

Andrzej Kysiak, Iwona Pokorska

NAPRAWA I WZMACNIANIE WĘZŁÓW WIĘZB DACHOWYCH Z WYKORZYSTANIEM STALOWYCH ŁĄCZNIKÓW CIESIELSKICH

Wprowadzenie

Uszkodzenia więźb dachowych powstają wskutek nieszczelności pokrycia dachowego powodującego zawilgocenie i gnicie drewna, rozwoju grzybów domowych, a także w wyniku żerowania owadów. Naprawa konstrukcji nośnych polega na wymianie uszkodzonych elementów lub ich wzmocnieniu. Tradycyjne metody naprawy i wzmocniania elementów więźb dachowych obejmują najczęściej następujące prace [1-3]:

- wzmocnienie krokwi nakładkami z desek lub/i dodatkowymi podporami,
- sztukowanie uszkodzonych końców krokwi lub ich wymiana w całości,
- podparcie krokwi w celu likwidacji nadmiernego ugięcia,
- wymiana zmurszałej murłaty w części lub w całości.

Projekt remontu zachowawczego drewnianych konstrukcji dachowych zakłada zazwyczaj naprawę konstrukcji in situ, ograniczoną do miejsc, w których nastąpiło osłabienie konstrukcji, niż demontaż całej konstrukcji. W celu właściwego przygotowania remontu konstrukcji dachowej zalecane jest wykonanie prac przygotowawczych:

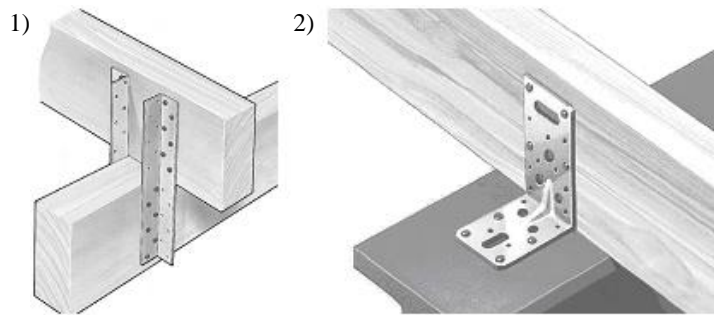
- weryfikacja dokumentacji projektowej stanu istniejącego, inwentaryzacja konstrukcyjno-architektoniczna konstrukcji dachowej,
- określenia stanu technicznego konstrukcji, wykonanie ekspertyzy mykologicznej oraz ekspertyzy konstrukcyjnej zawierającej odpowiednie obliczenia statyczne, projekt remontu uwzględniający wnioski wynikające z wcześniejszych badań.

Wykonując remont konstrukcji drewnianych najwięcej problemów napotyka się przy złączach, które muszą być wytrzymałe, trwałe i dokładne, bo to od nich zależy nośność całej konstrukcji i jej geometria. Przy ich wzmocnieniu można wykorzystywać stalowe łączniki ciesielskie.

1. Rodzaje łączników ciesielskich stosowanych do węzłów więźb dachowych

W budownictwie drewnianym metalowe łączniki ciesielskie wykorzystuje się w formie płytek lub perforowanych profili z wysokogatunkowej blachy stalowej. Wybór złącza zależy od kształtu połączenia, rodzaju łączonych elementów oraz siły, jaka będzie działać w połączeniu. Najczęściej stosowane typy łączników:

- Płytki perforowane produkowane z blach grubości 2 mm o kształcie kwadratu, prostokąta lub litery „T”. Najczęściej stosowane są w połączeniach jętko-krokiew, miecz-słup.
- Kątowniki z blachy gr. 2÷4 mm używane do połączeń belka-belka, belka-słup, belka-legar. Kątowniki wzbogacone są o wytłaczane żebra wzmocniające, wykorzystywane są do wykonywania połączeń narażonych na silne obciążenia (rys. 1).



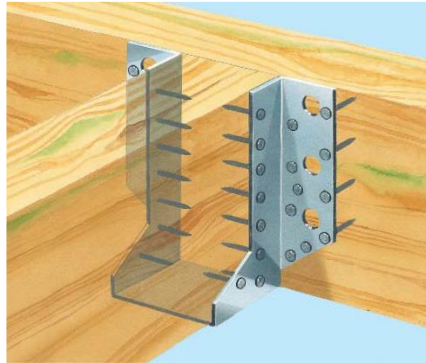
Rys. 1. 1) Płytki kątowniki BAT, 2) kątownik wzmocniony żebrami [4]

- Złącza Gerbera przeznaczone do łączenia podłużnego dwóch belek o identycznym przekroju. Można je zastosować tylko i wyłącznie w miejscach, w których występują zerowe wartości momentów zginających sił działających na belkę (rys. 2).



Rys. 2. Złącze Gerbera [4]

- Wsporniki belek w formie wieszaków, siodełek przybijanych do dźwigarów, murałat, oczepów w celu zawieszenia w nich jak w strzemionach prostopadłych belek. Łączniki te stosowane są też do mocowania belek do ścian i do słupów. W połączeniu takim belka jest podtrzymywana od dołu przez specjalnie wyprofilowany uchwyt (rys. 3).



Rys. 3. Wspornik Maxi Speedy [4]

- Łączniki uniwersalne do łączenia belek krzyżujących się pod kątem prostym. Na jedno skrzyżowanie belek stosuje się dwa takie łączniki. Przykręcane lub przybijane są zawsze w trzech płaszczyznach (rys. 4).



Rys. 4. Łączniki uniwersalne: do połączenia belki ze słupem i do prostopadłego łączenia belek [4]

- Łączniki krokwiowo-płatwiowe stosowane do mocowania krokwi na płatwiach stopowych oraz do łączenia belek prostopadłych (rys. 5).
- Złącza typu motyl (przesunięte) używane są do czołowego łączenia krokwi z prostopadłymi do nich elementami. Swoją nazwę zawdzięczają specyficznemu kształtowi, dzięki któremu drewno może swobodnie bez uszkodzenia poddawać się oddziaływaniu różnych naprężeń.



Rys. 5. Łącznik do łączenia krokwi do murlaty [4]

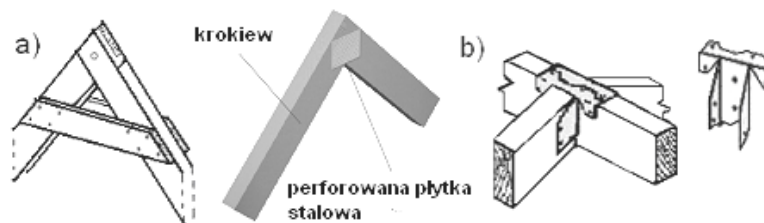
- Taśmy perforowane służące do usztywniania więźby dachowej. Stężenie wiatrowe ze stalowych taśm mocowane jest do krokwi za pomocą specjalnej końcówki, a odcinki taśmy łączy się złączkami z rzymską śrubą.

Do łączenia elementów więźby dachowej przeznaczone są również tak zwane płytki gwoździowane. W praktyce jednak samodzielnie nie da się z nich wykonać połączenia elementów konstrukcyjnych, ponieważ podczas prób przybijania do ich drewna, część kołców ulega wygięciu. Płytki te stosowane są wyłącznie przez firmy produkujące gotowe wiązary dachowe. W zakładach produkcyjnych wbijane są one w drewno za pomocą specjalnych pras.

2. Naprawa i wzmocnienie węzłów więźb dachowych

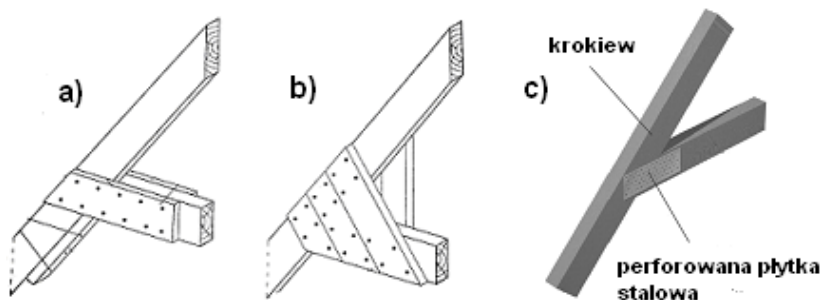
W więźbie dachowej najczęstszymi uszkodzeniami wskutek korozji biologicznej ulegają węzły - okapowy i kalenicowy oraz połączenia jętek z krokwiami, krokwi z płatwiami oraz słupa z mieczami.

Złącze w kalenicy wykonywane na nakładkę prostą, przy niewielkich ubytkach krokwi, jest wzmocniane najczęściej poprzez obustronne przybicie gwoździami nakładek z desek grubości 32 mm lub płytek stalowych (rys. 6a). Można również połączyć krokwie z płatwią za pomocą okucia stalowego, jak pokazano na rysunku 6b).



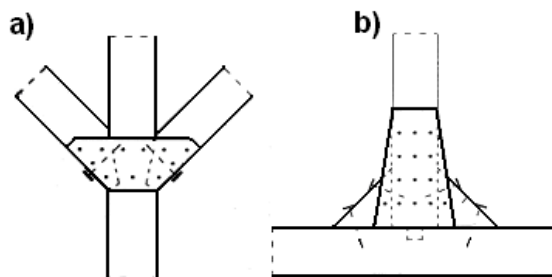
Rys. 6. Wzmocnienie węzła kalenicowego: a) nakładkami z desek, b) za pomocą okucia stalowego

W przypadku stwierdzenia osłabienia czopa jętki złącze jętka - krokiew wzmacnia się, tradycyjnie przybijając z obu stron złącza nakładki z desek grubości co najmniej 25 mm, używając przy tym gwoździ długości równej trzykrotnej grubości nakładki (rys. 7a). Inny stosowany sposób wzmocnienia tego samego złącza polega na obustronnym obiciu go deskami grubości 32 mm, przy czym deski przybija się z jednej strony ukośnie - prostopadle do krokwi, z drugiej strony pionowo - prostopadle do jętki (rys. 7b). Rozluźnione złącze jętki z krokwi można również wzmocnić poprzez przybicie perforowanych blach stalowych (rys. 7c).



Rys. 7. Wzmocnienie złącza jętka - krokiew: a) nakładkami z desek, b) obicie złącza deskami c) obustronne nakładki z perforowanych płytek stalowych

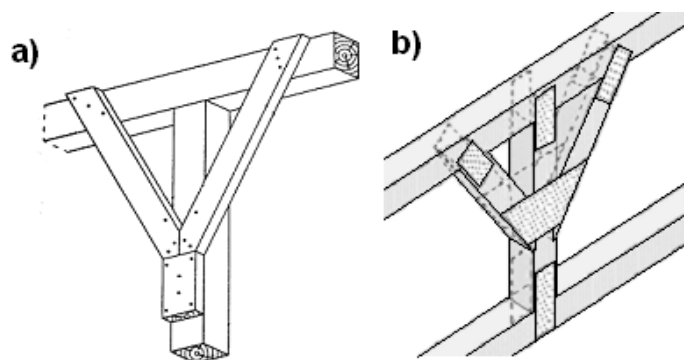
Połączenie ciesielskie słupa z mieczami oraz miecza z płatwią wykonuje się na wręb czołowy. W celu zabezpieczenia tego typu połączenia przed wysunięciem się mieczy z płaszczyzny słupka przybija się obustronne nakładki (rys. 8a). Dla wzmocnienia połączenia ściskanego słupa z podwaliną zaleca się powiększenie płaszczyzny docisku słupa na podwalinę (ze względu na nieprzekroczenie wytrzymałości normowej na docisk), np. poprzez zastosowanie obustronnych nakładek oraz trójkątnych klocków (rys. 8b).



Rys. 8. Wzmocnienie połączeń słupa: a) z mieczami, b) z podwaliną

Więźbę dachową o konstrukcji płatwiowo-kleszczowej wzmacnia się w kierunku podłużnym, przybijając miecze pod kątem 45° do pionu. W takich przypadkach dolny koniec miecza zazwyczaj powinien opierać się o nakładkę, przybitą do słupa (rys. 9a). Miecze, wykonane z desek grubości nie mniejszej niż 32 mm i szerokości

10 cm mogą być przybite zarówno z jednej, jak i z obu stron słupa (rys. 9a). Współczesne rozwiązania techniczne połączeń elementów w jednej płaszczyźnie umożliwiają wykonanie ich również za pomocą profilowanych blach stalowych, które są na pewno lepszym rozwiązaniem niż tradycyjnie stosowane kawałki desek (rys. 9b). Zaletą takiego rozwiązania jest m.in. to, że blachy, mając grubość 1,5 lub 2 mm, nie przeszkadzają w zakładaniu instalacji. Płytki perforowane mają standardowe rozmiary od 40x120 mm do 200x300 mm, ale dla dużych konstrukcji można je zamówić w wymiarach do 3,9 m². Można też wycinać samemu dowolne kształty z dużych blach perforowanych, ale należy to robić zgodnie z zasadami opisanymi dokładnie w katalogu inżynierskim.



Rys. 9. Wzmocnienie więźby płatwiowo-kleszczowej w kierunku podłużnym:
 a) dodatkowymi miedziami z desek 32 mm przybitymi do słupa,
 b) za pomocą stalowych blach perforowanych

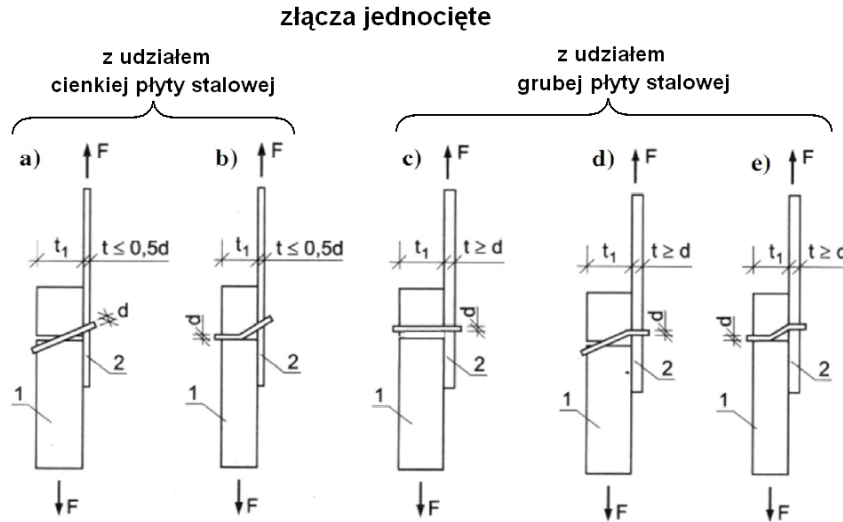
Podczas częściowej wymiany uszkodzonego elementu więźby dachowej należy odpowiednio zespolić stary element z nowym. Takie połączenia wykonywane są zwykle przy zastosowaniu wrębów ciesielskich: np. na nakładkę prostą ze skosem lub na zamki proste i skośne. Do łączenia belek można zastosować stalowe łączniki typu Gerbera, pozwalające na łączenie belek na styk (rys. 2). Wsporniki te są przykładem efektywnego zastąpienia dawnego zamka ciesielskiego złączem stalowym, na którym można oszczędzić nawet metr bieżący belki drewnianej.

Należy jednak pamiętać o tym, że chcąc przy remoncie więźby wspomóc się łącznikami stalowymi, należy wiedzieć, jakich ich rodzajów użyć i jaki powinny one mieć rozmiar. W tym celu należy sporządzić projekt wzmocnienia więźby dostosowany do tej technologii montażu i zawierający obliczenia wszystkich połączeń z użyciem stalowych łączników ciesielskich.

3. Obliczenia nośności złączy stal-drewno

Obliczanie połączeń drewnianych elementów konstrukcyjnych wykonanych z wykorzystaniem stalowych łączników należy obliczać wg PN-EN 1995-1-1:2000 (tj. EC5 EUROKOD 5 Projektowanie konstrukcji drewnianych). Nośność charakte-

rystyczna łączy stal - drewno zależy od grubości płyt stalowych. Płyty o grubości nie większej niż $0,5d$ są klasyfikowane jako płyty cienkie, a płyty o grubości większej niż d osadzone w otworach o tolerancji mniejszej niż $0,1d$ są klasyfikowane jako płyty grube. Nośność gwoździ, śrub i wkrętów, odniesioną do jednego łącznika o do jednej płaszczyzny ścinania, należy przyjmować minimalną wartość określoną ze wzorów (1) i (2) odnoszących się do schematów złącza przedstawionych na rysunku 10.



Rys. 10. Schematy obliczeniowe dla złączy jednociętych: 1 - element drewniany, 2 - płyta stalowa

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.4 \cdot f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2.3 \cdot \sqrt{m_{y,Rk} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right. \quad (2)$$

gdzie:

$F_{v,Rk}$ - nośność charakterystyczna łącznika odniesiona do jednej płaszczyzny ścinania,

$F_{h,k}$ - wytrzymałość charakterystyczna łącznika ma docisk do elementu drewnianego,

- t_1 - mniejszy z wymiarów: grubości drewnianego elementu zewnętrznego i długości zakotwienia łącznika,
 d - średnica trzpienia łącznika,
 $M_{y,Rk}$ - moment charakterystyczny uplastycznienia łącznika,
 $F_{ax,Rk}$ - nośność charakterystyczna łącznika na wyciąganie.

Podsumowanie

Remont i wzmacnianie drewnianych konstrukcji więźb dachowych prowadzone w sposób tradycyjny wymaga sporej wiedzy i dokładności. Wykonywanie połączeń ciesielskich jest czynnością skomplikowaną i łatwo tu o błędy, które mogą w przyszłości skutkować poważnymi uszkodzeniami dachu. Dlatego coraz częściej wykorzystywane są podczas remontów konstrukcji dachowych prostsze w użyciu łączniki stalowe. Pozwalają one zaoszczędzić na materiale, a prawidłowo zamocowane mają też lepszą nośność niż połączenia drewnianych elementów na wręby, czopy, nakładki lub gniazda. Okucia stalowe zapewniają wysoką stabilność konstrukcji, przewyższającą konstrukcje wykonane tradycyjnymi metodami, co z kolei powoduje, że są one bardziej odporne na wiatr, opady śniegu, zmieniającą się wilgotność powietrza i ekstremalne temperatury. Jakość połączeń konstrukcji z zastosowaniem stalowych łączników ciesielskich uzależniona jest tylko od prawidłowego doboru łącznika i ilości gwoździ, w przeciwieństwie do klasycznego połączenia, którego odpowiednia jakość wymaga wysokich kwalifikacji wykonawcy. Należy przy tym zauważyć, że trwałość połączenia konstrukcji wykonanego z zastosowaniem profesjonalnych łączników jest gwarantowana przez ich producenta. Stosując wyroby posiadające znak CE z numerem certyfikacji wykonawca ma pewność, że każdy łącznik jest dokładnie taki sam. W przypadku konstrukcji montowanej metodą tradycyjną odpowiedzialność za wykonane połączenia elementów konstrukcji spoczywa wyłącznie na wykonawcy.

Literatura

- [1] Rudziński L., Naprawy i wzmocnienia konstrukcji drewnianych, Wyd. Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2000.
[2] Major M., Major I., Wzmacnianie belek z drewna litego cięgnami stalowymi, [w:] Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2008, 124-128.
[3] Major M., Major I., Zasady zbrojenia drewnianych elementów zginanych kompozytami włóknistymi, [w:] Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007, 133-136.
[4] www.strongtie.pl
[5] www.multigrip.p

Streszczenie

Omówiono metody wzmocnienia węzłów tradycyjnych więź dachowych z wykorzystaniem stalowych łączników ciesielskich. Przedstawiono zalety stosowania złączy stalowych oraz przykłady ich wykorzystania w naprawach istniejącej konstrukcji dachowych. Podano zasady obliczania połączeń drewnianych elementów konstrukcyjnych wykonanych z wykorzystaniem stalowych łączników.

Repairing and strengthening of rafter framing truss joints by steel carpenter's joints

Abstract

The work presents solutions of traditional carpenter joints made of modern steel connections. The methods of using connections of rafter framing by steel connections were described. Examples of using these connections, for repairing and strengthening of traditional joints of wooden elements were included.