

Wzmocnienie połączenia krokiew-murłata na przykładzie awarii więźby

O wadze jaką pełni w konstrukcji więźby dachowej połączenie krokiew-murłata napisano już wiele. Osobiście także uważam, że jest to najważniejsze i najbardziej odpowiedzialne połączenie w całej więźbie dachowej. Duża część awarii budowlanych więźb dachowych, jakie miałem okazję widzieć, była spowodowana błędami w projektowaniu lub wykonaniu tego połączenia. Poniższy artykuł opisuje, ku przestrodze, prostą awarię więźby dachowej skutkującą bardzo dużymi konsekwencjami.



Zdj. 1. Widok ogólny więźby od szczytu.

Mój udział w tej historii zaczął się od telefonu z prośbą o doradztwo techniczne. Zaczęło się zwyczajnie – pytanie o połączenie krokwi na murłacie. Telefony w tym temacie zdarzają się co najmniej kilka razy tygodniowo. W tym przypadku zanim zdążyłem zadać kilka standardowych pytań o wymiary elementów, schemat dachu, rozpiętość między

podporami i rodzaj pokrycia, usłyszałem, że najlepiej będzie jak sam przyjadę i zobaczę, bo dach jest już gotowy (zdj. 1). Dzień później byłem już na budowie i oto co zastałem. Duży dom jednorodzinny w stanie surowym, częściowo zamkniętym. Dach praktycznie cały gotowy. Więźba krokwiowo-jętkowa. Rozpiętość między murłatami ok

9m. Nachylenie zaprojektowane 35°. Pokrycie – dachówka ceramiczna. Każda więźba krokwiowo-jętkowa wywołuje siły rozporu na murłacie. Rozpór generowany jest przez obciążenie pionowe więźby, tworząc siły poziome w oparciu na murłatach. Dachy rozporowe mają tendencję do „rozjeżdżania się” na murłatach. Aby prze-



Zdj. 2. Przesunięcie krokwi po murłacie w skutek rozporu.

ciwdziałać temu zjawisku należy, zwrócić szczególną uwagę na kwestię zaprojektowania i wykonania odpowiedniego połączenia krokwi z murłatą. Nie jest to szczególnie skomplikowany problem techniczny, zarówno pod względem projektowym, jak i wykonawczym. Po czyjej stronie leży wina, jeśli dochodzi do awarii? Z doświadczenia wiem, że bywa różnie.

Czyja wina?

Wina po stronie projektanta, wynika z niewiedzy lub braku doświadczenia i zignorowania lub przeoczenia dużych sił rozporu. Choć częściowo wynika to z dość szablonowego podejścia do projektowania kolejnej więźby dachowej. Mechanizm „kopiuj-wklej” detalu połączenia z poprzedniego projektu może być przyczyną tego błędu. Do dzisiaj pamiętam rozmowę z jednym projektantem na temat połączenia krokiew-murłata. Na moje pytanie: „Jaka siła rozporu wyszła Panu z obliczeń?” z rozbrajającą szczerością odpowiedział: „Proszę Pana, ja już chyba ze sto takich dachów zaprojektowałem, więc już nawet ich nie liczę”. Chciałem odpowiedzieć, że mi jeszcze do stu dachów trochę brakuje, więc będę jeszcze liczył.

Wina po stronie wykonawcy, jeśli ignoruje zapisy w projekcie więźby i stosuje „stare, dobre, sprawdzone rozwiązania”. Na pytanie inwestora dlaczego jest inaczej niż w projekcie, odpowiada „Chcesz Pan przepłacać? Ja już nie jedną taką więźbę postawiłem i wiem jak to robić. Będzie Pan zadowolony!”.



Zdj. 3. Obrót połączenia krokiew-jętka.

Wina po stronie inwestora wynika z chęci oszczędności na materiałach. Jako przykład mogę przytoczyć historie mojej rozmowy z inwestorem.

Standardowa rozmowa z doradcą technicznym i pytanie o połączenie krokiew-murłata, dach krokwiowo-jętkowy czyli rozporowy. Po ok. 30 minutach rozmowy sugeruję zastosowanie w połączeniu dwóch kątowników wzmocnionych, choć oczywiście zaznaczam, że należy to przedyskutować z projektantem jego konstrukcji. Po namyśle, inwestor odpowiada, że chyba jednak się nie zdecyduje, bo wykonawca mówi że „krokwiaki” wytrzymają i że nie ma sensu wydawać dodatkowych pieniędzy. Odpowiedziałem, że oczywiście Pana decyzja i Pana konsekwencje. Choć poprosiłem żebyśmy razem oszacowali koszt tego rozwiązania. Wiązarów było 20, więc połączeń krokiew-murłata 40 szt. Sugerowałem dwa kątowniki w połączeniu co daje 80 szt. kątowników wzmocnionych.



Zdj. 4. Rozwarstwienie murłaty.

Koszt jednego kątownika, powiedzmy 4 zł. 4 zł x 80 szt. = 320 zł. Dodatkowo gwoździe systemowe do kątowników, dla równego rachunku powiedzmy 30 zł. W sumie, całkowity koszt tego rozwiązania 350 zł, nie odliczam kosztu „krokwiaków” których nie używamy. Odpowiedź klienta: „Wie Pan jak to przy budowie domu, każda złotówka się liczy”. Powiedziałem, że jeśli po ukończonej budowie przyjdzie do Pana agent ubezpieczeniowy i za ubezpieczenie domu zaoferuje 500 zł, to będzie Pan płacił bez mrugnięcia okiem, terminowo, co roku. Ja Panu sugeruję wykupienie „ubezpieczenia” dachu, które zapobiegnie jego awarii. Koszt tego „ubezpieczenia” 350 zł płatne jednorazowo na całe życie. Jak była ostateczna decyzja inwestora, nie wiem.

Awaria

Wracając do omawianego dachu, w tym przypadku projektant prawdopodobnie przeoczył duże siły rozporu i nie zaprojektował połączenia krokwi z murłatą. Ta kwestia w projekcie została całkowicie pominięta. W konsekwencji wykonawca, nie otrzymując żadnej informacji w projekcie, wykonał połączenie z użyciem gwoździa krokwiowego wbijanego przez krokiew w murłatę, jak zwykle to robił. W skutek tego, jeszcze na etapie budowy doszło do awarii dachu. Pod samym ciężarem dachówki, dach rozjechał się na murłatach na zewnątrz. Górna część zaciosu krokwi, dokładnie wykonana i stykająca się z zewnętrzną krawędzią murłaty, teraz była przesunięta o kilka centymetrów (zdj. 2).

Dach o zaprojektowanym nachyleniu 35°, teraz miał nachylenie ok 32°. Ten obrót dobrze był widoczny w połączeniu krokiew-jętka. Dolna część połączenia rozwarła się, a górna ścisnęła (zdj. 3).

Dodatkowo pojawił się jeszcze jeden element. Murłata oczywiście zaczęła się obracać i rozwarstwiać. Obrócenia murłaty można było uniknąć, kotwiąc ją gęściej w wieńcu betonowym. Ciekawa dla mnie była kwestia rozwarstwienia. Pęknięcia pojawiało się w osi murłaty, czyli na linii, w którą były wbijane gwoździe krokwiowe. Gwoździe przejmując obciążenie z krokwi przekazywały je w środek przekroju murłaty. Powodowało to pojawienie się naprężeń rozciągających w poprzek włókien i pęknięcie i rozwarstwienie murłaty (zdz. 4).

