

Przewodnik po zaprawach

Nie ma zapraw uniwersalnych. Właściwości zaprawy cementowej są różne od analogicznych właściwości zaprawy wapiennej. W obrębie rodziny zapraw cementowo-wapiennych również występują istotne różnice. Zła selekcja zapraw może doprowadzić do nieodwracalnych uszkodzeń muru.

Zwykle przy projektowaniu konstrukcji murowych dużą wagę przykładają do wyboru materiałów ściennych, lecz niewielką do zapraw. W normie murowej PN-B-03002, jak również w normie dotyczącej zapraw murarskich PN-EN 998-2 nie znajdziemy odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób dobierać zaprawy do elementów murowych. Jak się zatem bezpiecznie poruszać w świecie zapraw, aby nie popełnić błędu przy ich wyborze? Wbrew pozorom nie jest to trudne. Wystarczy wiedzieć, jak podstawowe składniki wiążące (cement oraz wapno) wpływają na właściwości zaprawy oraz zwracać uwagę na właściwości fizykochemiczne zarówno materiałów ściennych jak i zapraw.

Wytrzymałość czy przyczepność?

Podstawą selekcji zapraw w Europie jest wytrzymałość. Natomiast w amerykańskiej normie ASTM C-270 za najważniejszy parametr zaprawy w stanie utwardzonym uznano przyczepność do podłoża. Co zatem jest ważniejsze: wytrzymałość na ściskanie czy przyczepność zaprawy do podłoża? Obecnie bardzo często możemy zobaczyć kilkuletnie mury, które zostały poważnie uszkodzone w wyniku utraty przyczepności zaprawy do cegły. Jest to spowodowane w głównej mierze poprawianiem urabialności zapraw cementowych domieszkami napowietrzającymi, tzw. plastyfikatorami. A zatem zastosowanie wytrzymałej, mrozo odpornej zaprawy, która jednocześnie jest nieprzyczepna do podłoża, nie gwarantuje trwałości konstrukcji murowej (fotografia 1). Przy wyborze zaprawy należy więc przede wszystkim zwracać uwagę na jej przyczepność, która jest jednym z najtrudniej mierzalnych parametrów. Na ocenę przyczepności zaprawy do cegły mają wpływ:



Fot. 1. Stosowanie mocnych, lecz słabo przyczepnych zapraw cementowych z plastyfikatorem grozi poważnym uszkodzeniem muru

- zasięg – im większa powierzchnia styku cegła – zaprawa, tym lepiej;
- trwałość – czas, w którym będzie istniało optymalne połączenie zaprawy z cegłą;
- siła – obecnie ocenia się ją na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ścinanie spoiny.

To, w jaki sposób zaprawa połączy się z cegłą, zależy od bardzo wielu czynników, m.in. związanych z zaprawą, rodzajem podłoża oraz z jakością pracy murarza.

Wybór ze względu na urabialność. W celu osiągnięcia optymalnej przyczepności zaprawy do podłoża wymagane jest **stosowanie zapraw o odpowiedniej urabialności**. Przyjmuje się, że urabialna zaprawa to taka, która łatwo wyciska się ze szczelin pionowych i poziomych, jakie tworzą się podczas murowania, a ponadto nie ma tendencji do rozmazywania się, a część zaprawy wyciśnięta poza obrys muru nie odrywa się i nie spada na podłoże. Zaprawa o dobrej urabialności łatwo utrzymuje kładzione na niej cegły i ułatwia ich pozycjonowanie. **Urabialność zaprawy reguluje się zawartością wapna oraz wody.** Im więcej wapna w zaprawie, tym bardziej staje się ona urabialna. Końcową konsystencję zaprawy reguluje się ilością wody. **Wapno nadaje zaprawie nie tylko urabialność, ale również szczelnie wypełnia nierówności podłoża.** Zwiększa się przy tym powierzchnia kontaktu cegła/zaprawa. Szczelne wypełnianie nierówności podłoża przez wapno (ma

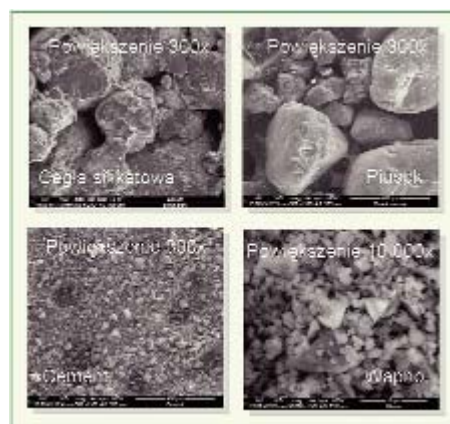


Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego

tel. 012/626-18-76; fax 012/626-28-87

e-mail: info@wapno-info.pl; www.wapno-info.pl

ono kilkakrotnie mniejsze cząstki niż cement – fotografia 2) obniża nasiąkliwość murów wodą. Podnosi to ich trwałość. Ponadto mury na zaprawach zawierających wapno stają się bardziej sprężyste. Zapobiega to ich pękaniu pod obciążeniem lub wskutek odkształceń, jakie są rezultatem zmian temperatury i wilgoci.



Fot. 2. Porównanie wielkości porów w cegle silikatowej z wielkością cząstek cementu, wapna i piasku

Wybór zaprawy ze względu na wytrzymałość

Wytrzymałość charakterystyczna muru w zdecydowanie większym stopniu zależy od klasy wytrzymałości elementu murowego niż zaprawy, dlatego też zaprawa powinna być jedynie na tyle wytrzymała, aby spełniony był warunek nieprzekroczenia stanów granicznych nośności muru. Powinna być również na tyle słaba, aby charakteryzowała się niskim modułem Younga (tabela 1). Ma

Tabela 1. Moduł Younga zapraw cementowo-wapiennych

Udział wagowy wapna w spoiwie. Proporcja materiałów wiążących do piasku 1:3	Moduł Younga [GPa]
0%	37,5
20%	35,0
40%	23,0
60%	17,5
80%	11,0
100%	8,0

to zagwarantować odpowiednią sprężystość konstrukcji murewej i chronić ją przed kruchym pękaniem. Ponadto słabe zaprawy lepiej reagują na zmiany liniowe muru powodowane przez zmieniającą się temperaturę oraz wilgotność w otoczeniu muru. Wymagane jest również, aby wytrzymałość zaprawy nie była większa niż wytrzymałość elementu murewego.

Wybór zaprawy ze względu na spoiwo

Zarówno wapno jak i cement powstają w wyniku wypalania skał wapiennych w odpowiednio do tego przystosowanych piecach.

Wapno jest materiałem wiążącym, powietrznym. W procesie wiązania zaprawy wapiennej istotną rolę odgrywa dwutlenek węgla zawarty w atmosferze. Łącząc się z wodorotlenkiem wapnia obecnym w zaprawie wapiennej, tworzy węglan wapnia. Woda nie jest wymagana do wiązania wapna, lecz służy tylko do poprawy urabialności zaprawy wapiennej. Po wykonaniu muru woda zawarta w zaprawie stopniowo z niej odparowuje. Rezultatem jest utworzenie porowatej struktury zaprawy wapiennej, dzięki czemu jest ona bardziej przepuszczalna dla wody i gazów niż zaprawa cementowa. Zaprawę wapienną różni od cementowej również to, że jest ona bardziej sprężysta (odkształcalna – porównaj moduły Younga zapraw), co pozytywnie wpływa na kondycję murów. Ponadto zaletą zapraw z dużą ilością wapna jest fakt, że charakteryzują się współczynnikiem rozszerzalności termicznej porównywalnym z analogicznym współczynnikiem cegły silikatowej, ceramicznej i betonu komórkowego (tabela 2).

Cement jest materiałem wiążącym hydraulicznie, a więc takim, który do wiązania potrzebuje wody. Produkty hydratacji cementu są odpowiedzialne za utworzenie wytrzymałej, sztywnej, szczelnej struktury zaprawy. Zaprawa cementowa jest słabo przepuszczalna dla wody oraz gazów. Im więcej cementu w zaprawie, tym szybsze wiązanie zaprawy. Zaprawy cementowe charakteryzują się dużą rozszerzalnością termiczną, porównywalną z betonem, co należy uznać za ich wadę. Inną wadą jest ich duża kruchość, czyli pęknięcie, praktycznie bez wcześniej-

Tabela 2. Porównanie współczynników rozszerzalności termicznej różnych materiałów budowlanych

Tworzywo	Współczynnik rozszerzalności termicznej α_t (10^{-6} mm/mm °C)
Cegła ceramiczna	6,0
Cegła silikatowa	9,0
Beton komórkowy	8,0
Zaprawa cementowo-wapienna	7,3 – 13,5
Beton	10,0 – 14,5
Granit	7,9
Aluminium	23,1
Stal	11,7
Stal nierdzewna	17,8

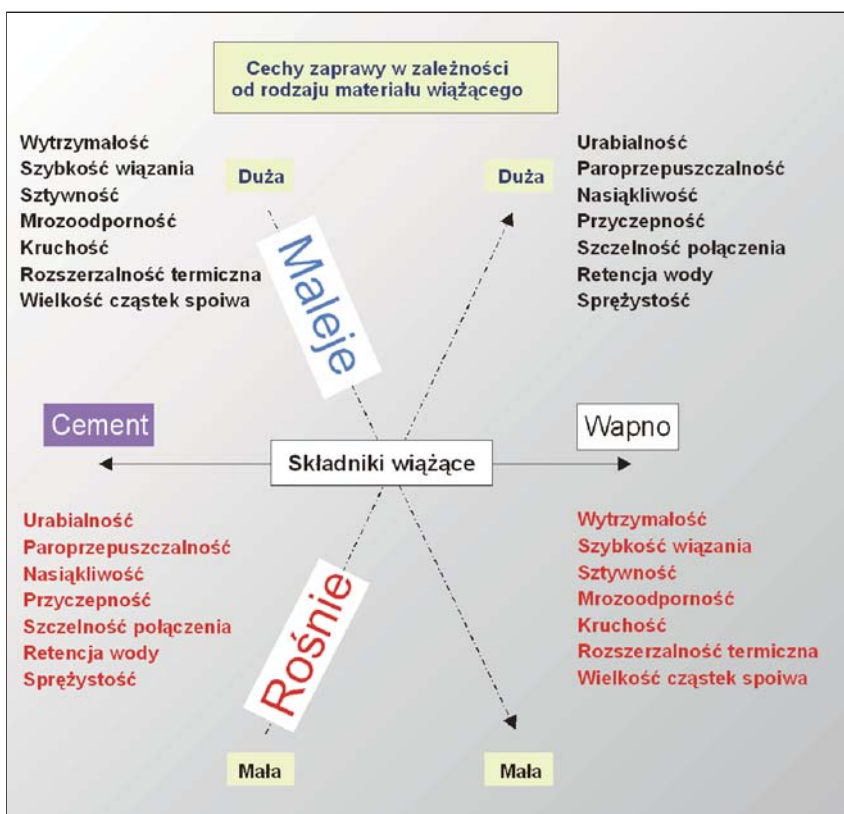
szego odkształcenia. Powoduje to, że zaprawy cementowe słabo kompensują naprężenia pojawiające się w murze. Na rysunku zestawiono główne cechy zaprawy cementowej oraz wapiennej. Dla uproszczenia przy opisie danego parametru zastosowano metodę zerojedynkową, w tym przypadku „Duża”, „Mała”.

A zatem na pytanie: jakie spoiwo, cementowe czy wapienne? – należy odpowiedzieć: najlepiej cementowo-wapienne lub wapienno-cementowe (obie zaprawy nie są równoważne).

Mieszając ze sobą w różnych proporcjach cement z wapnem i piaskiem, otrzymujemy całą gamę zapraw istotnie różniących się parametrami (tabela 3). Jeśli w zaprawie zwiększamy udział cementu, staje się m.in. bardziej wytrzymała, mniej nasiąkliwa, szybciej wiąże. Jednocześnie cement usztywnia strukturę zaprawy, przez co jest ona mało odkształcalna i bardziej podatna na pęknięcie. Jeśli z kolei zwiększa się udział wapna, zaprawa staje się bardziej sprężysta, przepuszczalna, wydłuża się czas wiązania i zmniejsza jej rozszerzalność termiczną. Ta zmienna natura zapraw cementowo-wapiennych pozwala dokładnie dopasować

Tabela 3. Proporcje objętościowe zapraw murarskich wykonywanych w miejscu budowy

Cement	Wapno	Piasek	Orientacyjna średnia minimalna wytrzymałość na ściskanie zaprawy w [MPa]
1	¼	nie mniej niż 2 ¼ i nie więcej niż 3 sumy objętości cementu i wapna	17,2
1	¼ – ½		12,4
1	½ – 1¼		5,2
1	1¼ – 2½		2,4



odpowiedni typ zaprawy do większości obecnie produkowanych i stosowanych materiałów ściennych, jak również uwzględnić to, gdzie zlokalizowana jest dana ściana budynku i jaką pełni ona funkcję. Jedynie w nielicznych przypadkach można stosować czyste zaprawy cementowe, np. przy murowaniu bardzo wytrzymałych, mało nasiąkliwych kamieni (np. granit). Stosowanie zapraw czysto wapiennych powinno być z kolei ograniczone jedynie do tych szczególnych przypadków, kiedy murowane są bardzo miękkie, porowate kamienie lub w przypadku, gdy środowisko, w którym ma stanąć mur, jest silnie obciążone solami.

