

Właściwości murów z elementów silikatowych produkowanych w Polsce.

Część I. Wytrzymałość muru na ściskanie

Dr inż. Łukasz Drobiec, dr inż. Radosław Jasiński, dr inż. Adam Piekarczyk, Katedra Konstrukcji Budowlanych, Politechnika Śląska

1. Wprowadzenie

Zasadniczym celem badań elementów silikatowych podjętych w 2009 roku w Katedrze Konstrukcji Budowlanych Politechniki Śląskiej było uzyskanie wyników pozwalających na wprowadzenie stosownych korekt lub uzupełnień w Załączniku Krajowym EC-6. W tym celu autorzy podjęli się zadania zainteresowania jak największej liczby polskich producentów, sformułowania obszernego i wyczerpującego programu badań podstawowych, tak aby uzyskane wyniki mogły być reprezentatywne w skali kraju. W cyklu kolejnych trzech artykułów zaprezentowane zostaną wyniki badań własnych podstawowych cech wytrzymałościowych murów wykonywanych z elementów silikatowych produkowanych w Polsce. Część I dotyczy wytrzymałości na ściskanie, część II wytrzymałości na ścinanie, a część III wytrzymałości na zginanie. W części I zaprezentowano wyniki badań ściskanych elementów próbnych, których głównym celem było określenie charakterystycznej wytrzymałości muru na ściskanie wraz z propozycją korekty współczynnika K zamieszczonego w Załączniku Krajowym EC-6, tak aby dostosować zalecenia normowe do wyników badań.

Proces transformacji norm krajowych na przepisy europejskie dobiega powoli końca. Pierwsza norma podstawowa do projektowania konstrukcji murowych (PN-B-03002:1999 [1]), oparta na projekcie Eurokodu 6 (EC-6) [2] wprowadzona została pod koniec lat 90. XX w. W 2007 roku powstała jej nowelizacja [3], gdzie przepisy skorelowano z ostateczną wersją normy europejskiej [4], natomiast od marca 2010 r. stosować można polską wersję Eurokodu z załącznikiem krajowym [5]. Wszystkie te normy w podobny sposób definiują obliczanie wytrzymałości na ściskanie muru, jednak wytrzymałość na ściskanie muru z elementów wapienno-piaskowych z cienkimi spoinami różni się istotnie od zaleceń podanych w załącznikach krajowych do EC-6 innych państw [6]. Charakterystyczne

wytrzymałości na ściskanie przyjmowane w kraju są znacznie niższe od najniższych w Europie.

2. Stosowane materiały

2.1. Elementy murowe

Do badań wykorzystano 14 typów elementów murowych dostarczonych przez 12 producentów. Zestawienie tych elementów zamieszczono w tabeli 1. Z każdej dostarczonej partii materiału pobierano losowo serie po 6 elementów murowych i poddano badaniu na ściskanie zgodnie z normą PN-EN 772-1:2001/Ap1:2002 [7]. W tabeli 2 zamieszczono wyniki badań elementów murowych na ściskanie. Podano numer elementu murowego, pole obciążanej powierzchni (pustaki docinano zgodnie z zaleceniami PN-EN 772-1:2001/Ap1:2002 [7]), siłę niszczącą i wytrzymałość każdej z badanych próbek oraz wytrzymałość średnią i współczynnik zmienności każdej z badanych serii. Przykładowy widok próbki podczas badania pokazano na rysunku 1.

Tabela 1. Elementy murowe wykorzystane w badaniach

Nr elementu	Element murowy
I	<p>N 18 250 × 180 × 220 mm</p>
II	<p>NP 18 250 × 180 × 220 mm</p>

III	<p>5 NFD P+W 258 × 180 × 220 mm</p>
IV	<p>BP 18/24 249 × 180 × 240 mm</p>
V	<p>N18/255 255 × 180 × 220 mm</p>
VI	<p>U18L 248 × 220 × 180 mm</p>
VII	<p>SILKA E18 333 × 180 × 199 mm</p>
VIII	<p>6NFD 250 × 250 × 220 mm</p>
IX	<p>T18 250 × 180 × 220 mm</p>
X	<p>6 NFD w+w 255 × 250 × 220 mm</p>

XI	<p>½ BSD 180 (P+W) 250 × 180 × 220 mm</p>
XII	<p>MT 18 300 × 180 × 185 mm</p>
XIII	<p>N24 250 × 240 × 220 mm</p>
XIV	<p>BSD 180 500 × 180 × 220 mm</p>

Tabela 2. Wyniki badań wytrzymałości na ściskanie elementów murowych

Nr elementu	Pole obciążanej powierzchni [m ²]	Siła niszcząca [kN]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Współczynnik zmienności [%]	Wytrzymałość średnia, [MPa]
I	0,0441	650,0	14,74	4,64	14,1
		654,0	14,83		
		610,8	13,85		
		632,8	14,35		
		602,8	13,67		
II	0,0333	580,4	13,16	3,47	20,4
		675,7	20,29		
		658,0	19,76		
		679,0	20,39		
		712,6	21,4		
III	0,0383	647,4	19,44	2,47	19,7
		693,3	20,82		
		775,6	20,25		
		761,8	19,89		
		747,6	19,52		
		728,5	19,02		
		771,7	20,15		
		740,0	19,32		

Nr elementu	Pole obciążanej powierzchni [m ²]	Siła niszcząca [kN]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Współczynnik zmienności [%]	Wytrzymałość średnia, [MPa]
IV	0,0439	632,6	14,41	4,27	14,5
		649,3	14,79		
		655,4	14,93		
		631,3	14,38		
		583,0	13,28		
V	0,0450	653,2	14,88	3,64	22,0
		954,0	21,2		
		995,0	22,11		
		954,0	21,2		
		1025,6	22,79		
VI	0,0333	977,9	21,73	4,44	15,0
		1040,0	23,11		
		498,5	14,97		
		473,9	14,23		
		470,9	14,14		
VII	0,0473	502,5	15,09	3,17	12,8
		515,8	15,49		
		526,1	15,8		
		578,0	12,22		
		613,5	12,97		
VIII	0,0475	613,5	12,97	4,64	18,1
		581,3	12,29		
		618,7	13,08		
		619,6	13,1		
		861,2	18,13		
IX	0,0378	792,3	16,68	3,13	22,9
		902,0	18,99		
		834,1	17,56		
		887,8	18,69		
		872,1	18,36		
X	0,0475	909,5	24,06	5,26	16,7
		880,7	23,3		
		867,5	22,95		
		831,6	22		
		856,2	22,65		
XI	0,0443	849,0	22,46	2,64	17,7
		753,8	15,87		
		774,7	16,31		
		837,0	17,62		
		771,9	16,25		
XII	0,0531	852,2	17,94	2,42	15,3
		762,4	16,05		
		807,6	18,23		
		787,7	17,78		
		769,9	17,38		
XIII	0,0480	798,3	18,02	4,85	13,7
		786,8	17,76		
		750,0	16,93		
		839,5	15,81		
		796,0	14,99		
XIV	0,0819	797,6	15,02	4,72	18,0
		793,3	14,94		
		809,8	15,25		
		831,0	15,65		
		637,4	13,28		



Rys. 1. Badanie wytrzymałości na ściskanie elementów murowych

Przeliczono uzyskane wytrzymałości na znormalizowaną wytrzymałość na ściskanie zgodnie z załącznikiem A do normy PN-EN 772-1:2001/Ap1:2002 [7], stosując współczynnik kształtu δ , który wyznaczono z tablicy A.1 załącznika A normy PN-EN 772-1:2001/Ap1:2002 [7]. Po określeniu znormalizowanej wytrzymałości na ściskanie, na podstawie załącznika D do normy PN-EN 771-2:2006 [8], przeprowadzono klasyfikację badanych silikатовych elementów murowych i dla każdej serii określono klasę wytrzymałości na ściskanie. Uzyskane na podstawie badań znormalizowane wytrzymałości i klasy wytrzymałości podano w tabeli 3. Dostarczone elementy murowe zakwalifikowano do klas 15, 20 i 25.

