
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 23
(październik–grudzień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

Rok VIII

Warszawa–Opole 2015

MARZENA NAJDUCHOWSKA*

Ocena trwałości zapraw do murów

Słowa kluczowe: zaprawa murarska, zaprawa tynkarska, metody badań, przygotowanie próbek, sezonowanie próbek, mrozoodporność, ocena trwałości.

Obecnie do oceny mrozoodporności zapraw murarskich i tynkarskich w Polsce stosuje się wycofaną normę PN-85/B-04500, jednak wydaje się, że sposób postępowania przy przygotowaniu próbek do badań powinien ulec modyfikacji. Podczas badań trwałości zapraw do murów zauważono, że niejednokrotnie sposób przygotowania próbek do badań może wpływać na uzyskane wyniki mrozoodporności zapraw. Problem ten dotyczy zarówno przygotowania w odpowiednich formach, zagęszczania, sezonowania, jak i suszenia próbek do badań. Wielokrotnie w praktyce laboratoryjnej Zakładu okazywało się, że próbki ulegały zniszczeniu przed poddaniem ich cykлом zamrażania–rozmrężania. W artykule przedstawiono wyniki badań mrozoodporności próbek zapraw przygotowanych i sezonowanych według różnych wariantów.

1. Wstęp

Wymagania dotyczące zapraw do murów określają normy europejskie PN-EN 998-1:2012 – Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 1 – Zaprawa tynkarska i PN-EN 998-2: 2012 – Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 2 – Zaprawa murarska [1–2]. Producenci zapraw do murów powinni wprowadzać do obrotu zaprawę tynkarskie i murarskie, poprzez deklarowanie ich zgodności z wymienionymi normami i oznakowanie wyrobów znakiem CE. Normy te wskazują, że trwałość zaprawy do murów powinna być oceniana na podstawie odporności na zamrażanie–odmrężanie i deklarowana na podstawie uznanych przepisów w miejscu jej przewidzianego zastosowania. Z uwagi na różne warunki klimatyczne panujące w krajach europejskich do chwili obecnej nie została ustanowiona europejska norma opisująca metodę badania trwałości zapraw do murów. Wyjątek stanowią zaprawy tynkarskie jednowarstwowe (OC) do stosowania na zewnątrz obiektów budowlanych, dla których sprecyzowano metodykę badań trwałości w normie PN-EN 1015-21:2003 [3]. Trwałość

* Dr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, m.najduchowska@icimb.pl

zapraw jednowarstwowych oceniana jest na podstawie badania przyczepności do podłoża i przepuszczalności wody po wymaganych cyklach sezonowania.

W Polsce w 2011 r. została wycofana przez Polski Komitet Normalizacyjny norma PN-85/B-04500 [4] – Zaprawy budowlane. Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych bez zastąpienia. W normie tej między innymi była opisana metoda badań mrozoodporności zapraw. W związku z powyższym od 2011 r. brakuje w kraju odpowiedniego obowiązującego dokumentu dotyczącego oceny trwałości zapraw do murów, dlatego też producenci zapraw do murów borykają się z problemem, w jaki sposób ocenić trwałość wytwarzanych wyrobów. Najczęściej badania trwałości zapraw prowadzone są według wycofanej normy PN-85/B-04500, ale doświadczenie Oddziału Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie i innych laboratoriów badawczych wskazuje, że metoda opisana w tej normie nie zawsze pozwala na prawidłową ocenę wszystkich zapraw objętych normami PN-EN 998-1 i PN-EN 998-2. Norma PN-85/B-04500 nie różnicuje sposobu pielęgnacji próbek do badań wykonanych z różnych rodzajów zapraw oraz sposobu ich suszenia z uwagi na obecność w składzie kruszywa lekkiego lub większej ilości związków organicznych.

Niejednokrotnie podczas kontroli Nadzoru Budowlanego metoda ta jest kwestionowana przez inspektorów z uwagi na wycofanie normy z katalogu polskich norm, natomiast producent nie dostaje w zamian odpowiedzi w jaki sposób ma ocenić trwałość zapraw do murów. Należy jednak podkreślić, że panuje ogólna zasada, iż normy wycofane bez zastąpienia mogą być nadal stosowane do chwili wprowadzenia nowej normy w tym zakresie.

Podczas oceny i deklarowania trwałości producenci zapraw do murów napotykać na kolejny problem, jakim jest brak określonych kryteriów oceny trwałości zapraw. W związku z powyższym wydaje się konieczne ustanowienie przez Komitet Techniczny 233 ds. Konstrukcji Murowych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego wydania odpowiednich norm krajowych w zakresie metodyki badań oraz kryteriów oceny trwałości zapraw do murów, do czasu ustanowienia normy europejskiej. Producenci zapraw do murów powinni zwrócić się takim wnioskiem do Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

W niniejszym artykule zostały przedstawione wyniki badań mrozoodporności próbek zapraw przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach.

Przedmiotem badań były zaprawy tynkarskie – cementowe i cementowo-wapienne.

W wyniku przeprowadzonych badań został określony wpływ warunków przygotowania i pielęgnacji próbek zapraw do murów na podstawie ubytku masy oraz spadku wytrzymałości w porównaniu do próbek kontrolnych.

2. Kryteria oceny trwałości zapraw

Wycofana norma PN-90/B-14501 – Zaprawy budowlane zwykle [5] – podawała wymagania odnośnie do mrozoodporności w zależności od klasy wytrzymałości na zginanie i od rodzaju zaprawy. Kryterium oceny stanowił spadek wytrzymałości na zginanie i ubytek masy po 25 cyklach zamrażania–rozmarzania.

Obecnie normy europejskie PN-EN 998 ani normy krajowe nie podają kryteriów oceny trwałości zapraw do murów. Poprzednie wydanie normy krajowej PN-B-10104 z 2005 r. – Wymagania dotyczące zapraw murarskich ogólnego przeznaczenia. Zaprawy murarskie według przepisu, wytwarzane na miejscu budowy [6] – podawało następujące kryteria oceny mrozoodporności zapraw murarskich:

- dla zaprawy cementowej spadek wytrzymałości na ściskanie zaprawy $\leq 10\%$,
- dla zaprawy cementowo-wapiennej spadek wytrzymałości na ściskanie zaprawy $\leq 20\%$.

Według obecnie obowiązującej normy PN-B-10104:2014 kategorie trwałości i zastosowanie zapraw, w zależności od rodzaju i klasy zaprawy, należy przyjmować według zasad podanych w tabeli 1.

T a b e l a 1

Klasyfikacja trwałości zapraw wg PN-B-10104:2014 [6]

Rodzaj i klasa zapraw	Kategoria trwałości wg PN-EN 1996-2	Zastosowanie
Cementowe M15 i M20 Cementowo-wapienne M15	S	mury narażone na silne działanie warunków zewnętrznych
Cementowe M10 Cementowo-wapienne M5 i M10	M	mury narażone na średnie działanie warunków zewnętrznych
Cementowe M2,5 Wapienne M0,25; M0,5 i M1	P	mury narażone na słabe działanie warunków zewnętrznych

W przypadku doboru zaprawy zgodnie z zaleceniami zawartymi w Eurokodzie EC6-2 [7] przy projektowaniu konstrukcji murowych, podobnie jak w normie PN-EN 998-2, doboru zaprawy dokonuje się na podstawie tradycyjnych zasad ustalonych w danym kraju. Norma ta dobór zaprawy uzależnia od warunków środowiskowych charakteryzujących stopień zagrożenia muru, takich jak:

- P – zaprawa do murów w warunkach obojętnych (*Passive*),
- M – zaprawa do murów w warunkach umiarkowanych (*Moderate*),
- S – zaprawa do murów w warunkach surowych (*Severe*).

Nie określa jednak żadnych właściwości, jakimi powinny charakteryzować się zaprawy.

Rozważając trwałość konstrukcji murowych, należy mieć na uwadze postanowienia ogólne zawarte w normie dotyczącej projektowania konstrukcji betonowych EC2, mówiącej, że konstrukcja trwała powinna spełniać wymagania użytkowości, nośności i stateczności przez projektowany okres użytkowania, bez istotnego ich obniżania oraz nadmiernych i nieprzewidywanych kosztów utrzymania. Trwałość obiektów budowlanych zależy od własności wykorzystanych materiałów budowlanych, jakości wykonawstwa i projektu, utrzymania budowli oraz rodzaju oddziaływań środowiskowych i ich intensywności. Zgodnie z EC6-2 przy projektowaniu konstrukcji murowych uwzględniać należy warunki mikroekspozycji, którym przypuszczalnie konstrukcja będzie podlegać. Sposób oddziaływania środowiska na konstrukcję EC6-2 usystematyzowano tabelarycznie, podając klasę, warunki mikroekspozycji dla muru oraz przykład występowania. W tabeli znajduje się bardzo ogólny opis środowiska, bez podania rozgraniczających wartości wilgotności powietrza, dlatego projektant musi sam intuicyjnie określić warunki wilgotnościowe oraz inne dodatkowe czynniki wpływające na postęp karbonatyzacji zaprawy, dyfuzję chlorków i przebieg reakcji korozyjnych zbrojenia [8].

W publikacji [9] zostały przedstawione nieobligatoryjne wytyczne Instytutu Techniki Budowlanej dotyczące oceny mrozoodporności wybranych rodzajów zapraw tynkarskich (tab. 2).

T a b e l a 2

Wytyczne Instytutu Techniki Budowlanej oceny mrozoodporności zapraw tynkarskich [9]

Badana właściwość	Zaprawa ogólnego przeznaczenia	Zaprawa lekka	Zaprawa do wykonywania tynków cienkowarstwowych
Wygląd próbki po cyklach zamrażania- -rozmarzania	próbki bez spękań i innych uszkodzeń		próbki bez spękań, złuszczeń i odspojień od podłoża
	po 25 cyklach	po 15 cyklach	
Wytrzymałość na ściskanie	nie mniejsza niż 80% wytrzymałości próbek kontrolnych		-
Przyczepność do podłoża	-	-	≥ wartości uzyskanej dla próbki kontrolnej

3. Różnice w sposobie przygotowania próbek do badań według PN-85/B-04500 i PN-EN 1015-2:2000

Sposób przygotowania próbek do badań według wycofanej normy PN-85/B-04500, a obecnie obowiązujących norm europejskich serii PN-EN 1015, według których określa się inne właściwości zapraw jest odmienny. Różnice wystę-

pują między innymi w sposobie mieszania suchych składników zaprawy z wodą. Normy obecnie obowiązujące na pierwszym miejscu stawiają przygotowanie świeżych mieszanek zaprawowych zgodnie z instrukcją producenta. Jeżeli producent nie ustalił inaczej, to zgodnie z normą PN-EN 1015-2:2000 [10] świeże zaprawy powinno się przygotować poprzez wlanie odpowiedniej ilości wody do misy mieszarki, wsypanie wymaganej ilości suchej mieszanki zaprawy i mieszanie składników przez 30 sekund na wolnych obrotach. Po zgarnięciu z brzegów zaprawy ponownie należy uruchomić mieszarkę na wolnych obrotach i mieszać składniki przez kolejne 60 sekund.

W przypadku normy PN-85/B-04500 zaprawę należy mieszać przez około dwie minuty do uzyskania jednolitej masy i pozostawić w pojemniku przez 27 minut. Po upływie 30 minut od momentu wsypania spoiwa do wody zaprawę należy ponownie wymieszać przez jedną minutę.

Również podejście do sposobu formowania i zagęszczania próbek do badań w obu normach jest inne. Według normy PN-EN 1015-2:2000 formę napełnia się w dwóch równych warstwach i zagęszcza poprzez 25-krotne zagęszczenie każdej z nich. Natomiast według normy PN-85/B-04500 każdą warstwę zagęszcza się przy pomocy wstrząsarki (60 wstrząsów w ciągu 60 sekund).

Norma PN-EN 1015-2:2000 przewiduje również inny sposób postępowania podczas formowania próbek zapraw cementowych i cementowo-wapiennych niż zapraw wapienno-cementowych i wapiennych. W przypadku zapraw z wapna powietrznego i o zawartości wapna powietrznego i cementu o masie cementu nieprzekraczającego 50% całkowitej masy spoiwa, próbki formowane są w formie, której podstawą jest płyta szklana, na której umieszcza się dwie warstwy suchej gazy bawełnianej. Również na górnej powierzchni zaprawy umieszcza się dwie warstwy gazy, a na nią sześć warstw papieru filtracyjnego. Tak przygotowaną formę przykrywa się z góry płytką szklaną. W przypadku zapraw ze spoiwami hydraulicznymi i zaprawami z wapna powietrznego i cementu, o masie wapna nieprzekraczającego 50% całkowitej masy spoiwa, próbki przygotowuje się w formach analogicznych jak w normie PN-85/B-04500.

Kolejną różnicą w sposobie postępowania przy przygotowywaniu próbek do badań są warunki ich pielęgnacji. Norma PN-85/B-04500 uwzględnia dwa sposoby przechowywania próbek: dla zapraw twardniejących na powietrzu w otoczeniu o wilgotności względnej powietrza 50–65% i zapraw twardniejących w środowisku wilgotnym w otoczeniu o wilgotności powyżej 95% w temperaturze $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Według obecnie obowiązujących norm europejskich serii PN-EN 1015 próbki zapraw do badań przechowuje się przez pierwsze 7 dni w warunkach o wilgotności względnej $(95 \pm 5)\%$, a następnie przez kolejne 21 dni o wilgotności $(65 \pm 5)\%$.

Jak widać, sposób przygotowywania próbek w obu przypadkach znacznie różni się między sobą. Ponadto norma PN-85/B-04500 nie uwzględnia wszystkich rodzajów obecnie produkowanych zapraw murarskich i tynkarskich.

4. Warianty przygotowania próbek do badań

W niniejszej pracy próbki zapraw do badań mrozoodporności przygotowywano i sezonowano według następujących wariantów:

- WARIANT I – przygotowywanie i sezonowanie próbek wg PN-85/B-04500; suszenie próbek w temperaturze 60°C;
- WARIANT II – przygotowywanie i sezonowanie próbek wg PN-85/B-04500; suszenie próbek w temperaturze 105°C;
- WARIANT III – przygotowywanie i sezonowanie próbek PN-EN 1015-2; suszenie próbek w temperaturze 60°C;
- WARIANT IV – przygotowywanie i sezonowanie próbek PN-EN 1015-2; suszenie próbek w temperaturze 105°C;
- WARIANT V – Przygotowywanie i sezonowanie próbek wg PN-EN 1015-2; suszenie – brak.

Próbki poddawano 25 cyklom zamrażania–rozmarzania w temperaturach $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ zgodnie z zleceniami normy PN-85/B-04500.

5. Wyniki badań mrozoodporności zapraw

W tabeli 3 przedstawiono wyniki badań mrozoodporności zaprawy cementowej; obok spadku wytrzymałości uzyskanych w wyniku działania na próbkę znakomniennych temperatur, podano również wyniki wytrzymałości próbek kontrolnych niepoddawanych działaniu mrozu.

Tabela 3

Mrozoodporność próbek zaprawy cementowej przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	0,2	4,1 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,38 MPa)	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 15,89 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 60°C	brak	2,7 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,75 MPa)	0,4 (wytrzymałość próbki kontrolnej 17,81 MPa)

cd. tab. 3

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie: wg instrukcji producenta; zagęszczanie i przechowywanie wg PN-EN 1015:11; suszenie: 105°C	0,2	2,6 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,11 MPa)	0,5 (wytrzymałość próbki kontrolnej 17,47 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 105°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,11 MPa)	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 17,91 MPa)

Źródło: Badania własne.

W przypadku badań mrozoodporności zaprawy cementowej otrzymane wyniki, niezależnie od sposobu przygotowania i sezonowania próbek, nie różniły się znacząco od siebie. Niemniej jednak należy podkreślić, że uzyskany wynik wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania dla tej zaprawy, badanej zgodnie z normą PN-EN 1015:11, wynosił 20,6 MPa, natomiast dla próbek kontrolnych wynik ten wynosił w granicach 16–18 MPa w zależności od zastosowanego wariantu.

W tabelach 4–8 przedstawiono wyniki badań mrozoodporności zapraw cementowo-wapiennych, oferowanych na rynku budowlanym przez różnych producentów. W tabelach 4–6 przedstawiono wyniki badań dla zapraw, które w swoim składzie zawierały większą ilość cementu w stosunku do wapna. Natomiast w tabelach 7–8 zamieszczono wyniki badań dla zapraw, w składzie których znajdowała się taka sama ilość cementu i wapna.

Dla zaprawy cementowo-wapiennej 1 (tab. 4) uzyskano porównywalne wyniki badań mrozoodporności niezależnie od sposobu ich przygotowania i sezonowania. Również uzyskane wyniki wytrzymałości po 28 dniach zgodnie z normą PN-EN 1015:11 były na tym samym poziomie.

Tabela 4

Mrozoodporność próbek zaprawy cementowo-wapiennej 1 przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	0,6	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,52 MPa)	1,8 (wytrzymałość próbki kontrolnej 8,19 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 60°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,2 MPa)	1,4 (wytrzymałość próbki kontrolnej 9,13 MPa)

cd. tab. 4

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 105°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,97 MPa)	0,2 (wytrzymałość próbki kontrolnej 8,29 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 60°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,54 MPa)	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 8,64 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie: PN-EN 1015:11; przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	0,5	2,8 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,42 MPa)	0,8 (wytrzymałość próbki kontrolnej 7,62 MPa)

Źródło: Badania własne.

Tabela 5

Mrozoodporność próbek zaprawy cementowo-wapiennej 2 przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	próbki uległy uszkodzeniu podczas nasycania wodą		
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 60°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,70 MPa)	5,2 (wytrzymałość próbki kontrolnej 18,82 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 105°C	próbki uległy uszkodzeniu podczas nasycania wodą		
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 60°C	brak	37,2 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,43 MPa)	4,4 (wytrzymałość próbki kontrolnej 18,38 MPa)

Źródło: Badania własne.

W przypadku badanej zaprawy cementowo-wapiennej 2 (tab. 5) uwidocznił się wyraźnie wpływ sposobu przygotowywania i warunków sezonowania próbek do badań na otrzymane wyniki mrozoodporności. Próbki suszone w 105°C uległy destrukcji przed poddaniem ich cykлом zamrażania–rozmarzania. Natomiast próbki suszone w 60°C, mieszane, zagęszczane i przechowywane zgodnie z normą PN-85/B04500 wykazały dobre parametry mrozoodporności. Obniżenie wytrzymałości zarówno na zginanie, jak i na ściskanie w tym przypadku był niewielki. Próbki mieszane, zagęszczane i przechowywane według normy PN-

-EN 1015:11 wykazały wysoki spadek wytrzymałości na zginanie po badaniu 25 cyklach zamrażania–rozmarzania.

Z przedstawionych wyników w tabeli 6 dla zaprawy cementowo-wapiennej 3 również najmniej korzystne okazały się warunki suszenia próbek w 105°C. Spadek wytrzymałości na zginanie w tym przypadku wyniósł ok. 55%, a na ściskanie 25%. Uzyskana wytrzymałość dla próbek kontrolnych w tych warunkach również wykazywała mniejsze wartości w porównaniu do próbek suszonych w temperaturze 60°C. Brak suszenia próbek wpłynął na uzyskanie znacznie niższych wyników wytrzymałości na zginanie i ściskanie w porównaniu do próbek kontrolnych.

T a b e l a 6

Mrozoodporność próbek zaprawy cementowo-wapiennej 3 przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95; suszenie: 105°C	brak	54,7 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,93 MPa)	25,4 (wytrzymałość próbki kontrolnej 23,16 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 60°C	brak	17,9 (wytrzymałość próbki kontrolnej 5,35 MPa)	1,5 (wytrzymałość próbki kontrolnej 26,54 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 60°C	brak	17,4 (wytrzymałość próbki kontrolnej 4,61 MPa)	4,2 (wytrzymałość próbki kontrolnej 22,33 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: brak	-	66,9 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,71 MPa)	32,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 16,13 MPa)

Ź r ó d ł o: Badania własne.

W przypadku zapraw cementowo-wapiennych, w których składzie znajdowała się taka sama ilość cementu i wapna, uwidocznił się niekorzystny wpływ sezonowania próbek w warunkach wysokiej wilgotności (tab. 7–8).

T a b e l a 7

Mrozoodporność próbek zaprawy cementowo-wapiennej 4 przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Spadek wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	19,9	42,9 (wytrzymałość próbki kontrolnej 0,70 MPa)	76,1 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,85 MPa)

cd. tab. 7

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Spadek wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 65%; suszenie: 105°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,01 MPa)	3,4 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,64 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11, suszenie: 105°C	brak	6,7 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,20 MPa)	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,53 MPa)

Źródło: Badania własne.

Dla zaprawy 4 uzyskano bardzo wysokie obniżenie wytrzymałości na ściskanie i zginanie, natomiast próbki sezonowane w innych warunkach wykazywały się dobrą mrozoodpornością.

Tabela 8

Mrozoodporność próbek zaprawy cementowo-wapiennej 5 przygotowywanych i dojrzewających w różnych warunkach

Sposób przygotowania próbki	Ubytek masy [%]	Obniżenie wytrzymałości [%]	
		zginanie	ściskanie
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	0,8	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 0,83 MPa)	14,9 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,61 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 65%; suszenie: 105°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,10 MPa)	1,6 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,56 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 60°C	brak	0,0 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,16 MPa)	0,9 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,20 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie i przechowywanie: PN-EN 1015:11; suszenie: 60°C	0,4	3,7 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,09 MPa)	7,3 (wytrzymałość próbki kontrolnej 2,89 MPa)
Mieszanie, zagęszczanie: PN-EN 1015:11; przechowywanie: PN-85/B04500, RH 95%; suszenie: 105°C	brak	3,3 (wytrzymałość próbki kontrolnej 1,20 MPa)	0,9 (wytrzymałość próbki kontrolnej 3,45 MPa)

Źródło: Badania własne.

Przedstawione wyniki badań wykazały, że przygotowanie próbek ma znaczący wpływ na uzyskane wyniki badań mrozoodporności zapraw. Na przykład suszenie próbek w temperaturze 105°C w niektórych przypadkach prowadzi do zniszczenia próbek przed poddaniem ich cykлом zamrażania–rozmarzania.

Uzyskane wyniki wskazują, że sposób postępowania przy przygotowaniu próbek do badań według normy PN-85/B-045 powinien ulec modyfikacji. Wydaje się, że bardziej miarodajną metodą oceny trwałości zapraw do murów byłoby badanie przyczepności zapraw do podłoża po określonej ilości cykli zamrażania-rozmrażania. Metody takie stosowane są w przypadku badania trwałości wyrobów i systemów do ochrony i napraw konstrukcji betonowych oraz tynków opartych na spoiwach organicznych. Należy przy tym również uwzględnić, czy podczas eksploatacji zaprawa będzie narażona na środowiska agresywne.

W celu umożliwienia producentom zapraw do murów oceny trwałości wyrobów w jednakowy sposób, konieczne jest wydanie przez Polski Komitet Normalizacyjny odpowiednich norm krajowych w zakresie metodyki badań oraz kryteriów oceny do czasu ustanowienia norm europejskich.

6. Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały, że przygotowanie próbek ma znaczący wpływ na uzyskane wyniki badań mrozoodporności zapraw. Problem ten dotyczy zarówno zagęszczania, przygotowania, sezonowania, jak i suszenia próbek.
2. Największe obniżenie wytrzymałości na ściskanie po 25 cyklach zamrażania-rozmrażania uzyskuje się dla próbek przygotowywanych zgodnie z normą PN-85/B-04500 i suszonych w temperaturze 105°C.
3. Najbardziej znaczący wpływ sposobu przygotowania i sezonowania próbek na mrozoodporność zapraw do murów obserwuje się dla zapraw cementowo-wapiennych.
4. W przypadku zapraw cementowo-wapiennych, które w swoim składzie zawierają taką samą ilość cementu i wapna, niekorzystnie na kształtowanie mrozoodporności wpływają warunki sezonowania próbek o wysokiej wilgotności.
5. Ustalenie sposobu postępowania przy ocenie trwałości zapraw do murów jest zagadnieniem ważnym i powinna być opracowana norma w tym zakresie*.

Literatura

- [1] PN-EN 998-1:2012 – Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 1 – Zaprawa tynkarska.
- [2] PN-EN 998-2: 2012 – Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 2 – Zaprawa murarska.
- [3] PN-EN 1015-21:2003 – Metody badań zapraw do murów. Część 21 – Określenie odporności jednowarstwowych zapraw na obrzutkę do podłoży.

* Praca została sfinansowana ze środków na działalność statutową Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych.

- [4] PN-85/B-04500 [4] – Zaprawy budowlane. Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych.
- [5] PN-90/B-14501 – Zaprawy budowlane zwykłe.
- [6] PN-B-10104 – Wymagania dotyczące zapraw murarskich ogólnego przeznaczenia. Zaprawy murarskie według przepisu, wytwarzane na miejscu budowy.
- [7] PN-EN 1996-2:2010 – Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych. Część 2 – Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów.
- [8] S z y m a ń s k i P., *Trwałość konstrukcji murowych w świetle Eurokodu 6*, „Materiały Budowlane” 2012, nr 6.
- [9] P o p c z y k J., *Ocena trwałości wybranych zapraw tynkarskich*, „Materiały Budowlane” 2014, nr 9, s. 37.
- [10] PN-EN 1015-2:2000 – Metody badań zapraw do murów – Pobieranie i przygotowanie próbek zapraw do badań.

MARZENA NAJDUCHOWSKA

ASSESSMENT DURABILITY OF THE MASONRY MORTARS

Keywords: plastering mortar, masonry mortar, test methods, sample preparation, curing samples, freeze-thaw resistance, durability assessment.

Currently in Poland for assessment of the freeze-thaw resistance of the masonry and plastering mortars still withdrawn PN-85/B-04500 standard is applied. However, it seems that the proceeding during the preparation of the samples should be modified. In this connection, the durability tests were conducted. It has been noticed that the way of the sample preparation can clearly affect the obtained freeze – thaw mortar resistance results. It is complex issue related to sample preparation in the appropriated moulds, curing and drying processes as well. Repeatedly in laboratory practice it turns out that durability of the samples deteriorates even before taking proceeding of the freeze-thaw cycling. In this study the results of the freeze-thaw mortar resistance test are covered. The mortar samples were prepared and cured according to different approaches.