

mgr inż. Lech Misiewicz^{1*)}
dr hab. inż. Łukasz Drobiec, prof. PŚ²⁾

Wytrzymałość spoiny w murach z ABK

Wytrzymałość spoiny jest jedną z zasadniczych charakterystyk, którą powinien deklarować producent elementów murowych wprowadzanych do obrotu na podstawie odpowiedniej części PN-EN 771 [2 ÷ 7]. W deklaracji właściwości użytkowych (DoP) producent określa zamierzone zastosowanie wyrobu budowlanego. W przypadku, gdy podał, że element murowy może być stosowany w elementach budynku podlegających wymaganiom konstrukcyjnym, to musi m.in. zadeklarować **wytrzymałość spoiny**. Eurokod 6 nie definiuje wytrzymałości spoiny, lecz jej przyczepność [1]. Należy podkreślić, że wytrzymałość spoiny lub jej przyczepność zależy od właściwości zaprawy, powierzchni elementu murowego oraz jakości wykonania muru.

Wymagania zharmonizowanych norm dotyczących wyrobów do konstrukcji murowych

W zależności od rodzaju elementu murowego wytrzymałość spoiny została różnie zdefiniowana. W przypadku elementów z ceramiki [2] i silikatów [3] należy deklarować ją jako **początkową wytrzymałość charakterystyczną na ścinanie** zgodnie z PN-EN 1052-3 [11]. Deklarację można sporządzić na podstawie wartości ustalonych lub badań [9], przy czym producent powinien podać, na jakiej podstawie przyjęto tę wartość. Zgodnie z zapisami w normach [2 ÷ 7]: *w większości przypadków przyjmuje się, że określenie na podstawie wartości ustalonych jest wystarczające i można początkową wytrzymałość charakterystyczną na ścinanie deklarować, powołując się na załącznik C do PN-EN 998-2* [8]. W załączniku C podane zostały następujące wartości: **0,15 N/mm²** – zaprawy ogólnego zastosowania oraz

lekkie; **0,3 N/mm²** – zaprawy cienkowarstwowe. W nowej edycji normy PN-EN 998-2 [9], w załączniku C dodano uwagę, że: *Deklaracje oparte na tych tabelarycznych wartościach pozostają w zakresie odpowiedzialności producenta, który z nich korzysta, i należy je poprzeć odpowiednią dokumentacją techniczną.*

Wytrzymałość spoiny w murach z betonu kruszywowego (z kruszywami zwykłymi i lekkimi) [4], autoklawizowanego betonu komórkowego [5], kamienia sztucznego [6] i kamienia naturalnego [7] należy określać na podstawie dwóch parametrów: **wytrzymałości muru na ścinanie** oraz **wytrzymałości muru na zginanie z płaszczyzny** zgodnie z PN-EN 1052-2 [10], a więc inaczej niż w przypadku ścian z silikatów oraz z ceramiki. W deklaracji trzeba podać charakterystyczną wytrzymałość na zginanie muru w płaszczyźnie zniszczenia prostopadłej do spoin wspornych (poziomych) albo w płaszczyźnie zniszczenia równoległej do spoin wspornych, albo w obu płaszczyznach, razem ze specyfikacją zaprawy, w przypadku której deklaracja jest ważna. Z inżynierskiego punktu widzenia, trudno znaleźć uzasadnienie rozbieżności w sposobie definiowania wytrzymałości spoiny murów wykonanych z różnych rodzajów elementów murowych, tym bardziej że najbardziej popularne wyroby (ceramika, silikaty, ABK) są stosowane wymiennie. Nie ma bowiem formalnych oraz nieformalnych wytycznych ograniczających stosowanie niektórych z nich w określonych rodzajach budynków czy konstrukcjach murowych.

Wymagania Eurokodu 6

W Eurokodzie 6 [12], czyli normie, zgodnie z którą projektowane i wykonywane są konstrukcje murowe, nie występuje termin **wytrzymałość spoiny**. W rozdziale *Terminy i definicje* na pierwszym miejscu podano, że mur to *material*

konstrukcyjny utworzony z elementów murowych ułożonych w określony sposób i trwale połączonych ze sobą zaprawą murarską. Dalej, adhezja to przyczepność zaprawy do elementów murowych; efekt działania zaprawy murarskiej powodujący powstanie naprężeń rozciągających i ścinających w płaszczyźnie styku z powierzchnią elementu murowego.

W rozdziale o zaprawach murarskich zawarte jest wymaganie, aby *przyczepność pomiędzy zaprawą i elementami murowymi była odpowiednia do zamierzonego stosowania oraz, że przyczepność zależy od rodzaju stosowanej zaprawy i rodzaju elementów murowych, do których dana zaprawa jest używana.* Co ciekawe, Eurokod, w przypadku murów z elementów silikatowych i ceramicznych, nie zwalnia z konieczności sprawdzania jego wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu w celu określenia przyczepności.

Początkową wytrzymałość muru na ścinanie f_{vko} należy określać na podstawie badań wg PN-EN 1052-3 [11] lub przyjmować z bazy danych. W załączniku krajowym do EC6 [12] podano, że f_{vko} przyjmuje się z odpowiedniej tablicy pod warunkiem, że zaprawa ogólnego przeznaczenia, zgodnie z normą PN-EN 1996-2 [13], nie zawiera domieszek i dodatków. W przypadku ABK wytrzymałość początkową muru na ścinanie podano w tabeli 1.

Charakterystyczna wytrzymałość muru na zginanie. W zależności od zorientowania płaszczyzny, działania momentu zginającego względem płaszczyzny ściany różni się **wytrzymałość na zginanie** f_{xk1} , gdy wyczerpanie

Tabela 1. Wytrzymałość początkowa muru z ABK na ścinanie f_{vko} [MPa]

Wytrzymałość początkowa muru na ścinanie f_{vko} [MPa]		
zaprawa zwykła	zaprawa do cienkich spoin	zaprawa lekka
f_m	f_{vko}	
2,5; 5; 10	0,15	0,25
		0,10

¹⁾ Solbet Sp. z o.o.

²⁾ Politechnika Śląska; Wydział Budownictwa

^{*)} Adres do korespondencji: lech.misiewicz@solbet.pl

nośności następuje w płaszczyźnie zniszczenia równoległej do spoin wspornych oraz **wytrzymałość na zginanie** f_{xk2} , gdy wyczerpanie nośności następuje w płaszczyźnie zniszczenia prostopadłej do spoin wspornych.

Wytrzymałość charakterystyczną muru na zginanie należy określać na podstawie badań zgodnie z EN 1052-2 [10] lub ustalać na podstawie bazy wyników badań wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu muru otrzymanych w przypadku odpowiednich kombinacji elementów murowych i zaprawy. Wartość f_{xk1} i f_{xk2} można przyjmować z tablic zamieszczonych w załączniku krajowym do EC6 [12]. Na ich podstawie w tabelach 2 i 3 podano wartości f_{xk1} i f_{xk2} murów z ABK. Wartość wytrzymałości charakterystycznej muru na zginanie, wykonanego z elementów ABK, łączonych za pomocą zaprawy zwykłej, do cienkich spoin lub zapraw lekkich, można przyjmować z tabel 2 i 3 pod warunkiem,

Tabela 2. Wytrzymałość charakterystyczna muru z ABK na zginanie w płaszczyźnie zniszczenia równoległej do spoin wspornych, f_{xk1} [MPa]

Wytrzymałość charakterystyczna f_{xk1} [MPa]				
zaprawa zwykła		zaprawa do cienkich spoin $f_{xk1} = 0,035 f_b$		zaprawa lekka
$f_m < 5$	$f_{vko} \geq 5$	f_b	f_{xk1}	
0,05	0,10	2	0,07	0,10
		2,5	0,088	
		3	0,105	
		4	0,14	
		6	0,21	

Tabela 3. Wytrzymałość charakterystyczna muru z ABK na zginanie w płaszczyźnie zniszczenia prostopadłej do spoin wspornych f_{xk2} [MPa]

Wytrzymałość charakterystyczna f_{xk2} [MPa]					
zaprawa zwykła		zaprawa do cienkich spoin spoiny pionowe			zaprawa lekka
$f_m < 5$	$f_{vko} \geq 5$	f_b	wypełnione zaprawą	niewypełnione zaprawą	
			$f_{xk2} = 0,035 f_b$	$f_{xk2} = 0,025 f_b$	
0,2	0,4	2	0,07	0,05	0,15
		2,5	0,088	0,063	
		3	0,105	0,075	
		4	0,14	0,1	
		6	0,21	0,15	

że użyte do murowania zaprawy do cienkich spoin i zaprawy lekkie będą klasy M5 lub wyższej.

Przyczepność a wytrzymałość spoiny

Przyczepność w Eurokodzie 6 [12] oraz **wytrzymałość spoiny** w normach na wyroby są określane na podstawie tych samych norm badawczych [10, 11]. **Przyczepność między zaprawą murarską a elementami murowymi jest uznawana za podstawowy czynnik wpływający na nośność, trwałość, a również rysoodporność współczesnych konstrukcji murowych.** W tradycyjnych masywnych murach przyczepność nie była tak ważna jak obecnie. Ponadto przyczepność jest parametrem podstawowym w konstrukcjach poddanych zginaniu i rozciąganiu. Ważne jest, aby deklarowane przez producentów wartości przyczepności/wytrzymałości spoiny zostały określone w przypadku połączeń konkretnego typu wyrobu z konkretną zaprawą.

Podsumowanie

Powszechnie w projektowaniu nie wykonuje się obliczeń murów lub ogranicza je tylko do obciążenia ściany siłą pionową. Wówczas ścinanie czy zginanie w murze praktycznie nie występuje lub ma niewielką wartość. Zupełnie inaczej jest w przypadku ścian wypełniających, które od kilkunastu lat są najczęściej spotykane np. w budownictwie wielorodzinnym, magazynowym czy przemysłowym. Projektant budynku z takimi ścianami często błędnie traktuje je jako niekonstrukcyjne, pomijając, że czasami są obciążone znacznymi siłami. Ściany wypełniające narażone są na zginanie w płaszczyźnie od ugięć stropów oraz od wiatru lub obciążeń użytkowych, a także na ścinanie od ciężaru własnego i ciężaru elementów

na niej zawieszonych oraz w przypadku interlokucji z konstrukcją szkieletu budynku. W murach powstaje wówczas złożony stan naprężenia, a o ich rysoodporności decyduje przede wszystkim przyczepność/wytrzymałość zaprawy.

Wytrzymałość uzyskiwana na podstawie EC6 jest mała i na ogół nie pozwala na zaprojektowanie murów „rozsądnych” pod względem konstrukcyjnym i ekonomicznym.

Literatura

- [1] Drobiec Łukasz, Radosław Jasiński, Adam Piekarczyk. 2013. *Konstrukcje murowe według Eurokodu 6 i norm związanych*. Tom 1. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- [2] PN-EN 771-1+A1:2015-10. Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 1: Elementy murowe ceramiczne.
- [3] PN-EN 771-2+A1:2015-10. Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 2: Elementy murowe silikatowe.
- [4] PN-EN 771-3+A1:2015-10. Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 3: Elementy murowe z betonu kruszywowego (z kruszywami zwykłymi i lekkimi).
- [5] PN-EN 771-4+A1:2015-10. Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 4: Elementy murowe z autoklawizowanego betonu komórkowego.
- [6] PN-EN 771-5+A1:2015-10. Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 5: Elementy murowe z kamienia sztucznego.
- [7] PN-EN 771-6+A1:2015-10. Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 6: Elementy murowe z kamienia naturalnego.
- [8] PN-EN 998-2:2012. Wymagania dotyczące zaprawy do murów. Część 2: Zaprawa murarska.
- [9] PN-EN 998-2: 2016-12. Wymagania dotyczące zaprawy do murów. Część 2: Zaprawa murarska.
- [10] PN-EN 1052-2: 2016-06. Metody badań murów. Część 2: Określenie wytrzymałości na zginanie.
- [11] PN-EN 1052-3:2004/A1: 2009. Metody badań murów. Część 3: Określenie początkowej wytrzymałości muru na ścinanie.
- [12] PN-EN 1996-1-1+A1:2013-05/NA:2014-03. Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
- [13] PN-EN 1996-2: 2010/NA: 2010. Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Część 2: Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl



ROK ZAŁOŻENIA 1994