2.2. Zaprawa

W badaniach stosowano zaprawę murarską do cienkich spoin Calduran Dünnbettmörtel produkcji holen-



Rys. 2. Badania wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie zaprawy: a) badanie na zginanie, b) próbki „beleczi” po badaniach na zginanie, c) badania na ściskanie, c) półówki „beleczek” po badaniach na ściskanie

Tabela 3. Wytrzymałość znormalizowana i klasa wytrzymałości na ściskanie

Nr elementu	Wymiary elementu [mm]	Wytrzymałość średnia [MPa]	Współczynnik kształtu δ	Znormalizowana wytrzymałość na ściskanie f_b [MPa]	Klasa wytrzymałości na ściskanie
I	245×180×220	14,1	1,23	17,3	15
II	185×180×220	20,4	1,23	25,1	25
III	213×180×220	19,7	1,23	24,2	20
IV	244×180×240	14,5	1,13	16,4	15
V	185×180×220	22,0	1,23	27,1	25
VI	185×180×220	15,0	1,23	18,5	15
VII	263×180×199	12,8	1,19	15,2	15
VIII	190×250×220	18,1	1,12	20,3	20
IX	210×180×220	22,9	1,23	28,2	25
X	190×250×220	16,7	1,12	18,7	15
XI	246×180×220	17,7	1,23	21,8	20
XII	295×180×185	15,3	1,15	17,6	15
XIII	200×240×220	13,7	1,13	15,5	15
XIV	455×180×220	18,0	1,23	22,1	20

Tabela 4. Wyniki badań próbek prostopadłościennych – „beleczek”

Lp.	Data wykonania próbek	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu		Wytrzymałość na ściskanie	
		$f_{m,mv}$ [MPa]	s [MPa]	$f_{m,mv}$ [MPa]	s [MPa]
1	XI 2009 r.	4,08	0,66	18,4	0,54
2	III 2010 r.	4,29	0,19	18,0	0,52

derskiej. Zaprawa ta jest przeznaczona do stosowania przy murowaniu nośnych i nienośnych ścian z silikatowych elementów murowych.

Badania laboratoryjne zaprawy przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1015-11:2001 [11] na próbkach prostopadłościennych o wymiarach 40 × 40 × 160 mm. Próbki pobrano podczas wykonywania elementów badawczych w dwóch terminach: XI 2009 r. i III 2010 r. Zaprawę badano na zginanie i ściskanie w specjalnym stanowisku (rys. 2). Uzyskane wyniki badań wytrzymałości zaprawy na zginanie i ściskanie zestawiono w tabeli 4.

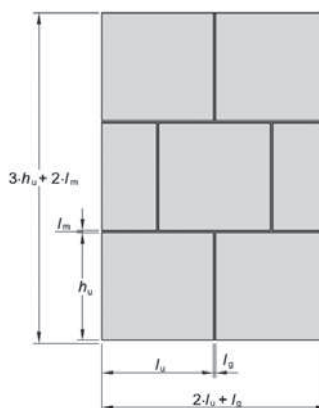
Na podstawie przeprowadzonych badań zaprawę zakwalifikowano do klasy wytrzymałościowej M15. Wykorzystana w badaniach zaprawa charakteryzowała więc się większą wytrzymałością od deklarowanej przez producenta ($f_m = 12,5$ MPa).

3. Badania elementów próbnych

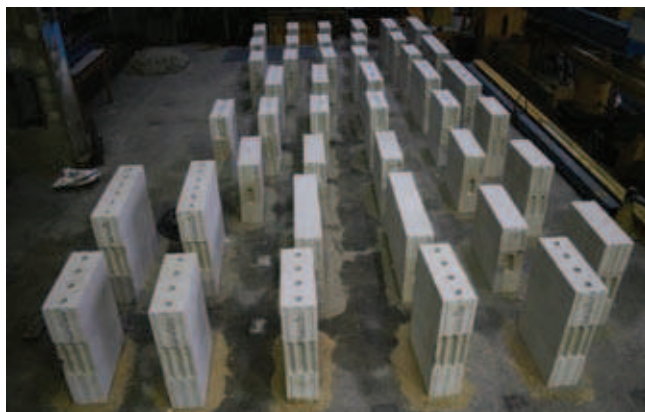
Badania wytrzymałości muru na ściskanie prowadzono zgodnie z normą PN-EN 1052-1:2000 [11] i na jej podstawie ustalono wymiary elementów próbnych. Wykorzystane w badaniach modele miały szerokość dwóch elementów murowych i wysokość 3 elementów. Układ

elementów murowych w elemencie próbnym pokazano na rysunku 3. Ze wszystkich typów elementów murowych wykonano po 3 modele, uzyskując w ten sposób 13 serii po trzy elementy badawcze. Jedynie z elementów murowych nr X wykonano dwa elementy badawcze. Łącznie badaniom poddano zatem 41 modeli badawczych. Serie badawcze oznaczono literą C, liczbą rzymską odpowiadającą numerowi elementu murowego i liczbą arabską określającą numer modelu danej serii. Widok elementów badawczych wykonanych w dniu 8 i 9 grudnia 2009 r. pokazano na rysunku 4.

Elementy próbne badano po minimum 28 dniach od wymurowania. Badanie prowadzono prasie hydraulicznej o zakresie 2000 kN. Elementy próbne ustawiano między głowicami prasy centralnie, bez zamierzonego mimośrodowo. Zapewniono pełny kontakt między górną i dolną powierzchnią elementów, a powierzchniami głowic maszyny wytrzymałościowej. Dodatkowo, w celu wyeliminowania ewentualnego wpływu tarcia na wyniki badań, w styku głowic prasy z próbką zastosowano przekładki złożone z dwóch warstw folii PE i cienkiej warstwy smaru grafitowego rozproszzonego między nimi.



Rys. 3. Układ elementów murowych w modelu badawczym



Rys. 4. Widok elementów badawczych (oprócz modeli do badań wytrzymałości na ściskanie na fotografii występują również elementy do badania wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu)

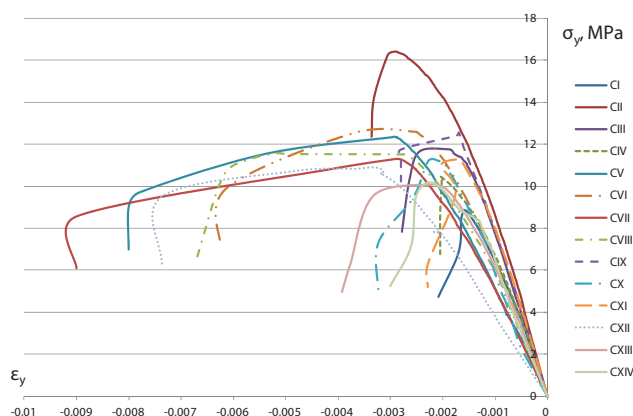
Podczas badań prowadzono pomiar siły ściskającej za pomocą siłomierza o dokładności 0,001 kN oraz przemieszczeń pionowych i poziomych przy użyciu czujników indukcyjnych o dokładności 0,002 mm. Wymiary bazy do pomiarów przemieszczeń muru ustalono wg zaleceń zawartych w normie PN-EN 1052-1:2000 [11]. W normie tej zakłada się bazę o wysokości równej 1/3 wysokości elementu oraz o szerokości 1/2 elementu próbnego. Przy układzie elementów jak na rysunku 3, 1/3 wysokości elementu znajduje się w spoinie wspornej, a 1/2 długości na przedłużeniu niewypełnionych spoin pionowych środkowej warstwy. Wcześniejsze doświadczenia autorów wykazały, że taki układ może prowadzić do zaburzeń w prowadzonym pomiarze, dlatego zdecydowano się zwiększyć bazę pionową o 10 mm względem bazy zakładanej przez normę. Pomiar odkształceń pionowych posłużył do wyznaczenia wykresu zależności naprężenie pionowe σ_y – odkształcenie pionowe ϵ_y i określenia modułu sprężystości muru, natomiast pomiar odkształceń poziomych posłużył do określenia wykresu zależności naprężenie pionowe σ_y – odkształcenie poziome ϵ_x i wyznaczenia współczynnika Poissona ν . Jedynie w elementach próbnych serii XIV wykonanych z elementów murowych o znacznej długości, z uwagi na brak odpowiedniego oprzyrządowania, nie prowadzono pomiaru przemieszczeń poziomych.

Badania prowadzono przy wykorzystaniu automatycznego stanowiska pomiarowego. Pomiar przemieszczeń i siły ściskającej prowadzono co 0,5 s. Prędkość obciążania dobierano, zgodnie z założeniami PN-EN 1052-1:2000 [11], tak aby maksymalna siła była osiągnięta po okresie 15–30 minut od chwili rozpoczęcia badań. Podczas badań rejestrowano również siłę, przy której stwierdzono wystąpienie pierwszej rysy na elemencie próbnym.

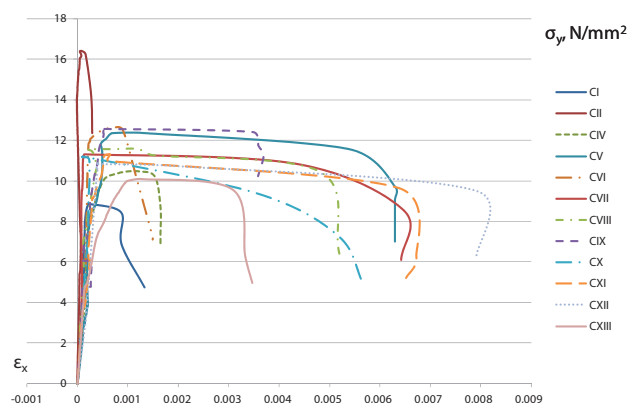
W tabeli 5 podano uśrednione w ramach serii wartości naprężeń, przy których nastąpiło zarysowanie elementów próbnych, wartości wytrzymałości na ściskanie, modułu sprężystości i współczynnika Poissona. Wartości modułu sprężystości i współczynnika Poissona

Tabela 5. Uśrednione w ramach serii wyniki badań wytrzymałości na ściskanie elementów próbnych muru

Nr serii	Naprężenie rysujące [MPa]	Naprężenie maksymalne [MPa]	Moduł sprężystości [MPa]	Współczynnik Poissona
CI	7,98	8,86	7627	0,17
CII	15,04	16,41	9281	0,12
CIII	11,00	11,76	7899	0,15
CIV	9,89	10,45	7144	0,23
CV	11,15	12,36	5559	0,23
CVI	11,68	12,58	6678	0,21
CVII	8,56	11,31	5228	0,16
CVIII	8,00	11,55	6132	0,18
CIX	11,67	12,54	8441	0,18
CX	3,76	11,21	5633	0,16
CXI	9,39	11,29	7833	0,17
CXII	10,28	10,89	3857	0,19
CXIII	8,39	10,08	6937	0,23
CXIV	5,72	10,13	6575	–



Rys. 5. Wykres uśrednionych w ramach serii zależności naprężenie σ_y – odkształcenie pionowe ϵ_y



Rys. 6. Wykres uśrednionych w ramach serii zależności naprężenie σ_y – odkształcenie poziome ϵ_x

określano jako sieczną ze średniej wartości odkształceń uzyskanych z czujników pomiarowych przy naprężeniu równym 1/3 naprężenia maksymalnego.



Rys. 7. Element próbny CXIII-3 po badaniu

Na rysunku 5 pokazano porównanie zależności naprężenie σ_y – odkształcenie pionowe ε_y uśrednione w ramach każdej serii, natomiast na rysunku 6 podobne porównanie zależności naprężenie σ_y – odkształcenie poziome ε_x . Zniszczenie elementów próbnych przebiegało w zróżnicowany sposób. Pierwsze rysy w większości elementów pojawiały się tuż przed zniszczeniem modeli (zob. tabela 5). Zarysowania przebiegały zarówno przez spoiny, jak i przez elementy murowe. Zaobserwowano wyraźny wpływ układu drążenia na obraz zniszczenia modeli. Drążenia generowały powstanie zarysowań wewnętrznych oraz odspojen fragmentów muru. Przykładowy widok zniszczenia modelu badawczego nr 3 w serii CXIII pokazano na rysunku 7.

4. Charakterystyczna wytrzymałość muru

W ramach każdej serii określono charakterystyczną wytrzymałość muru na ściskanie zgodnie z normą PN-EN 1052-1:2000 [11]. Norma zakłada, że wytrzymałość charakterystyczną muru f_k przyjmuje się jako wartość mniejszą z wytrzymałości średniej z serii f podzielonej przez 1,2 lub wartości minimalnej wytrzymałości w danej serii $f_{i,min}$:

$$f_k = \min \left\{ \frac{f}{1,2}, f_{i,min} \right\} \quad (1)$$

Uzyskane wartości charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie zamieszczono w tabeli 6 i pokazano dodatkowo na wykresie na rysunku 8.

5. Współczynnik K

Załącznik Krajowy normy PN-EN 1996-1-1: 2010 [5] charakterystyczną wytrzymałość na ściskanie muru ze spoinami cienkimi, wykonanego z elementów murowych silikatowych pozwala wyznaczać ze wzoru:

$$f_k = K f_b^{0,85} \quad (2)$$

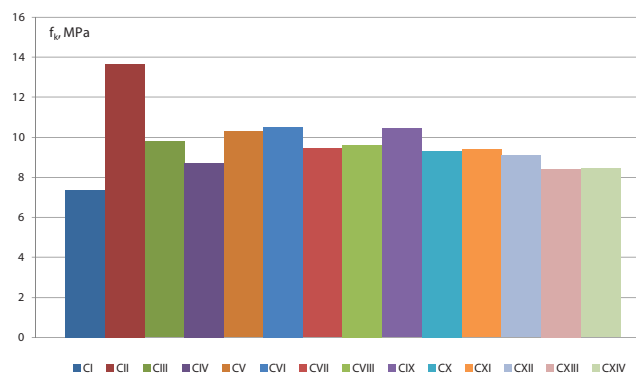
gdzie,

f_b – znormalizowana średnia wytrzymałość elementu murowego na ściskanie,
 K – współczynnik (wartość stała).

W Załączniku Krajowym do PN-EN 1996-1-1:2010 [5], w tablicy NA.5 zdefiniowano wartości współczynnika K

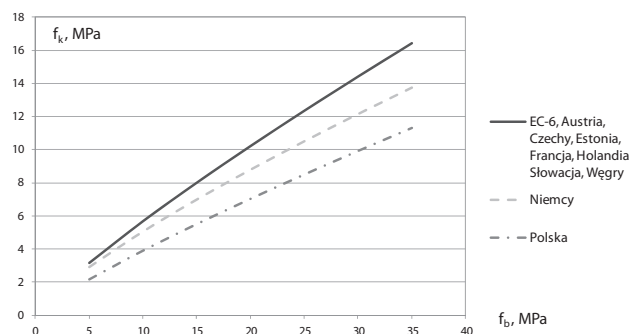
Tabela 6. Charakterystyczna wytrzymałość muru na ściskanie

Nr serii	f_k [N/mm ²]
CI	7,38
CII	13,68
CIII	9,80
CIV	8,71
CV	10,30
CVI	10,49
CVII	9,42
CVIII	9,63
CIX	10,45
CX	9,34
CXI	9,41
CXII	9,07
CXIII	8,40
CXIV	8,44



Rys. 8. Charakterystyczne wytrzymałości murów na ściskanie

w zależności od rodzaju elementów murowych oraz rodzaju zaprawy stosowanej do wznoszenia muru. Mury z elementów silikatowych grupy 1, wykonane na zaprawie do cienkich spoin mają współczynnik K równy 0,55. W Załącznikach Krajowych innych państw przyjęto różne wartości współczynnika K, a w niektórych krajach różnicowano nawet wielkość potęgi przy znormalizowanej średniej wytrzymałości elementu murowego na ściskanie. Porównanie wytrzymałości charakterystycznych wyznaczonych na podstawie Załączników Krajowych wybranych państw UE pokazano na rysunku 9.



Rys. 9. Charakterystyczne wytrzymałości murów na ściskanie wg Załączników Krajowych wybranych państw UE

Z wykresu wynika, że w Polsce charakterystyczna wytrzymałość murów z elementów silikatowych określania według PN-EN 1996-1-1:2010 [5] jest najniższa.

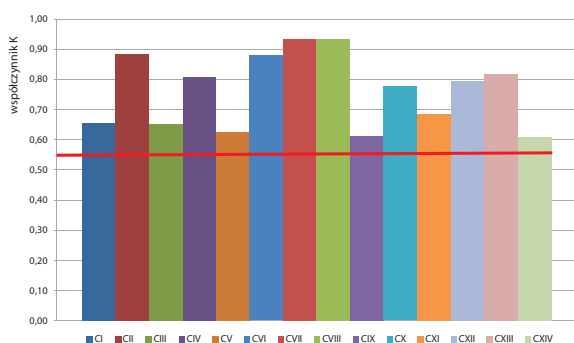
W badaniach elementów murowych uzyskano wartości znormalizowanej średniej wytrzymałości na ściskanie f_b , natomiast w badaniach elementów próbnych rzeczywiste wartości charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie murów f_k . Na tej podstawie wyznaczono współczynnik K stosując przekształcony wzór (2) do postaci:

$$K = \frac{f_k}{f_b^{0,85}} \quad (3)$$

Uzyskane z badań wartości współczynnika K podano tabeli 7 i pokazano dodatkowo na wykresie na rysunku 10, na którym czerwoną linią zaznaczono normową wartość współczynnika K .

Tablica 7. Wartości współczynnika K uzyskane z badań

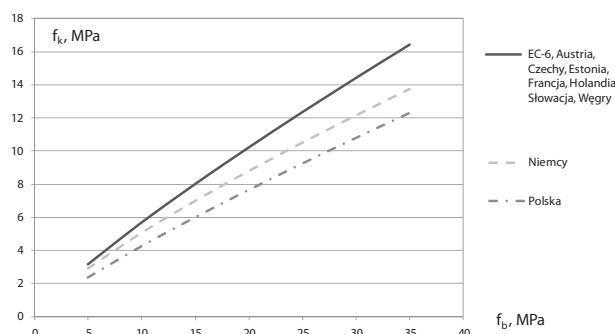
Nr serii	K
CI	0,65
CII	0,88
CIII	0,65
CIV	0,81
CV	0,62
CVI	0,88
CVII	0,93
CVIII	0,74
CIX	0,61
CX	0,78
CXI	0,69
CXII	0,79
CXIII	0,82
CXIV	0,61



Rys. 10. Wartości współczynnika K uzyskane z badań

Minimalna wartość współczynnika K wyniosła 0,61, maksymalna 0,93, a wartość średnia K z badań to 0,75. Wszystkie te wartości są większe od wartości podanej w tabelicy NA.5 Załącznika Krajowego do PN-EN 1996-1-1:2010 [5] ($K = 0,55$). Jak wykazano powyżej, charakterystyczna wytrzymałość murów z elementów si-

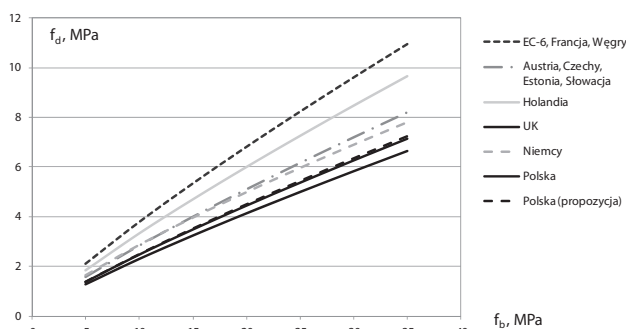
likatowych określania według polskiego Załącznika Krajowego do PN-EN 1996-1-1:2010 jest jedną z najniższych w UE. Dlatego proponuje się podnieść wartość współczynnika K przynajmniej do wartości $K = 0,6$, co jest wartością mniejszą od minimalnej uzyskanej z badań. Zwiększenie współczynnika K murów z elementów silikatowych (nawet do 0,7) postulowano już w raporcie [12]. W przypadku zwiększenia współczynnika K do wartości 0,6 uzyskane wartości charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie muru będą w dalszym ciągu jednymi z najniższych w UE (rys. 11). Na więcej nie pozwalają niestety wyniki badań.



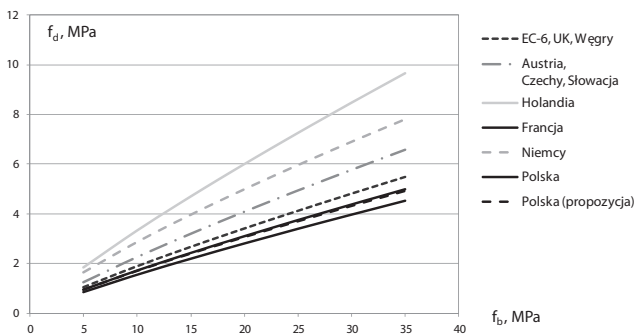
Rys. 11. Charakterystyczne wytrzymałości murów na ściskanie wg Załączników Krajowych wybranych państw UE

6. Wytrzymałość obliczeniowa

Przy projektowaniu i sprawdzaniu warunków ULS konstrukcji murowych istotna jest obliczeniowa wytrzymałość muru na ściskanie. Zależy ona od współczynnika bezpieczeństwa γ_M , przyjmowanego w Załącznikach Krajowych do PN-EN 1996-1-1:2010 [5] w zależności od kategorii elementów murowych, rodzaju zaprawy i klasy wykonania muru. Wartości γ_M w polskim Załączniku Krajowym mieszczą się w przedziale od 1,7 do 2,5. Na rysunkach 12 i 13 pokazano porównanie obliczeniowych wytrzymałości przy przyjęciu minimalnych i maksymalnych wartości γ_M dopuszczanych w Załącznikach Krajowych wybranych państw UE. Na rysunkach zana-



Rys. 12. Obliczeniowe wytrzymałości murów na ściskanie wg Załączników Krajowych wybranych państw UE przy przyjęciu najmniejszego współczynnika bezpieczeństwa γ_M



Rys. 13. Obliczeniowe wytrzymałości murów na ściskanie wg Załączników Krajowych wybranych państw UE przy przyjęciu największego współczynnika bezpieczeństwa γ_M

czono wartości wytrzymałości obliczone na podstawie obowiązującego polskiego Załącznika Krajowego oraz wytrzymałości określone z uwzględnieniem propozycji zmiany współczynnika K .

Z wykresów pokazanych na rysunkach 12 i 13 widać, że wytrzymałość obliczeniowa określona na podstawie Załącznika Krajowego jest, podobnie jak charakterystyczna, jedną z najniższych w UE. Po uwzględnieniu propozycji zmiany wartości K na 0,6, przy przyjęciu najmniejszego współczynnika bezpieczeństwa γ_M , krajowa wytrzymałość obliczeniowa jest zbliżona do przyjętej w Wielkiej Brytanii, natomiast przy przyjęciu największego współczynnika bezpieczeństwa γ_M – do wytrzymałości określonej we Francji.

7. Podsumowanie

W pracy wykazano, że wytrzymałości charakterystyczne i obliczeniowe murów z elementów silikatowych grupy I na cienkich spoinach określone według Załącznika Krajowego normy PN-EN 1996-1-1:2010 [5] są jednymi z najniższych w Europie. Przeprowadzone badania murów wykonanych z elementów murowych krajowych producentów wykazały, że wytrzymałość charakterystyczna uzyskana z badań jest wyższa od uzyskanej z obliczeń na podstawie zaleceń normowych. Podobne wyniki uzyskano już w badaniach wcześniejszych,

przebiegających w innych krajowych jednostkach badawczych [12]. Dlatego postuluje się o zwiększenie wartości K z 0,55 przynajmniej do wartości 0,6. Uzyskane wytrzymałości charakterystyczne i obliczeniowe będą w dalszym ciągu jednymi z najniższych w UE, lecz będą lepiej korespondować z wynikami badań.

Autorzy składają podziękowania wszystkim producentom elementów silikatowych, uczestniczącym w pracy NB-243/RB-2/2009 Kompleksowe badania murów z elementów silikatowych realizowanych w Katedrze Konstrukcji Budowlanych Politechniki Śląskiej w Gliwicach w latach 2009–2013. Szczególne wyrazy wdzięczności Autorzy wyrażają Panu Lechowi Misiewiczowi, bez zaangażowania którego nie byłoby możliwe wykonanie tak obszernych badań.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-B-03002:1999. Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie
- [2] ENV 1996-1-1:1994 Eurocode 6. Design of masonry structures. Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures
- [3] PN-B-03002:2007. Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie
- [4] EN 1996-1-1:2005 Eurocode 6. Design of masonry structures. Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures
- [5] PN-EN 1996-1-1:2010 Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych
- [6] Gajownik R., Sieczkowski J., Wytrzymałości muru według EC-6. Porównanie zaleceń krajowych wybranych państw członkowskich UE. XXVI Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 9-12 marca 2011, tom I, s. 359–78
- [7] PN-EN 772-1:2001/Ap1:2002 Metody badań elementów murowych. Część 1: Określenie wytrzymałości na ściskanie
- [8] PN-EN 771-2:2006 Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 2: Elementy murowe silikatowe
- [9] PN-EN 998-2:2004/Ap1:2008 Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 2: Zaprawa murarska
- [10] PN-EN 1015-11:2001 Metody badań zapraw do murów. Część 11: Określenie wytrzymałości na zginanie i ściskanie stwardniałej zaprawy
- [11] PN-EN 1052-1:2000 Metody badań murów. Określenie wytrzymałości na ściskanie
- [12] Jarmontowicz R., Analiza wyników badań wytrzymałościowych konstrukcji murowych z elementów ceramicznych i silikatowych. Związek Pracodawców Ceramiki Budowlanej i Silikatów. Przekazane na prawach rękopisu

www.przegladbudowlany.pl/archiwum



Archiwum od ręki
 archiwalne spisy treści
 na stronach www