

Kotwienie ścian szkieletowych

Kotwienie drewnianych ścian o konstrukcji szkieletowej z fundamentem jest kwestą niezwykle istotną dla nośności całego budynku. Odwiedzając budowy można spotkać się z wieloma rozwiązaniami i sposobami wykonania tego połączenia. Wydawać by się mogło, że nie jest to skomplikowany problem techniczny. Jednakże zakotwienie ścian do fundamentu spełnia kilka funkcji i musi przeciwdziałać kilku niebezpiecznym zjawiskom, charakterystycznym dla drewnianych konstrukcji szkieletowych.



Fot. 1. Montaż prefabrykowanych ścian szkieletowych (wykonawca Trak-Bud).

Przed lekturą tego artykułu zachęcam do zapoznania się z artykułem „Specyfika projektowania domów szkieletowych” (FD&C 3/2016). Zamieszczone tam informacje można potraktować jako wstęp teoretyczny do niniejszego artykułu.

Warto przypomnieć cztery mechanizmy zniszczenia które trzeba uwzględnić projektując i budując budynek szkieletowy. Są to przesunięcie, poderwanie, utrata sztywności i obrót (rys. 1).

Każdy z tych schematów, który musi uwzględnić projektant, jest ściśle powiązany z wykonanym zakotwieniem ścian i zależy od jego, jakości i nośności. Jak ważną rolę pełni poprawne zakotwienie



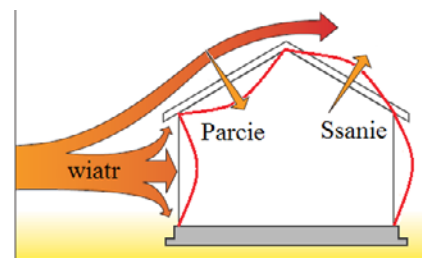
Rys. 1. Modele zniszczenia uwzględniane przy budynkach szkieletowych.

do fundamentu omówię na przykładach poszczególnych schematów zniszczenia.

Przesunięcie

Schemat działania jest bardzo prosty. Wyobraźmy sobie budynek szkieletowy jako sztywną bryłę poddaną poziomemu obciążeniu wiatrem. Oczywiście należy uwzględnić parcia wiatru na ścianę i połączyć dach od strony zewnętrznej i ssania ścian i połaci zewnętrznych (rys. 2).

Suma obciążeń na odpowiednich powierzchniach pozwala sprowadzić całkowite obciążenie



Rys. 2. Oddziaływanie wiatru na budynek.

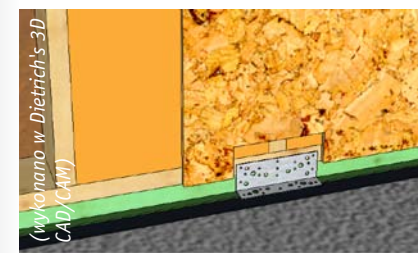
żenie wiatrem do uogólnionej wypadkowej siły. Siła ta musi zostać zrównoważona połączeniami budynku z fundamentem. Suma nośności tych połączeń musi być większa niż uogólniona siła przesuwająca. W przeciwnym razie siła ta spowoduje przesunięcie budynku po fundamencie (fot. 2).

W ten sposób projektowo sprawdza się ten mechanizm zniszczenia. Jak zabezpieczenie przed przesunięciem wygląda w praktyce? Najczęstszym i jednocześnie najprostszym sposobem jest kotwienie podwaliny ścia-



Fot. 2. Zniszczenie budynku przez przesunięcie.

ny przy pomocy kotew mechanicznych lub chemicznych. Czasem używa się szpilek zatapiających w świeżej mieszance betonowej, takich samych, jak te które stosowane są do kotwienia murłaty do wieńca. Sposób kotwienia często wynika z preferencji wykonawcy, stosowanej technologii montażu i stopnia prefabrykacji ścian. Budując ściany od zera na budowie lub prefabrykując jedynie konstrukcję szkieletu, mamy dużą dowolność wyboru sposobu kotwienia. Problem pojawia się kiedy na budowie trzeba zamontować ścianę prefabrykowaną tzw. „zamkniętą” co oznacza, że ściana w znacznym stopniu jest wykończona z obu stron. W tej sytuacji mamy dwa wyjścia. Możemy pozostawić w prefabrykacji otwory rewizyjne, przez które wykonamy kotwienie. Każda firma która decyduje się na maksymalną prefabrykację, ma na celu zmniejszenie czasu prac montażowych na budowie. Dlatego też konieczność stosowania otworów rewizyjnych i ich późniejsze czasochłonne zamykanie i wykańczanie jest zawsze ostatecznością. Z tego powodu, w przypadku kiedy nie mamy dostępu do wnętrza ściany, kotwienie przeciw przesunięciu musimy wy-



Rys. 3. Kotwienie przeciw przesuwowi z użyciem kątowników.

konać do boku ściany. W tym celu możemy zastosować kątowniki, które zakotwimy do betonu i przybijemy do boku ściany (rys. 3).

Poderwanie i obrót

Należy wyraźnie rozróżnić dwa typy kotwienia. Pierwszy, opisany powyżej, przeciw przesunięciu budynku powoduje ścinanie połączeń między ścianami szkieletowymi a fundamentem. Drugi typ kotwienia ma za zadanie przeciwdziałać poderwaniu, i obrotowi wynikającemu z usztywnienia ściany. Pamiętajmy, że poderwanie w przypadku lekkiej konstrukcji budynku szkieletowego może dotyczyć całego domu, a nie tylko samej więźby. Dlatego rozważając ten model zniszczenia należy nie tylko odpo-



Fot. 3. Przykłady złączy kotwiących: HTT, AKR, AH.

wiednio połączyć więźbę z oczepem ale także ściany z fundamentem. Wymienione mechanizmy zniszczenia powodują podrywanie się ściany szkieletowej lub jej części (rys. 1). W związku z tym połączenia między ścianą a fundamentem nie są ścinane, lecz właśnie podrywane. Trzeba rozróżnić te dwa typy kotwienia, ponieważ z przykrością zauważam, że nagminnie pomija się na polskich budowach kotwienie na poderwanie. Z reguły kotwienie na przesuw przez podwalinę przy użyciu kotew mechanicznych lub chemicznych jest jedyną formą połączenia z fundamentem. Niestety jest to duży błąd konstrukcyjny. Budynek szkieletowy należy zakotwić przeciw poderwaniu, wynikającego z ssania wiatru lub z obrotu ściany. Aby to zrobić, konieczne jest zastosowanie przewidzianych do tego celu złączy nazywanych złączami kotwiącymi.

Złącza kotwiące i ich zastosowanie

Złącza kotwiące dość często mylone są ze standardowymi kątownikami. Wynika to z faktu, że część z nich faktycznie ma formę kątownika nierównoramiennego. Złącze kotwiące, w przeciwieństwie do zwykłych kątowników, zaprojektowane są w jednym celu – do przenoszenia dużych sił podrywających skierowanych do góry. Z tego powodu w dolnym ramieniu znajduje się otwór do wykorzystania na kotwienie mechaniczne lub chemiczne. Górne ramie jest wykonane w taki sposób aby można było

wbić w słupki ściany maksymalnie dużo gwoździ. Dzięki takiej budowie jedno złącze kotwiące może przenieść siłę podrywającą o wartości 20 - 40 kN (2 - 4 tony).

Oczywiście istnieje wiele typów i rozmiarów złączy kotwiących, najbardziej popularne przedstawione są na fot. 3.

Charakterystycznymi cechami tych złączy jest duża ilość gwoździ w ramieniu pionowym oraz kotwienie przez ramię dolne. Kwestią niezwykle istotną w budowie złączy kotwiących, jest zapewnienie efektywnego przenoszenia siły wyrywającej na użytą kotwę. Z tego powodu część z nich ma dodatkowe usztywnienia boczne.

Ostatnie złącze kotwiące - typ AH, widoczne na fot. 3, jest zamontowane ze specjalną stalową podkładką o grubości 10 mm. Podkładka jest dociśnięta w dolnej części do pionowego ramienia złącza, a jej grubość powoduje, że jest bardzo sztywna. Ponieważ złącze nie ma usztywnień bocznych, zastosowanie dodatkowej podkładki usztywniającej



Fot. 4. Niepoprawne kotwienie przez warstwę poszycia.

w tym przypadku jest niezbędne. W przeciwnym razie dystans między kotwą a ramieniem górnym przy podrywaniu ściany powodowałby deformacje złącza. Zanim kotwa zdążyłaby zapracować, złącze nieznacznie odgięłoby się, a ściana uniosła (rys. 4).

Dwuczęściowe złącze kotwiące do domów prefabrykowanych

Coraz więcej domów drewnianych powstaje w formie prefabrykowanej. W sytuacji gdy mamy na budowie do zakotwienia prefabrykat ścienny, zamknięty warstwami wykończeniowymi, kotwienie staje się dodatkowym problemem. Absolutnie nie jest dopuszczalne kotwienie przez warstwy poszycia ściany. Każde złącze ciesielskie projektuje się tak, aby przylegało bezpośrednio do elementu konstrukcyjnego. Przykład niepoprawnego kotwienia widoczny jest na fot. 4. Poza wieloma błędami montażowymi, których dopuścić się wykonawca, najbardziej rażącym jest montaż przez płytę poszycia wewnętrznego. Aby unikać takich błędów, jak również eliminować konieczność tworzenia ot-

worów rewizyjnych, wymyślono dwuczęściowe złącza kotwiące. Produkt ten składa się z dwóch części, górnej montowanej do szkieletu drewnianego w zakładzie prefabrykacji i dolnej montowanej do fundamentu na budowie. Kiedy prefabrykowana ściana znajdzie się na swoim miejscu, dwie części złącza dochodzą do siebie i można je połączyć tworząc

