

Metody pomiaru konsystencji zapraw murarskich

Dr inż. Roman Jarmontowicz

Wprowadzenie

Oznaczanie konsystencji zapraw murarskich można wykonywać dwiema metodami:

- metodą stożka, według normy PN-B-04500 [1], stosowaną przed wprowadzeniem normy PN-EN 998-2 [2],
- metodą penetrometru, według normy PN-EN 1015-4 [3].

W praktyce budowlanej nieraz mogą wystąpić sytuacje, w których niezbędna staje się znajomość wzajemnych relacji wyników badania konsystencji zapraw murarskich metodą stożka i penetrometru. W celu ustalenia tych relacji wykonano badania konsystencji zapraw murarskich obydwoma metodami. Wyniki badań przedstawiono w publikacji [4], w której wkrały się dwie usterki: konsystencja oznaczana metodą stożka powinna być podana w centymetrach, zamiast w milimetrach oraz jedna ze średnich wartości konsystencji oznaczonej metodą penetrometru została wyliczona z błędem. Usterki te wpłynęły na niezbyt precyzyjne ustalenie zależności między wynikami pomiarów konsystencji obydwoma metodami. Praktyczne błędy wynikające z tego tytułu są niewielkie, jednak wpłynęły na potrzebę opracowania niniejszego artykułu, w którym usunięto wyżej wymienione usterki.

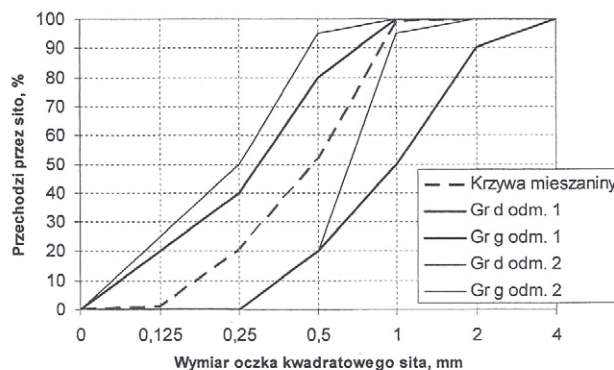
Badania

Badaniami objęto następujące rodzaje zapraw murarskich:

- cementowa 1:3,
- cementowo-wapienna 1:1:6,
- wapienna 1:2.

Tabela 1. Wyniki pomiaru konsystencji zapraw

Rodzaj zaprawy	Udział składników % masy	Konsystencja wg PN-85/B-04500 [cm]	Ilość wody w stosunku do masy suchych składników, %	Konsystencja wg PN-EN 1015-4:2000
Cementowa 1:3	cement 21,7% piasek 78,3%	5	12,5	12
		7	13,0	15
		10	15,0	45
Cementowo-wapienna 1:1:6	cement 11,6% wapno 4,7% piasek 83,7%	5	13,8	12
		7	14,8	20
		10	17,0	40
Wapienna 1:2	wapno 14,3% piasek 85,7%	5	18,0	12
		7	20,3	30
		10	22,5	45



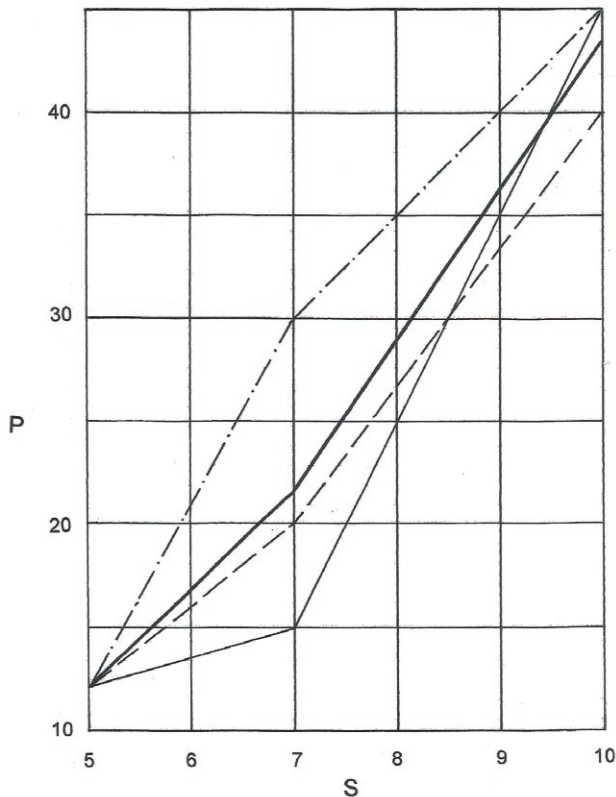
Rys. 1. Krzywe uziarnienia piasku kwarcowego użytego do przygotowania zapraw

Założono, że konsystencja zapraw oznaczana według normy PN-B-04500 [1], metodą stożka, dla każdej zaprawy będzie wynosić 5 cm, 7 cm i 10 cm.

Do przygotowania zapraw zastosowano piasek kwarcowy jako kompozycję dwóch frakcjonowanych piasków w postaci wysuszonej. Krzywe uziarnienia piasków podano na rysunku 1.

Składniki zapraw mieszano z wodą w mieszarce laboratoryjnej zgodnej z normą PN-EN 196-1, przy obrotach 145 obr./min. Czas mieszania wynosił 180 sekund. Badania konsystencji rozpoczynano po 5 minutach od zakończenia mieszania składników. Po tym czasie zaprawy poddawano dodatkowemu ręcznemu mieszanemu przez około 15 sekund i poddano pomiarom konsystencji. Wyniki badań konsystencji zapraw obydwoma metodami, jako średnie z dwóch oznaczeń, zestawiono w tabeli 1.

$$P = aS + b$$



Rys. 2. Zależność konsystencji mierzonych penetrometrem i stożkiem (opis w tekście)

Tabela 2. Zestawienie wartości konsystencji

Konsystencja wg stożka [cm]	Konsystencja wg penetrometru odczytana z wykresu [mm]	Konsystencja wg penetrometru obliczona ze wzoru [mm]	
		dokładnie	po uproszczeniu
5	12	11,98	12
6	17	16,81	16,8
7	21,6	21,64/21,65	21,6/21,4
8	29	28,87	28,6
9	36,2	36,09	35,8
10	43,4	43,31	43

Na rysunku 2 naniesiono wyniki pomiarów konsystencji podane w tabeli 1, przyjmując wartości konsystencji mierzonych penetrometrem jako funkcję konsystencji mierzonych stożkiem. Cienka linia ciągła odnosi się do zaprawy cementowej, linia przerywana – do zaprawy cementowo-wapiennej, a linia kreska-kropka – do zaprawy wapiennej. Linia ciągłą grubą podano zależność dla wartości średnich wszystkich rodzajów zapraw.

Korzystając z wykresu podanego na rysunku 2 (linia ciągła gruba) można, mając wartość konsystencji zaprawy murarskiej oznaczonej metodą stożka, określić wartość konsystencji tej zaprawy oznaczonej metodą penetrometru. Można także określić wartość konsystencji zaprawy oznaczonej metodą stożka na podstawie wartości konsystencji oznaczonej metodą penetrometru. Zależności te można ująć wzorem:

w którym:

P – konsystencja zaprawy mierzona penetrometrem,
S – konsystencja zaprawy mierzona stożkiem,
a i b – współczynniki określone empirycznie.

Współczynniki a i b przybierają następujące wartości:

- przy $5 \leq S \leq 7$ $a = 4,83$ $b = - 12,17$
- przy $7 \leq S \leq 10$ $a = 7,22$ $b = - 28,89$

Dla celów praktycznych wartości współczynników a i b zaokrąglono w następujący sposób:

- przy $5 \leq S \leq 7$ $a = 4,8$ $b = - 12$
- przy $7 \leq S \leq 10$ $a = 7,2$ $b = - 30$

W tabeli 2 podano zestawienie wartości konsystencji zaprawy mierzonej penetrometrem, w zależności od konsystencji mierzonych stożkiem, odczytane z wykresu na rysunku 2 i wyliczone z podanego wyżej wzoru, po zaokrągleniu współczynników a i b.

Porównując wartości konsystencji według wzoru dokładnego i po zaokrągleniu współczynników a i b można stwierdzić, że wzór uproszczony może być praktycznie stosowany, ponieważ maksymalne różnice wynoszą około 1%.

Dodatkowo stwierdza się, że różnice między sposobami ustalania zależności mierzonych penetrometrem (według wykresu lub wzoru) są znikomo małe. Obydwa sposoby mogą być praktycznie stosowane.

Wnioski

Na podstawie wykonanych badań porównawczych konsystencji wyżej opisanych zapraw murarskich wprowadzono do normy PN-B-10104 [5] metodę pomiaru konsystencji zapraw murarskich przygotowywanych na budowie według penetrometru, zgodnie z aktualną normą PN-EN 1015-4 [3].

Opisane badania należy traktować jako wstępne. W czasie stosowania znowelizowanej normy PN-B-10104 [5] warto konsystencję zapraw murarskich oznaczać obydwoma opisanymi metodami. Po pewnym czasie stosowania znowelizowanej normy celowe byłoby przeprowadzenie analizy zgromadzonych wyników badań i ewentualne przyjęcie skorygowanych wartości konsystencji.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-B-04500 Zaprawy budowlane. Badanie cech fizycznych i wytrzymałościowych
- [2] PN-EN 998-2 Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 2: Zaprawa murarska
- [3] PN-EN 1015-4 Metody badań zapraw do murów. Część 4: Określanie konsystencji świeżej zaprawy (za pomocą penetrometru)
- [4] Jarmontowicz R., Oznaczanie konsystencji zapraw murarskich wytwarzanych na budowie. Materiały Budowlane nr 4/2012
- [5] PN-B-10104 Wymagania dotyczące zapraw murarskich ogólnego przeznaczenia. Zaprawy o określonym składzie materiałowym, wytwarzane na miejscu budowy