody zarobowej.

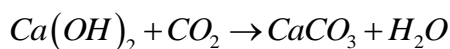
W zakresie zagadnienia **6 – zabezpieczenie warstwy wierzchniej tynku** karta techniczna wskazywała, że tynk ciepłochronny (perlitowy) jest tynkiem podkładowym i w każdym przypadku należy wykończyć go warstwą dekoracyjno-ochronną. Zgodnie z zaleceniem Karty technicznej do wykonania warstw dekoracyjno-ochronnych należało stosować materiały paroprzepuszczalne (tynki lub farby: mineralne, silikatowe, silikonowe, polikrzemianowe lub wapienne).

Zgodnie z oświadczeniem ustnym Wykonawca 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

tyнку 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 wydzielił 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 wartość graniczna 0,025 MPa wynosiła 0,05 MPa (Rys. 11.2.3). Według zaleceń zamieszczonych w normie PN-B-10100:1970 [N3] 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 [13-22], [N6], natomiast szczegółowe i rozszerzone informacje dotyczące spoiw gipsowych opisane zostały w [14], [N8].

Na Rys. 11.2.2 pokazana została powierzchnia ściany w miejscu pobrania próbek do badań. Na powierzchni tynku widoczne były liczne rysy w kształcie pajęczyny. Warstwa farby lateksowej została usunięta, a rysy włoskowate zostały wybrzdrowane 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 Rys. 11.2.4a, tynku gipsowo-wapiennego na Rys. 11.2.4b, a na Rys. 11.2.4c pokazano styk obu warstw. Na Rys. 11.2.5 pokazano zdjęcia tynku wykonane mikroskopem optycznym w powiększeniu $\times 20$, $\times 40$ i $\times 100$ krotnym. 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. 11.2.6a i Rys. 11.2.6b) wykonano badania struktury porów. Zawartość powietrza w zaprawie gipsowo-wapiennej wynosiła 17,4%, natomiast w zaprawie perlitowej 24,4%. Z uwagi na niewielką ilość przygotowanych próbek oraz ich wymiary wyniki badań zawartości powietrza należało traktować jako przybliżone.

11.2.4. 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)* [14-15]. 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 wiązało by się z wymianą istniejących ościeży drzwiowych,
- odtworzenie okładzin schodów oraz cokolików przyściennych, które mogły ulec uszkodzeniu podczas demontażu uszkodzonej wyprawy tynkarskiej.

11.2.5. Podsumowanie

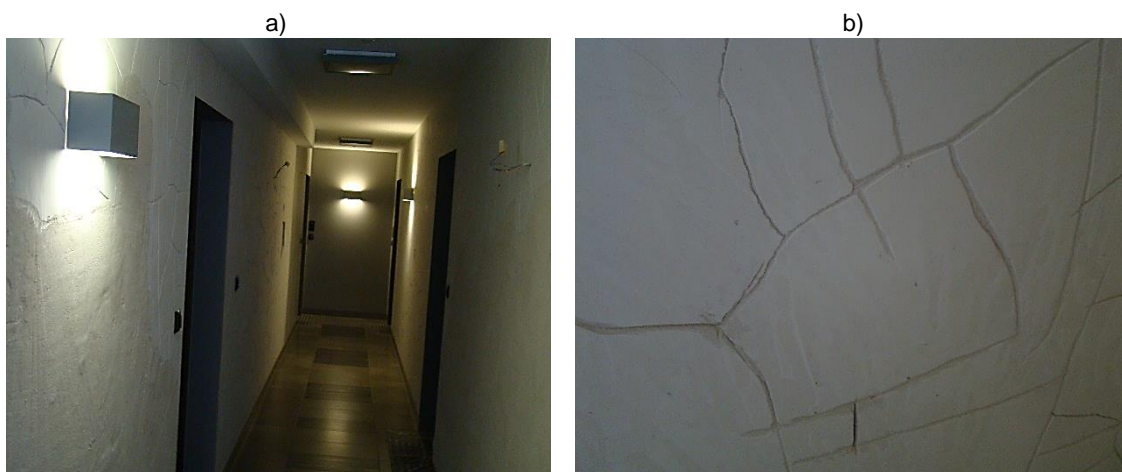
Uszkodzenia wypraw tynkarskich były następstwem niedociągnięć projektowych oraz błędów wykonawczych.

Do głównych *niedociągnięć projektowych* należało przyjęcie rozwiązania materiałowego wymagającego dochowania surowych wymagań technologicznych i obciążonego wysokim ryzykiem niepowodzenia. Brak nadzoru autorskiego nad realizacją przyjętych rozwiązań dodatkowo zwiększył ryzyko powstania uszkodzeń.

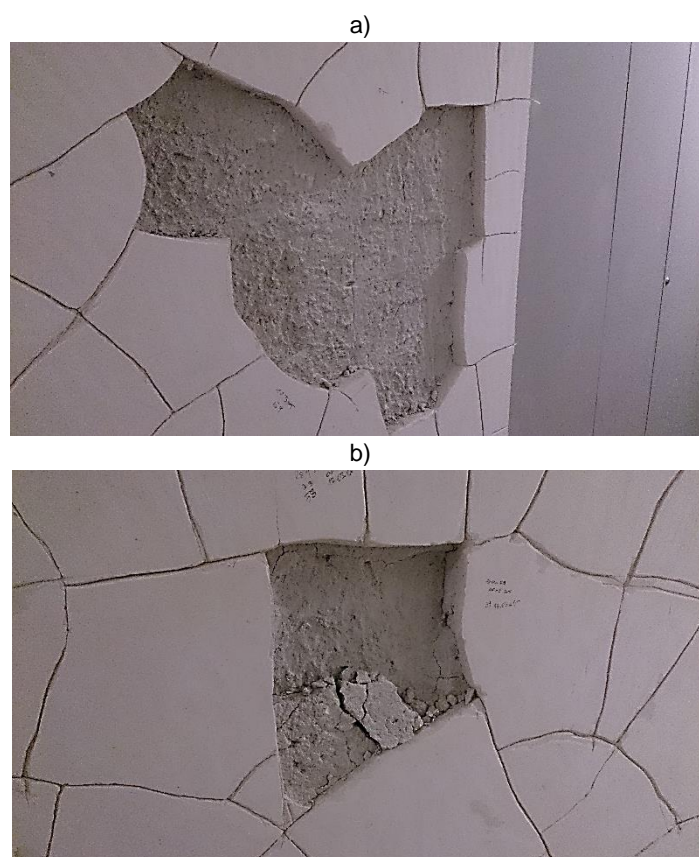
Do głównych błędów wykonawczych należało:

- brak właściwej pielęgnacji tynku ciepłochronnego (perlitowego) w okresie jego dojrzewania - morfologia rys wskazywała, że tynk perlitowy uległ wysuszeniu w wyniku odparowania lub odciągnięcia przed suche podłoże wody w trakcie jego dojrzewania, co spowodowało powstanie rys o charakterystycznym kształcie pajęczyny. 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 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. Przy zmianie wilgotności ulega pęcznieniu i powoduje tworzenie się soli Candlota co prowadzi do pękania tynku,

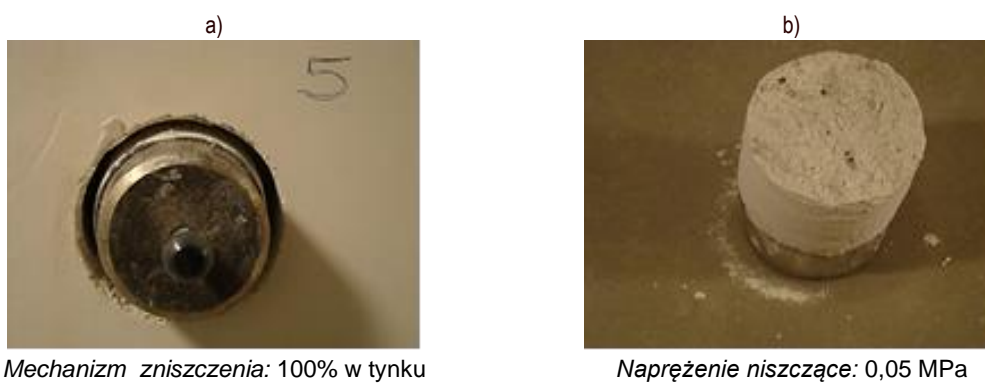
- niewłaściwe zabezpieczenie wierzchniej warstwy tynku ochronnego – tynk pokryty został nieprzepuszczalną powłoką malarską z farby lateksowej, która nie jest materiałem paroprzepuszczalnym. Przez to niemożliwa była wymiana wilgoci między tynkiem i otoczeniem w konsekwencji tego przy zmianach temperatury i wilgotności powietrza pod farbą powstają pęcherze pary wodnej.