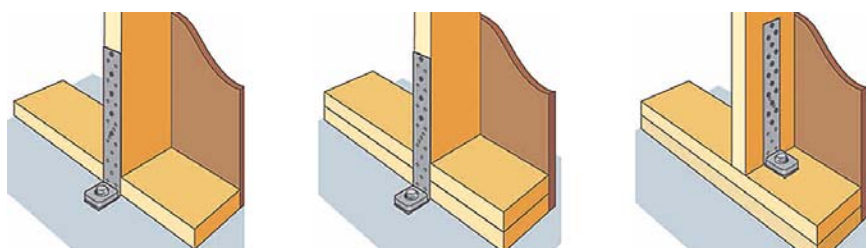


Fot. 5. Dwuczęściowe złącze kotwiące do ścian prefabrykowanych.

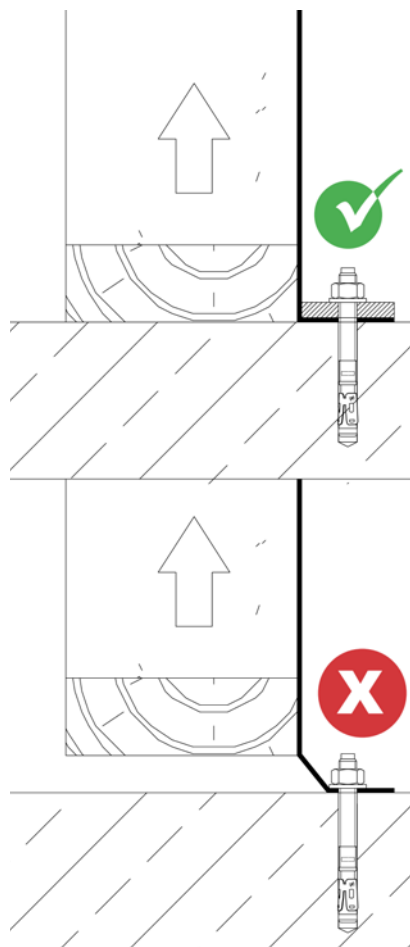
kompletne złącze kotwiące. Połączenie następuje przy użyciu samowiercących wkrętów do stali. Samo złącze występuje w wielu wariantach części górnych i dolnych. Wykonawca może dobrać taki wymiar i typ złącza, który będzie idealnie pasował do jego technologii budowy (fot. 5).

Jak i gdzie montować złącza ciesielskie?

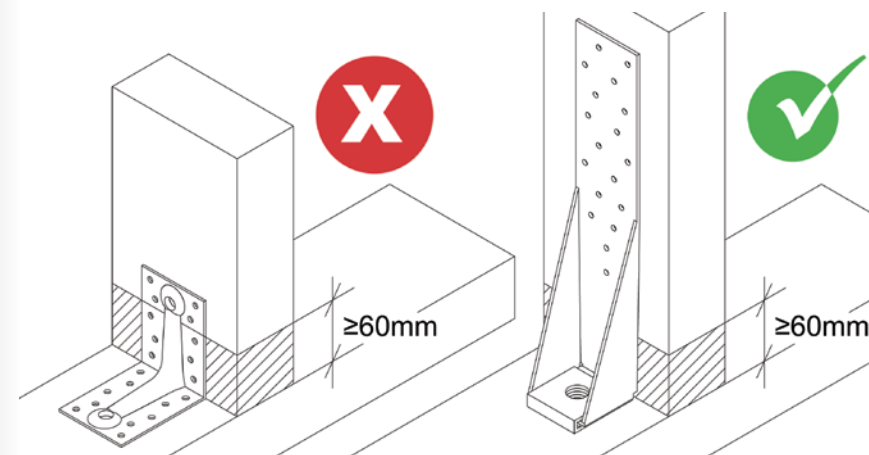
To pytanie bardzo często pada ze strony wykonawcy. Co do samego umiejscowienia złącza kotwiącego mamy dość dużą



Rys. 5. Różne sposoby montażu złączy kotwiących.



Rys. 4. Zastosowanie podkładki usztywniającej.



Rys. 6. Niepoprawne i poprawne kotwienie przeciw poderwaniu.

dowolność. Poza kilkoma złączami które wymuszają montaż do boku ściany, większość złączy można montować do boku lub wewnątrz ściany (rys. 5). Montaż do boku ściany wymusza konieczność ukrycia dolnej części złącza. Można to osiągnąć ukrywając złącze w warstwach wykończenia posadzki lub na przykład w wewnętrznej warstwie instalacyjnej ściany. W przypadku montażu wewnątrz ściany otwartej taki problem nie występuje.

Jeśli chodzi o rozstaw złączy kotwiących na długości ściany, zależy on oczywiście od obliczeń konstruktora. Projektant konstrukcji po analizie odpowiednich mechanizmów zniszczenia, powinien specyfikować typ i szczegółową pozycję złączy kotwiących. Standardem jest kotwienie naroży budynków, skrajnych słupków elementów wysyłkowych (prefabrykatów). Przy długich ścianach zaleca się stosować złącza kotwiące w rozstawach nie większych niż 2,4 m.

Dlaczego złącza kotwiące, a nie kątowniki?

Odpowiadając na to pytanie łatwo jest udowodnić, że tylko poprawnie zaprojektowane złącze kotwiące, a nie standardowy kątownik jest w stanie pełnić rolę zakotwienia przeciw obrotowi i poderwaniu ściany. Trzeba zwrócić uwagę na jeden dość restrykcyjny zapis normy. Obowiązująca norma do konstrukcji drewnianych – Eurokod 5 określa minimalne rozstawy gwoździ i ich odległości od boków i końców elementów drewnianych. Największą wartość przyjmuje odległość od pierwszego gwoźdź do obciążonego końca drewna. Czyli w naszym przypadku jest to dolna krawędź słupka podrywanej ściany. Wartość

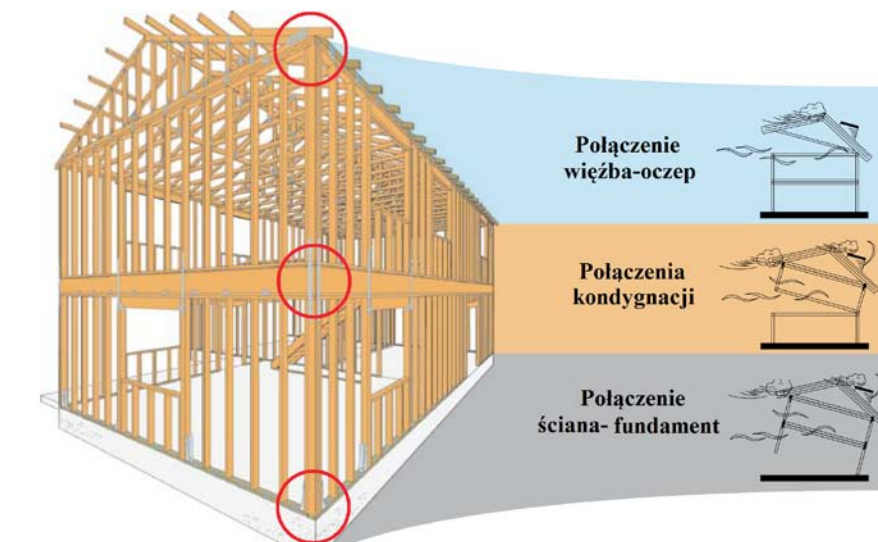
do fundamentu elementów nośnych ściany jakimi są słupki konstrukcyjne z zastosowaniem odpowiednich złączy kotwiących.

Podsumowanie

Poprawne kotwienie ścian jest jednym z podstawowych zadań projektanta i wykonawcy w przypadku budynków szkieletowych. Ważne, aby wykonać dwa typy kotwienia: przeciw przesuwowi, a także przeciw obrotowi i poderwaniu. Kolejną kwestią bardziej złożoną jest zabezpieczenie przed tymi zjawiskami budynków piętrowych. W takim przypadku należy rozważać poszczególne połączenia kolejnych warstw konstrukcyjnych obiektu - ścian parteru, stropu, ścian piętra, więźby. W tego typu konstrukcjach jest to szczególnie ważna, ponieważ większa bryła budynku generuje proporcjonalnie większe obciążenia wiatrem. Zapewnienie ciągłości przekazywania obciążeń od kalenicy do fundamentu i poprawnie wykonanie poszczególnych połączeń jest sprawą kluczową i bardzo odpowiedzialną (rys. 7).

W razie pytań i wątpliwości związanych z projektowaniem budynków szkieletowych zachęcam do kontaktu z inżynierami z działu wsparcia technicznego Simpson Strong-Tie: tel: 22 865 22 00, e-mail: poland@strongtie.com.

mgr inż. Tomasz Szczesiak
Inżynier Wsparcia Technicznego
Simpson Strong-Tie



Rys. 7. Zabezpieczenie piętrowego budynku szkieletowego.