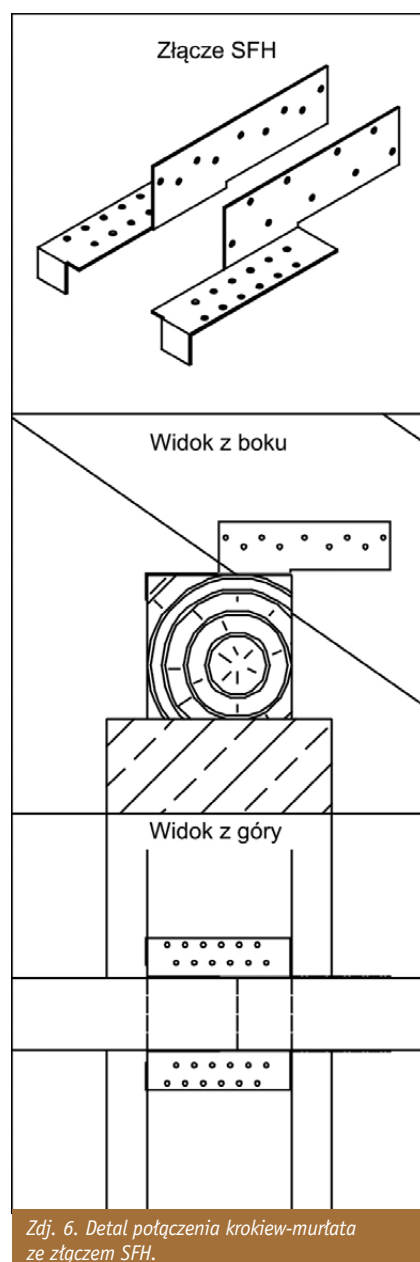
Jaka była podstawowa przyczyna awarii? Oczywiście zastosowanie gwoździ krokwiowych w połączeniu. Projektant po fakcie przeanalizował obliczenia i okazało się, że rozpór wynosił 15 kN (ok 1,5 tony). Jest to już dość duża wartość jak na wieźbę w domku jednorodzinny. Zwróćmy uwagę na to, że ta wartość, wynikająca z obliczeń, uwzględnia wszelkie obciążenia jakim poddany będzie dach. Są to obciążenie śniegiem, warstwami wykończenia wewnętrznego itd. Awaria pojawiła się już, przy pojawieniu się pierwszego obciążenia, w postaci dachówki. Pokazuje to tylko jak niska (ok 4 kN) jest nośność połączenia krokiew-murłata z zastosowaniem gwoździ krokwiowego. Zastosowanie w tym połączeniu, tak popularnych obecnie wkrętów ciesielskich, też niewiele zwiększyłoby nośność. Ponieważ i tak obciążenie przekazuje się przez trzpień o podobnej średnicy jak gwoździ krokwiowego.

Naprawa i wzmocnienie

Pierwsze kroki wzmocniające poczynił wykonawca widząc przesunięcie się krokwi. Dokręcił dodatkowe wkręty ciesielskie i zastosował kątowniki. Niestety było to już działanie po fakcie, które mogło jedynie powstrzymać dalsze przemieszczenia. Zastosowano także spawane obejmy dociskające murłatę do wieńca, co miało zapobiegać obrotowi. Następnie planowano unieść kalenicę i ściągnąć ku sobie po kolei kolejne pary krokwi, aby wróciły to pierwotnej pozycji. Po przeanalizowaniu wielu koncepcji, wszystkie strony doszły do wniosku, że trzeba dach rozebrać i zbudować go on nowa. Tak też zrobiono.

Powtórnie projektując i wznosząc wieźbę, uwzględniono użycie złączy ciesielskich w połączeniu. Po obliczeniach i konsultacjach wspólnie wybraliśmy złącze SFH, które zapewniało większą niż wymagana nośność na rozpór. Na zdjęciu 5 widoczne jest to złącze użyte w innej konstrukcji.

W przypadku omawianej wieźby, koszt wszystkich złączy SFH wraz z systemowymi gwoździami CNA4,0x60 wyniósł ok. 700 zł. Taką kwotę należało oryginalnie zainwestować, aby uniknąć tej awarii. Dobra wiadomość jest taka, że w porę udało zauważyć tę awarię. Koszty byłyby jeszcze większe gdyby pojawiła się ona w czasie użytkowania budynku. Moja refleksja jest następująca, każdą wieźbę dachową traktujemy indywidualnie. Szablonowe podejście do konstrukcji



z myślą „Takie rzeczy już projektowałem/ wykonywałem” mogą mieć bardzo duże i nieprzyjemne konsekwencje.

W razie wątpliwości odnośnie doboru odpowiedniego złącza w połączeniu, w pierwszej kolejności, sugerujemy kontakt 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