Rys. 11.2.1 Uszkodzenia tynku wewnętrznego na korytarzu komunikacyjnym klatki schodowej budynku mieszkalnego: a) widok, b) zbliżenie



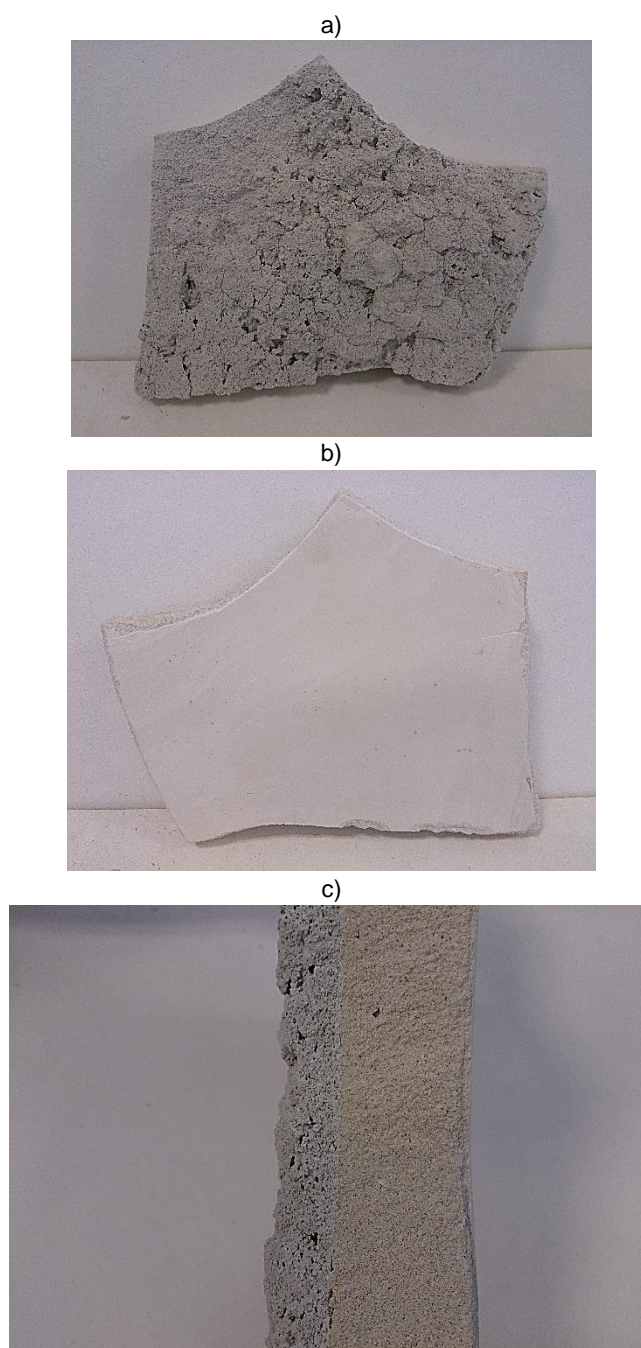
Rys. 11.2.2 Odparzenia a), b) tynku - widok uszkodzeń w zbliżeniu



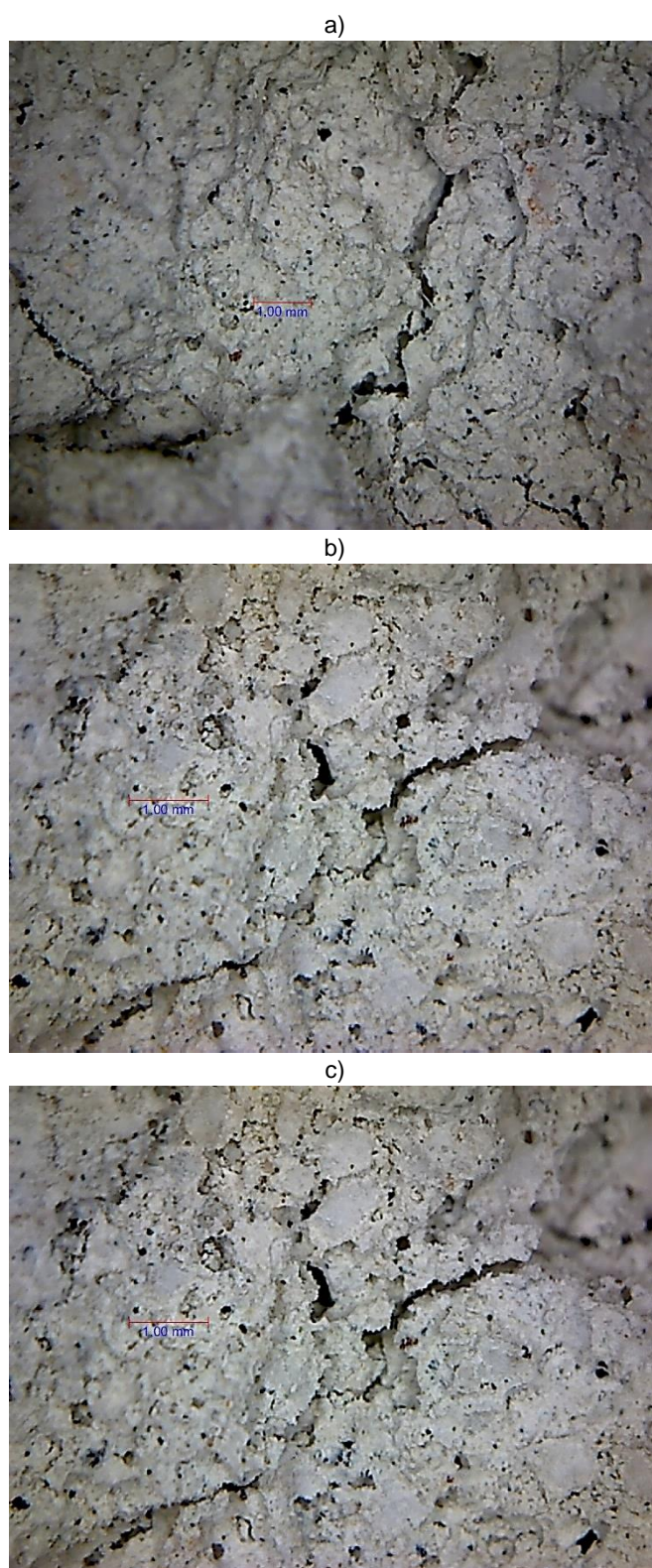
Mechanizm zniszczenia: 100% w tynku

Napężenie niszczące: 0,05 MPa

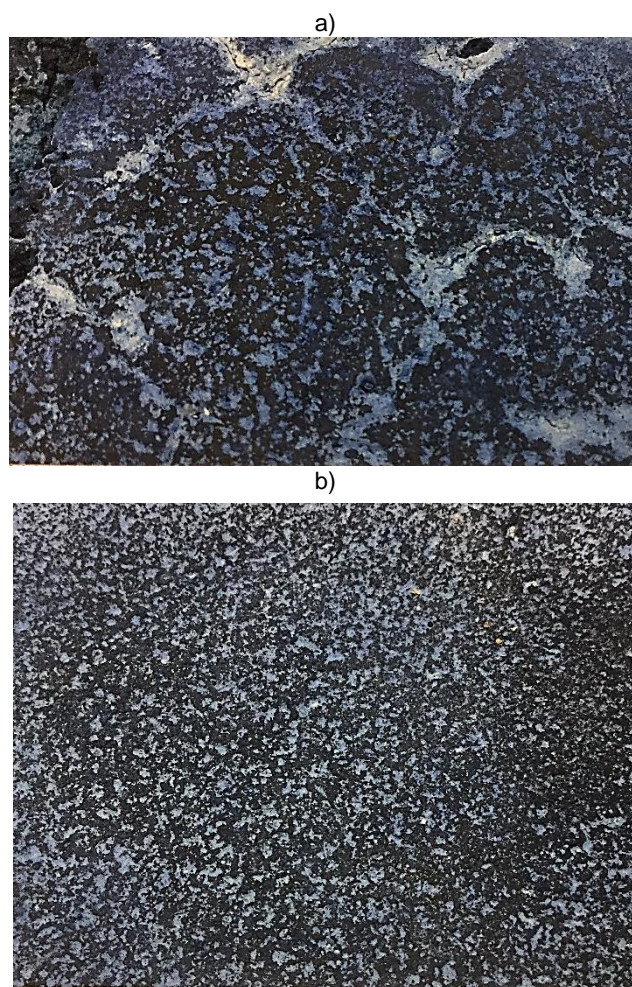
Rys. 11.2.3 Badania *pull-off* tynków:
a) widok miejsca wykonania testu, b) próbka po zniszczeniu



Rys. 11.2.4 Próbkę tynku-widok od strony: a) tynku ciepłochronnego (perlitowego),
b) gładzi gipsowej, c) przekrój poprzeczny przez warstwę odparzonego tynku



Rys. 11.2.5 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 $\times 100$



Rys. 11.2.6 Struktura porów tynku-widok struktury porów: a) tynku ciepłochronnego (perlitowego), b) tynku gipsowo-wapiennego

ROZDZIAŁ XII

WNIOSKI KOŃCOWE

12. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań potwierdzają, że niezależnie od rodzaju tynku oraz miejsca jego wykonania najbardziej istotnym elementem jest konieczność zachowania reżimu technologicznego podczas realizacji wypraw tynkarskich. Odbiór podłoża w celu uzyskania odpowiedniej przyczepności tynku przed przystąpieniem do tynkowania stanowi bardzo istotny element prac tynkarskich.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Praca zbiorowa. *Encyklopedia PWN*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1977.
- [2] Praca zbiorowa. *Mały słownik terminów budowlanych*. Wydawnictwo Warszawskie Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego Budownictwa, Ośrodek Szkolenia WACETOB Sp. z o.o., Warszawa 1997.
- [3] Skowroński W., *Ilustrowany leksykon architektoniczno-budowlany*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2008.
- [4] Bąkowski K., *Nowy poradnik Majstra budowlanego*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2010.
- [5] https://pl.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Strona_główna
- [6] Gaczek M., Fiszer S., *Tynki*. Materiały konferencyjne XVIII WPPK-2003, Szczyrk 2003.
- [7] Opalka P., *Naprawa tynków. Aspekty budowlane i konserwatorskie*. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2016.
- [8] WTA Merkblatt 2-4-8/D Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerrleserhaltung und Denkmalpflege e.V. Munchen 2008.
- [9] WTA Merkblatt 2-9-04/D Sanierputzsysteme, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerrleserhaltung und Denkmalpflege e.V. Munchen 2004.
- [10] WTA Merkblatt 4-5-99/D Beurteilung von Mauerwerk. Mauerwerkdiagnostik, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerrleserhaltung und Denkmalpflege e.V. Munchen 1999.
- [11] WTA Merkblatt 4-11-02/D Messung der Feuchte von mineralischem Baustoffen, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerrleserhaltung und Denkmalpflege e.V. Munchen 1999.
- [12] Badania własne (wyniki).
- [13] *Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część 7, Rozdział 7, Podrozdział 1, Tynki*.
- [14] Instrukcji ITB nr 334/2002, *Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków*. Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa, 2002.
- [15] 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.

- [16] Chłędzyński S., *Społwa gipsowe w budownictwie*. Medium Dom Wydawniczy, Warszawa 2008.
- [17] Małaszkiwicz D., Jurguć A.: *Wpływ rodzaju cementu i warunków dojrzewania na przyczepność zapraw do podłoża betonowego*. Zeszyty Politechniki Białostockiej, Budownictwo i Inżynieria Środowiska 2/2011, s. 339÷345.
- [18] Najduchowska M., Pichniarczyk P.: *Zaprawy murarskie i tynkarskie w świetle norm europejskich*. Czasopismo Warstwy, dachy i ściany, 92÷95, 1, 2007.
- [19] Martinek W., Nabi I.: *Murarstwo i tynkarstwo. Technologia. Roboty murarskie*. WSIP, Warszawa, 2010.
- [20] Szymański E.: *Murarstwo i tynkarstwo. Technologia. Materiały*. WSIP, Warszawa, 2010.
- [21] Żenczykowski W.: *Budownictwo ogólne t. 1 Materiały i wyroby budowlane*. Arkady, Warszawa 1992.
- [22] Brachaczek W., Siemiński W.: *Lekkie zaprawy cementowe jako alternatywne rozwiązanie ocieplania budynków od wewnątrz. Wybrane zagadnienia inżynierii środowiska w budownictwie-monografia*. Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, Oddział Opole, 174-184, 2014.
- [23] Brachaczek W., Siemiński W.: *Skąd się biorą rysy na powierzchni tynków renowacyjnych? Izolacje*, 7-8, 2013.
- [24] Gaczek M., Fiszer S.: *Wyprawy tynkarskie. Izolacje*, 44-48, 3, 2002.
- [25] Gaczek M., Fiszer S.: *ABC tynków cz.1: funkcje i klasyfikacja*. Kalejdoskop Budowlany, 34-35, 1, 2002.
- [26] Gaczek M., Fiszer S.: *ABC tynków cz.2: tynki zwykłe-zastosowanie*. Kalejdoskop Budowlany, 26-29, 2, 2002.
- [27] Gaczek M., Fiszer S.: *ABC tynków cz.3: tynki zwykłe-wykonanie*. Kalejdoskop Budowlany, 22-25, 3, 2002.
- [28] Siemiński W., Brachaczek W., *Tynki renowacyjne*. Materiały Budowlane, 52-56, 6, 2013.
- [29] Baranowski W., *Zużycie obiektów budowlanych*. Wydawnictwo Warszawskiego Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego Budownictwa, Ośrodek Szkolenia WACETOB sp. z o.o. Warszawa 2000.
- [30] Brachaczek W., *Modelowanie technologii wytwarzania tynków renowacyjnych w aspekcie wytrzymałości na ściskanie*. XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Fizyka budowli w teorii i praktyce, Słok k.Bełchatowa, 213–218, 2013.
- [31] Brachaczek W., Juraszek J., *Tynki renowacyjne-aktualne zagadnienia*. IX Sympozjum Budownictwo ogólne-zagadnienia konstrukcyjne, materiałowe i ciepło-wilgotnościowe w budownictwie, Bydgoszcz-Przysiek k.Torunia, 105-118, 2015.
- [32] Chłędzyński A., *Społwa gipsowe w budownictwie*. Dom wydawniczy MEDIUM, Wydanie I, Warszawa 2008.
- [33] Czarnecki L., Courard L., Garbacz A., *Ocena skuteczności napraw – wpływ jakości podkładu betonowego*. Inżynieria i Budownictwo, 12, 2007.
- [34] Doerner M., *Materiały malarskie i ich zastosowanie*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 1975.
- [35] Garbacz A., Courard L., Kostana K., *Characterization of concrete surface roughness and its relation to adhesion in repair systems*. Materials Characterization, 56, 2006.

- [36] Garbacz A., Courard L., Piotrowski T., *Znaczenie inżynierii powierzchni w naprawach betonu. Współczesne metody naprawcze w obiektach budowlanych (pod redakcją Kamiński M., Jasiczak J., Buczkowski W., Błaszczkowski T.)*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2009.
- [37] Jasiczak J., Siewczyńska M., *Przyczepność powłok ochronnych do ścian zbiorników betonowych o zróżnicowanym stopniu oczyszczenia powierzchni, Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych (ed. M. Kamiński, J. Jasiczak, W. Buczkowski, T. Błaszczkowski)*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2007.
- [38] Kucharska-Stasiak E., *Metody pomiaru zużycia obiektów budowlanych*. Materiały Budowlane, 2, 29-38, 1995.
- [39] Neville A.M., *Właściwości betonu*. Stowarzyszenie Producentów Cementu. Kraków, 2012.
- [40] Praca zbiorowa, *Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław, 2007.
- [41] Substyk M., *Utrzymanie i kontrola okresowa obiektów budowlanych*. Wydawnictwo ODDK. Warszawa, 2012.
- [42] Thierry J., Zaleski S., *Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa, 1982.
- [43] Żenczykowski W., *Budownictwo ogólne, t. 4, Fizyka budowli, izolacje, roboty wykończeniowe, konstrukcje pneumatyczne*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 1970.

NORMY, INSTRUKCJE I WYTYCZNE

- [N1] PN-B-10109: 1998, Tynki i zaprawy budowlane – Suche mieszanki tynkarskie.
- [N2] PN-B-10100:1970, Roboty tynkowe, Tynki zwykłe, Warunki i badania techniczne przy odbiorze.
- [N3] PN-B-14501:1990, Zaprawy budowlane zwykłe.
- [N4] PN-B-14502:1965, Zaprawy budowlane wapienne.
- [N5] PN-EN 1542:2000, Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Metody badań - Pomiar przyczepności przez odrywanie.
- [N6] PN-EN 998-1:2012, Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 1: Zaprawa tynkarska.
- [N7] PN-EN 998-2:2012, Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 2: Zaprawa murarska.
- [N8] PN-B-10109:1998, Tynki i zaprawy budowlane. Suche mieszanki tynkarskie.
- [N9] PN-B-04500:1985, Zaprawy budowlane. Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych.
- [N10] PN-65/B-10101, Roboty tynkowe – Tynki szlachetne – Wymagania i badania techniczne przy odbiorze.
- [N11] PN-EN 13279-1:2007, Spoiwa gipsowe i tynki gipsowe, Część 1. Definicje i wymagania.
- [N12] PN-EN 13279-2:2007, Spoiwa gipsowe i tynki gipsowe, Część 2. Metody badań.

- [N13] BN-84/6734-01, Suche mieszanki tynków szlachetnych oraz lastryka na spoiwie hydraulicznym.
- [N14] PN-B-30042: 1997, Spoiwa gipsowe – Gips szpachlowy, gips tynkarski i klej gipsowy.
- [N15] PN-EN 998-1:2004, Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 1: Zaprawa tynkarska.
- [N16] PN-B-10110:2005, Tynki gipsowe wykonywane mechanicznie. Zasady wykonywania i wymagania techniczne.

STRESZCZENIE

Wyprawy tynkarskie, potocznie nazywane tynkami wykorzystywane są w budownictwie od wielu tysięcy lat. Niektóre rodzaje tynków stosowane są w prawie niezmienionej postaci do dnia dzisiejszego, jednak wiele nowych typów wypraw tynkarskich opracowano w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat. Kiedyś przygotowywane głównie w całości na budowie, obecnie wytwarzane są w większości przypadków w postaci suchych mieszanek gotowych do zarobienia wodą lub jako gotowe masy tynkarskie przygotowane do ułożenia na powierzchni.

W monografii przedstawiono kryteria podziału tynków oraz opisano podstawowe zasady związane z ich realizacją i eksploatacją. Określono również zasady doboru rodzaju tynku w zależności od miejsca wbudowania. Element pracy stanowi opis badań eksperymentalnych przeprowadzonych w warunkach odpowiadających warunkom wykonawstwa oraz wynikiem badań prowadzonych na zrealizowanych wyprawach tynkarskich obciążonych niedoskonałościami wykonawczymi.

ABSTRACT

Plaster coating commonly known as plasters have been used in construction for many millennia. Some types of plaster are used almost unchanged to this day, but many new types of plastering were developed in the last few decades. Once prepared mainly entirely on site, now they are produced in the majority of cases in the form of dry mixtures ready to be made with water or as ready-made plaster mixes prepared for laying on the surface.

The monograph presents the criteria for the division of plasters and describes the basic principles associated with their implementation and exploitation. Rules for selecting the type of plaster depending on the place of installation were also specified. The element of the work is a description of experimental tests carried out under conditions corresponding to the performance conditions and the results of tests carried out on plaster coating burdened with performance imperfections.

INDEKS OZNACZEŃ

c	absorbpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym
λ	współczynnik przewodzenia ciepła
U_m	wilgotność masowa tynków
U_v	wilgotność objętościowa tynków