

mgr inż. Lech Misiewicz^{1*)}dr inż. Katarzyna Łaskawiec²⁾mgr inż. arch. Tomasz Rybarczyk¹⁾

Badanie wytrzymałości na ścinanie spoiny w murze z ABK

W pierwszej części artykułu [1] omówiono, na jakiej podstawie producent elementów murowych z ABK może deklarować początkową wytrzymałość spoiny na ścinanie. Zgodnie z PN-EN 771-4 [2], obok powszechnego sporządzenia deklaracji na podstawie wartości ustalonych, można to zrobić również na podstawie badań wg PN-EN 1052-3 [3].

Prace badawcze w CEBET w latach 2006 – 2009

W CEBET (obecnie Sieć Badawcza Łukasiewicz – ICiMB) podjęto wiele tematów badawczych w związku z przyjęciem przez Polskę nowych europejskich norm zharmonizowanych z Dyrektywą 89/106/EWG. Jedną z nich była EN 771-4 [2], zgodnie z którą producent powinien m.in. deklarować początkową wytrzymałość na ścinanie elementów murowych w połączeniu z zaprawą w przypadku, gdy przeznaczone są do zastosowania w elementach budynku podlegających wymaganiom konstrukcyjnym. W 2009 r. do procedury badawczej opisanej w pierwotnej wersji PN-EN 1052-3:2004 dodano alternatywną procedurę B [3]. Obie procedury zostały opisane w [1]. Umożliwienie badania wytrzymałości na ścinanie wg dwóch równoważnych (zgodnie z normą) procedur spowodowało podjęcie przez CEBET programu badawczego.

Badania przeprowadzono na dwóch rodzajach elementów murowych z ABK (klasy gęstości 400 i klasy wytrzymałości 2,5 oraz klasy gęstości 600 i klasy wytrzymałości 4,5) łączonych tym samym rodzajem zaprawy [5]. Zgodnie z [3] w przypadku metody prostej, charakterystyczna początkowa wytrzymałość na ścinanie była liczona jako $f_{vok} = 0,8 f_{vo}$, a wg metody statystycznej podawana z 95% poziomem ufności (tabele 1 i 2).

W przypadku elementów próbnych wykonanych z ABK klasy gęstości 400 i klasy wytrzymałości 2,5 wyniki wg procedury A i procedury B są takie same, ale tylko gdy są wyznaczone wg statystycznej metody obliczeń. Można więc uznać, że ten przypadek nie wyklucza możliwości wymiennego stosowania obu metod. Zaznaczono, że badania wykonano tylko na jednej serii (20 elementów próbnych), dlatego w celu jednoznacznego potwierdzenia wniosków konieczna jest ich kontynuacja.

Tabela 1. Wyniki badania początkowej wytrzymałości na ścinanie elementów próbnych z ABK klasy gęstości 400 i klasy wytrzymałości na ściskanie 2,5

Seria	Początkowa wytrzymałość na ścinanie	Procedura A [N/mm ²]	Procedura B – metoda obliczeń:	
			prosta $f_{vok} = 0,8 f_{vo}$ [N/mm ²]	statystyczna [N/mm ²]
1	średnia f_{vo}	0,25	0,21	0,21
	charakterystyczna f_{vok}	0,20	0,17	0,20

¹⁾ Solbet Sp. z o.o.

²⁾ Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych

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

Tabela 2. Wyniki badania początkowej wytrzymałości na ścinanie elementów próbnych z ABK klasy gęstości 600 i klasy wytrzymałości na ściskanie 4,5

Seria	Początkowa wytrzymałość na ścinanie	Procedura A [N/mm ²]	Procedura B – metoda obliczeń:	
			prosta $f_{vok} = 0,8 \times f_{vo}$ [N/mm ²]	statystyczna [N/mm ²]
1	średnia f_{vo}	0,59	0,35	
	charakterystyczna f_{vok}	0,47	0,28	0,26
2	średnia f_{vo}	0,34	0,34 ^{*)}	
	charakterystyczna f_{vok}	0,27	0,27 ^{*)}	– ^{**)}
3	średnia f_{vo}	0,61	0,34	
	charakterystyczna f_{vok}	0,49	0,27	0,24
4	średnia f_{vo}	0,59	0,44 ^{*)}	
	charakterystyczna f_{vok}	0,47	0,35 ^{*)}	– ^{**)}

Należy podkreślić, że PN-EN 1052-3 [3] dopuszcza metody prostą i statystyczną obliczania charakterystycznej początkowej wytrzymałości na ścinanie f_{vok} wg procedury B jako równorzędne. Z tabeli 1 wynika, że wartości charakterystyczne wytrzymałości na ścinanie uzyskane metodą prostą i statystyczną nie są jednakowe (wg metody prostej uzyskano $f_{vok} = 0,17$ N/mm², a statystycznej $f_{vok} = 0,20$ N/mm²).

W badaniach elementów próbnych z ABK klasy gęstości 600 i klasy wytrzymałości 4,5 (tabela 2) uzyskano różne schematy zniszczenia. W związku z tym w części przypadków podane wartości wytrzymałości na ścinanie są przybliżone, ponieważ obliczono je na podstawie wyników mniej niż sześciu elementów (*) lub też schematy zniszczenia elementów nie pozwoliły na przeprowadzenie obliczeń statystycznych (**).

Stwierdzono bardzo dużą niejednorodność wyników i bardzo duże ich zróżnicowanie w przypadku zastosowania różnych procedur. Nie otrzymano wystarczających danych do sprecyzowania zaleceń dotyczących wyboru procedury badawczej A czy B. Niezbędna jest dogłębna analiza zagadnienia ścinania oraz wybór preferowanej procedury i dobór parametrów zaprawy do ABK o różnej wytrzymałości. Wymaga to przeprowadzenia takiej liczby badań, aby można było wyniki opracować statystycznie. Do tej pory badania nie były kontynuowane.

Badania kontrolne w ITB na zlecenie nadzoru budowlanego w latach 2016 – 2019

W ramach badań kontrolnych wyrobów budowlanych zleczanych przez jednostki nadzoru budowlanego, w ITB wykonano badania początkowej wytrzymałości na ścinanie różnych zapraw murarskich zgodnych z [4]. Próbkę badawczą przygotowano z różnego rodzaju elementów murowych. Wyniki badań na podstawie sprawozdań zamieszczonych na stronie Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego [6] przedstawiono w tabelach 3 i 4, ale ograniczono się tylko do tych, w których wykorzystano elementy murowe z ABK (6 badań

w przypadku połączeń wykonanych na zaprawę do cienkich spoin i jedno na zaprawie zwykłej). Badania przeprowadzono wg procedury B, a wyniki początkowej wytrzymałości na ścinanie obliczone metodą prostą podano jako najmniejszy wynik z badania sześciu próbek. Sprawozdania z badań ITB

Tabela 3. Porównanie wyników badań próbek na zaprawie do cienkich spoin wg procedury B i obliczonych różnymi metodami zgodnie z [3]

Wy-rób	Klasa gęstości	Klasa wytrzymałości na ściskanie	Początkowa wytrzymałość na ścinanie	Procedura B – metoda obliczeń:		
				najniższy wynik uzyskany w badaniu [N/mm ²]	$f_{vok} = 0,8 \times f_{vo}$ [N/mm ²]	statystyczna [N/mm ²]
a	bd	4,5	średnia f_{vo}	0,17	0,22	0,16
			charakterystyczna f_{vok}		0,17	
b	bd	4,5	średnia f_{vo}	0,23	0,32	0,19
			charakterystyczna f_{vok}		0,25	
c	500	2,5	średnia f_{vo}	0,30	0,31	0,29
			charakterystyczna f_{vok}		0,24	
d	500	2,5	średnia f_{vo}	0,14	0,20	0,12
			charakterystyczna f_{vok}		0,16	
e	500	2,5	średnia f_{vo}	0,06	0,09	0,04
			charakterystyczna f_{vok}		0,07	
f	600	4	średnia f_{vo}	0,11	0,13	0,10
			charakterystyczna f_{vok}		0,10	

Tabela 4. Porównanie wyników badań próbek na zaprawie zwykłej wg procedury B i obliczonych różnymi metodami zgodnie z [3]

Wy-rób	Klasa gęstości	Klasa wytrzymałości na ściskanie	Początkowa wytrzymałość na ścinanie	Procedura B – metoda obliczeń:		
				najniższy wynik uzyskany w badaniu [N/mm ²]	$f_{vok} = 0,8 \times f_{vo}$ [N/mm ²]	statystyczna [N/mm ²]
g	500	2,5	średnia f_{vo}	0,16	0,17	0,14
			charakterystyczna f_{vok}		0,13	
			f_{vok} deklarowana przez producenta		0,15	

[6] zawierają wszystkie informacje niezbędne do wykonania obliczeń metodą prostą oraz statystyczną.

Spośród siedmiu przeprowadzonych badań tylko w dwóch przypadkach laboratorium ITB uznało, że badane zaprawy mają deklarowane wartości początkowej charakterystycznej wytrzymałości na ścinanie spoiny (zaprawa „c” – 0,30 N/mm² oraz zaprawa „g” 0,15 N/mm²). W wielu przypadkach stwierdzono dochodzące nawet do 46%! różnice pomiędzy wynikami obliczeń wg metody prostej i statystycznej. Nie ma też żadnej prawidłowości wskazującej, z którego rodzaju konwersji wyników uzyskuje się największą wytrzymałość, a z którego najmniejszą. Nie można też opracować zależności z uzyskanych wyników.

Badania przeprowadzone w Sieci Badawczej Łukasiewicz – ICiMB w latach 2019 – 2020

Zestawienie wyników badań początkowej wytrzymałości na ścinanie (tabela 5) wykonano na podstawie [7]. Obejmowały one dwie serie elementów próbnych, przy czym każdą z nich wykonano na pięciu różnych zaprawach do cienkich spoin (po 9 szt.), ale z tego samego ABK. Badania wytrzymałości

Tabela 5. Wyniki badań początkowej wytrzymałości na ścinanie określonej zgodnie z procedurą A

Klasa gęstości	Klasa wytrzymałości na ściskanie	Początkowa wytrzymałość na ścinanie	Procedura A zaprawa				
			1	2	3	4	5
400	2	średnia f_{vo}	0,33	0,43	0,30	0,19	0,35
		charakterystyczna f_{vok}	0,27	0,35	0,24	0,16	0,28
600	3	średnia f_{vo}	0,32	0,47	0,39	0,39	0,18
		charakterystyczna f_{vok}	0,26	0,38	0,31	0,32	0,15

na ścinanie przeprowadzono wg procedury A [3]. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie wyników w zależności od rodzaju zaprawy i brak wyraźnego ich powiązania z właściwościami użytkowymi łączonych elementów murowych. W przypadku zapraw 4 i 5 różnice są nawet dwukrotne. Wytrzymałość na ścinanie elementów na zaprawie „5” jest mniejsza w przypadku ABK o wyższej klasie wytrzymałości. W kolejnym artykule podsumujemy przedstawione wyniki badań.

Literatura

- [1] Łaskawiec Katarzyna, Lech Misiewicz, Tomasz Rybarczyk. 2020. „Wytrzymałość na ścinanie spoiny w murze z ABK”. *Materiały Budowlane* 577 (9): 46 – 47.
- [2] PN-EN 771-4+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 4: Elementy murowe z autoklawizowanego betonu komórkowego.
- [3] PN-EN 1052-3:2004 + PN-EN 1052-3:2004/A1:2009 Metody badań murów – Część 3: Określenie początkowej wytrzymałości muru na ścinanie.
- [4] PN-EN 998-2:2016-12E. Wymagania dotyczące zapraw do murów – Część 2: Zaprawa murarska.
- [5] Prace badawcze mające na celu ustalenie wpływu parametrów zaprawy na wytrzymałość muru z betonu komórkowego na ścinanie. 2006-2009. Sprawozdania COBRPB CEBET.
- [6] Sprawozdania z badań ITB <https://www.gunb.gov.pl/probki>.
- [7] Sprawozdania z badań elementów murowych z autoklawizowanego betonu komórkowego. 2020. Łukasiewicz ICiMB.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl



ROK ZAŁOŻENIA 1994