Wybór zaprawy ze względu na lokalizację i charakter przenoszonych obciążeń przez ścianę przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wybór zaprawy cementowo-wapiennej w zależności od lokalizacji konstrukcji murowej

Lokalizacja	Element konstrukcji murowej	Klasa zaprawy *)	
		Zalecana	Alternatywna
Zewnętrzna, ponad poziomem gruntu	ściana nośna ściana nieprzejmująca obciążenia murek ogniowy (attyka)	M5 M2 M5	M10 lub M20 M5 lub M10 M10
Zewnętrzna, na poziomie lub poniżej gruntu	ściany fundamentowe, ściany oporowe, otwory wążowe, kanały ściekowe, nawierzchnia brukowa, chodniki i dziedzińce	M10	M20 lub M5
Wewnętrzna	ściana nośna nienośne ścianki działowe	M5 M2	M10 lub M20 M5

*) Klasa zaprawy – liczba po literze M wskazuje na wytrzymałość zaprawy na ściskanie wyrażoną w megapaskalach

Wybór zaprawy ze względu na nasiąkliwość cegły

Przy wyborze zaprawy powinna być brana pod uwagę również nasiąkliwość cegły (tabela 5). W przypadku gdy zaprawa położona jest na nasiąkliwym podłożu, zaczyna szybko tracić wodę, co powoduje spadek jej urabialności. Zaprawa staje się sztywna i twarda, a po położeniu na niej kolejnego elementu murowego trudno utworzyć dobrej jakości połączenie murarskie. Aby temu przeciwdziałać, należy zwiększyć w zaprawie udział wapna, co zwiększa jej zdolność do zatrzymywania wody. W skrajnych przypadkach bardzo nasiąkliwe elementy murowe należy dodatkowo moczyć na 24 h przed murowaniem.

Tabela 5. Proporcje składników wiążących zaprawy w zależności od nasiąkliwości podłoża (cegły)

Nasiąkliwość cegły	Proporcje składników wiążących (cement:wapno)
Do 0,5 kg/m ² /min	1:1/4 – 1/2 (1:1/2 – 1/4)
0,5 – 1,5 kg/m ² /min	1:1/4 – 1/2 lub 1:1/2 – 1/4
Powyżej 1,5 kg/m ² /min, suche w trakcie murowania	1:1/2 – 1/4 (1:1/4 – 1/2)
Powyżej 1,5 kg/m ² /min, wstępnie namoczone przed murowaniem	1:1/2 – 1/4 (1:1/4 – 1/2)

W Stanach Zjednoczonych nasiąkliwość cegły oceniana jest wg normy ASTM C67. W warunkach budowy można na podstawie prostego testu ocenić, czy cegła wymaga moczenia przed murowaniem. Na powierzchni

znalazło się stwierdzenie, że środki te nie powinny być stosowane, dopóki nie zostaną wyspecyfikowane przez projektanta. Stosowanie napowietrzaczy należy ograniczać do szczególnych przypadków. Zalecenie to bierze się stąd, iż wprowadzenie powietrza do zaprawy zwiększa co prawda jej urabialność i mrozoodporność, ale jednocześnie może być zabójcze dla przyczepności zaprawy do podłoża. Jeśli przyjąć za polską normą, że dokładność dozowania domieszki powinna wynosić ± 5%, to tak dokładne dozowanie nie jest zapewnione na prawie żadnej polskiej budowie. Jeśli przyjąć za jednym z producentów domieszek, że na 50 kg cementu należy dodać 16 g plastyfikatora, to dokładność dozowania wynosi w tym przypadku ± 0,8 g. Można więc śmiało przypuszczać, że na budowach nagminną rzeczą jest przedozowywanie plastyfikatorów. Na skutki takiego postępowania nie trzeba długo czekać. Tam, gdzie przy murowaniu ewidentnie w zaprawie przedozowano ilość plastyfikatora, w ciągu kilku lat doszło do odspojenia się zaprawy od cegły. Otworzyło to ścieżkę wodzie opadowej. Wynikiem tego jest szybka degradacja muru. Dlatego, tak jak dawniej, należy stosować zaprawy cementowo-wapienne, które przez dziesięciolecia potwierdziły swoją przydatność. Są one bardzo przyczepne do podłoża, tworząc szczelne połączenie z cegłą, a ponadto wystarczająco mrozoodporne i trwałe, aby zapewnić niezawodność funkcjonowania budynków.

Podsumowanie

Nie ma zapraw uniwersalnych. Jeszcze 10 – 15 lat temu na budowach stosowano jedynie proste kompozycje cementowo-wapienne. Obserwując stawiane wówczas budynki, można stwierdzić, że zaprawy te do dziś spisują się bardzo dobrze. Nie ma porysowanych ścian, zaprawy nie odspajają się od cegły. Nie ma więc tego wszystkiego, z czym obecnie spotykamy się na co dzień, ponieważ zapomnieliśmy, że zaprawa jest integralną częścią muru, a **od jej jakości i rodzaju składników zależy trwałość konstrukcji murowej.**

mgr inż. Sławomir Gąsiorowski
Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego