

dr inż. Iwona Galman^{1)*}

ORCID: 0000-0002-0196-6478

prof. dr hab. inż. Radosław Jasiński¹⁾

ORCID: 0000-0003-4015-4971

Nowatorskie ułożenie siatki jako łącznika ścian niekonstrukcyjnych

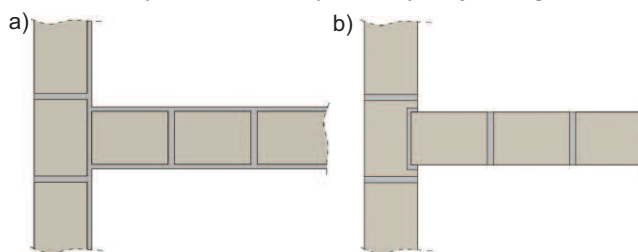
Połączenia ścian murowanych są nadal słabo poznana i niedoceniana dziedzina – zarówno w odniesieniu do ścian konstrukcyjnych, jak i nienośnych. Istniejące metody łączenia, takie jak stosowanie komercyjnych łączników [1] czy zbrojenia wypuszczonego z jednej ściany na drugą nie zawsze spełniają oczekiwania dotyczące nośności, użyteczności i trwałości, szczególnie w sytuacji braku kompleksowych danych eksperymentalnych i ujednoliconych procedur badawczych. W artykule zaproponowano nową, prostą i ekonomiczną metodę łączenia ścian nienośnych za pomocą przestrzennie ułożonej siatki zbrojeniowej, która zwiększa nośność i ogranicza przemieszczenie mechaniczne połączenia ścian. Rozwiązanie to ma za zadanie nie tylko korzystnie wpłynąć na warunki ULS i SLS, ale także zapewnić łatwość wykonania i montażu bez nadmiernego wzrostu kosztów.

Wymagania normowe dotyczące łączenia ścian niekonstrukcyjnych

Zgodnie z postanowieniami normy Eurokod 6 [2], ściany murowane ustawione pod kątem prostym lub ukośnym muszą być połączone w sposób zapewniający skuteczne przenoszenie zarówno obciążeń pionowych (np. ciężaru własnego i obciążeń użytkowych), jak i sił poziomych wynikających z działania wiatru, parcia gruntu lub oddziaływań sejsmicznych. Wymaganie to wynika z konieczności zapewnienia ciągłości i integralności konstrukcyjnej budynku oraz zachowania jego odpowiedniej sztywności przestrzennej. W praktyce inżynierskiej stosuje się wiele rozwiązań technicznych umożliwiających realizację tego założenia. Do najczęściej wykorzystywanych metod zalicza się **klasyczne wiązanie murarskie**, w którym elementy dwóch ścian są przewiązane na etapie wznoszenia muru (osadzonego w fazie produkcji), a także **stosowanie łączników stalowych** (najczęściej w formie kotew lub prętów), bądź **zbrojenia przestrzennego za-topionego i odpowiednio zakotwionego** w obu łączonych ścianach. Rozwiązania te umożliwiają transfer sił między elementami konstrukcyjnymi oraz ograniczają możliwość wystąpienia przemieszczeń względnych na styku ścian.

W przypadku ścian nienośnych, pełniących przede wszystkim funkcję przegrody architektonicznej i nieuczestniczących w przenoszeniu istotnych obciążeń konstrukcyjnych (poza ciężarem własnym), dopuszcza się stosowanie rozwiązań uproszczonych. Ze względu na fakt, że ich ewentualny demontaż nie wpływa w sposób istotny na stan graniczny nośności całego układu konstrukcyjnego, możliwe jest zastosowanie alternatywnych metod łączenia. Oprócz wspomnianych technik kla-

sycznych, w praktyce stosowane są również **połączenia przez tynk** (rysunek 1a), w których materiał wypełniający pełni rolę elementu wiążącego, lub **połączenia kształtowe**, takie jak tzw. jaskółczy ogon (rysunek 1b), polegające na wykonaniu odpowiednio ukształtowanej bruzdy w przylegającej ścianie, umożliwiającej zakotwienie ściany prostopadłej. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że połączenia wykonywane na styk, bez udziału przewiązania elementów konstrukcyjnych lub mechanicznych łączników, nie zapewniają żadnej efektywnej podpory w płaszczyźnie pionowej. Ich funkcja ogranicza się jedynie do przeciwdziałania przesunięciom poziomym. Ograniczone jest więc zastosowanie w kontekście przenoszenia obciążeń konstrukcyjnych. Z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego, norma [2] jednoznacznie rekomenduje stosowanie metalowych łączników przy pionowym połączeniu ścian nienośnych ze ścianami nośnymi. Zastosowanie tego typu rozwiązań zwiększa stabilność całej przegrody w warunkach pożaru, zapobiega jej przedwczesnemu zniszczeniu i tym samym wspiera realizację nadrzędnego celu, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa użytkowników budynku w sytuacjach zagrożenia.



Rys. 1. Połączenie ścian niekonstrukcyjnych: a) za pomocą tynku; b) na jaskółczy ogon

Geneza poszukiwań nowego rozwiązania połączenia

W obecnie dostępnych rozwiązaniach łączenia ścian wyraźnie brakuje metod łączenia ścian niekonstrukcyjnych, które mogłyby gwarantować podparcie ściany w płaszczyźnie, a jednocześnie charakteryzować się łatwością montażu i relatywnie niewielką ceną. Badania połączeń ścian z zastosowaniem najpopularniejszych na rynku łączników, opublikowane m.in. w [3, 4], nie potwierdziły tezy, że łączniki mogą skutecznie zastąpić klasyczne wiązanie murarskie. W przypadku połączenia realizowanego za pośrednictwem łączników stalowych stwierdzono mniejszą do 35% nośność w porównaniu z klasycznym wiązaniem murarskim. Ponadto łączniki, na skutek deformacji, wbiły się w element murowy, powodując lokalne rozkruszenie (wtórne uszkodzenie). Zastosowanie siatki poziomej w spoinie wspornej w ścinanym połączeniu pozwoliło na przejście tylko ok. 20% obciążenia w porównaniu z murem z klasycznym wią-

¹⁾ Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa

^{*}) Adres do korespondencji: iwona.galman@polsl.pl

zaniem. Nośność została jednak wyczerpana ze względu na brak możliwości pracy ciągnowej połączenia. Z tego powodu postanowiono skorygować kształt ułożenia siatki i zaproponować takie połączenie, które zapewni ograniczenie swobody przemieszczeń poziomych oraz uzyskanie podparcia pionowego ścian nienośnych, jednocześnie zachowując prostotę konstrukcji i jej łatwość montażu, a dodatkowo wykorzystać pracę ciągnową połączenia i dzięki temu zwiększyć jego nośność.

Propozycja nowego połączenia

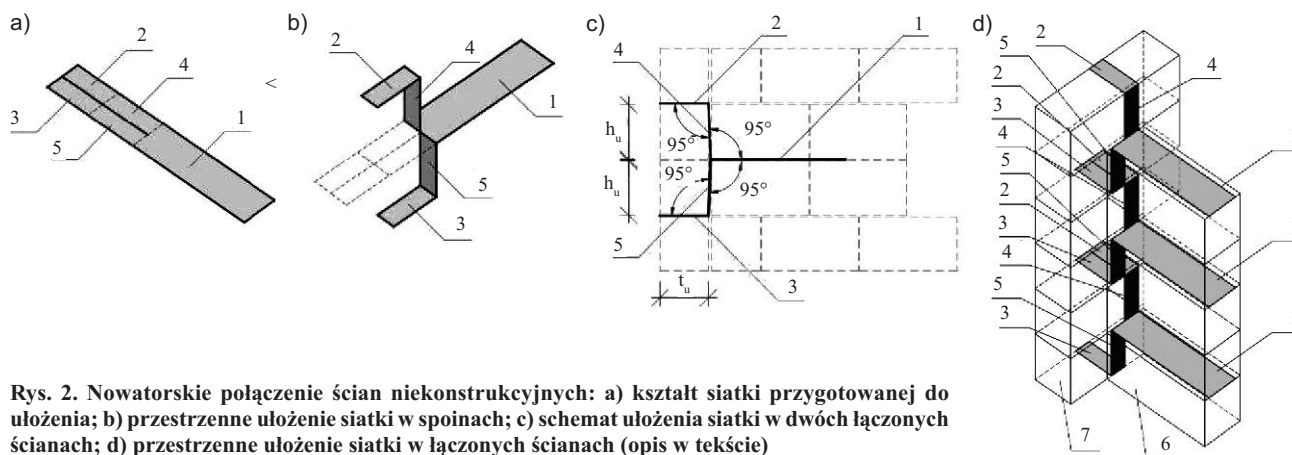
Zaproponowane połączenie (rysunek 2) wykonane jest z siatki zbrojeniowej do zbrojenia spoin wspornych muru, w którym przy odkształceniach względnych wynoszących $>1\%$ osiągana jest umowna lub wyraźna granica plastyczności włókien siatki. Siatka ułożona jest przestrzennie w spoinach wspornych oraz w połączeniu. Płat siatki do zbrojenia spoiny wspornej (1) w ścianie łączącej (6) ułożony jest na całej powierzchni spoiny wspornej. Następnie siatka jest przecięta wzdłuż swojej osi podłużnej w płaszczyźnie połączenia ścian. Poziomy płat zakotwienia górnego oraz pionowy płat górny (2, 4) zawinięte są do

spalania ścian niekonstrukcyjnych jest ułożona przestrzenie w trzech spoinach wspornych muru oraz w pionowej spoinie połączenia (rysunek 2).

Podsumowanie

W artykule zaprezentowano nowatorską metodę łączenia ścian murowanych, zgłoszoną we wniosku patentowym [5]. Przestrzenna geometria zbrojenia prowadzi przede wszystkim do zwiększenia nośności oraz ciągliwości połączenia w porównaniu z tradycyjnym układem siatki poziomej, umieszczonej w spoinach wspornych obu ścian. Rozwiązanie to pozwala również na eliminację kruchego charakteru zniszczenia, występującego w przypadku klasycznego wiązania murarskiego.

Proponowana metoda stanowi atrakcyjną i efektywną alternatywę w stosunku do konwencjonalnych technik łączenia murów zarówno w nowych, jak i podczas modernizacji istniejących obiektów. Zastosowana koncepcja umożliwia efektywne połączenie ścian nawet w sytuacji, gdy spoiny wsporne nie znajdują się w jednej płaszczyźnie, co istotnie zwiększa elastyczność projektowania i wykonawstwa.



Rys. 2. Nowatorskie połączenie ścian niekonstrukcyjnych: a) kształt siatki przygotowanej do ułożenia; b) przestrzenne ułożenie siatki w spoinach; c) schemat ułożenia siatki w dwóch łączących ścianach; d) przestrzenne ułożenie siatki w łączonych ścianach (opis w tekście)

spoiny wspornej warstwy powyżej, a poziomy płat zakotwienia dolnego i pionowy płat dolny (3, 5) do warstwy poniżej ściany dołączanej (7). Pionowe części łącznika (4, 5), przechodzące przez pionową spoinę połączenia, muszą być wstępnie naprężone i zalecane jest, aby były odchylone pod kątem 95° względem płaszczyzny spoiny wspornej. Długość części poziomych łącznika (1, 2, 3) musi wynosić co najmniej 38 cm. W przeciwnym razie konieczne jest kotwienie mechaniczne siatki do elementu drobnowymiarowego. Poziome fragmenty łącznika muszą być osadzone w zaprawie z zapewnieniem otuliny górnej i dolnej wynoszącej co najmniej 1 mm (spoiny cienkowarstwowe) i 5 mm (spoiny zwykłej grubości) z tolerancją $\pm 0,5$ mm. Taką metodą łączenia ścian nadaje się zarówno do zespalania ścian z elementów murowych grupy 1, 2, 4 ze spoinami zwykłej grubości, jak i spoinami cienkowarstwowymi. Siatka do ze-

Literatura

- [1] Karta produktu – łącznik P30 ocynk. Wersja 2022.02.04. Nova Spółka z o.o.
- [2] PN-EN 1996-1-1+A1:2013-05P, Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych, Część 1-1: Reguły ogólne dla niezbrojonych i zbrojonych konstrukcji murowych.
- [3] Galman I, Jasiński R. Morphology of cracks and comparison of load bearing capacity of joints of AAC masonry walls ce/papers: the online collection for conference papers in civil engineering. 2023, vol. 6, nr 2, s. 125-133.
- [4] Jasiński R, Galman I. Testing joints between walls made of AAC masonry units. Buildings. 2020. DOI: 10.3390/buildings10040069, p-ISSN: 2075-5309.
- [5] Zgłoszenie nr P. 451056 w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej z 27.01.2025 o udzielenie patentu na wynalazek pt.: „Sposób połączenia ścian niekonstrukcyjnych”, Jasiński R., Galman I.

Autorzy wyrażają szczególne podziękowania firmie Solbet Sp. z o.o. za cenne merytoryczne wskazówki oraz dostarczenie elementów murowych i zaprawy wykorzystanych do wykonania modeli badawczych i przeprowadzenia badań.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl