

Maciej Major, Judyta Różycka

ŁĄCZNIKI STALOWE W KONSTRUKCJACH DREWNIANYCH

Wprowadzenie

Na przestrzeni lat, dzięki pozyskiwaniu coraz szerszej wiedzy na temat drewna oraz materiałów drewnopochodnych, można zaobserwować znaczny rozwój budownictwa w zakresie konstrukcji drewnianych. Niesie to za sobą potrzebę udoskonalania starych oraz wprowadzania nowych, bardziej wytrzymałych łączników, które dają możliwość projektowania konstrukcji o coraz większej rozpiętości i nośności.

Jednolite elementy drewniane, które można nabyć u producenta, są zwykle ograniczone. Służą do zastosowania w konstrukcjach o niewielkich rozpiętościach, przenoszących nieznaczne obciążenia. W większości przypadków poszukuje się rozwiązań, które wymagają użycia prętów złożonych lub konstrukcji (np. kratowych), gdzie poszczególne elementy należy połączyć odpowiednimi łącznikami.

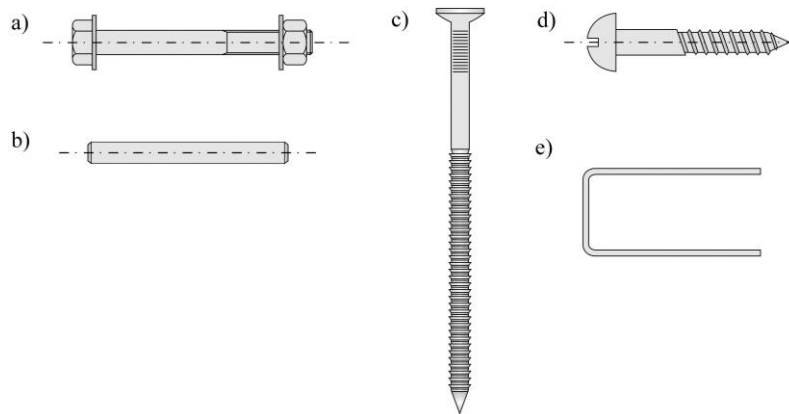
W prostych tradycyjnych konstrukcjach drewnianych do dziś stosowane są złącza ciesielskie wykonywane na różnego rodzaju wręby i zaciosy, gdzie klamry, śruby oraz gwoździe są wyłącznie łącznikami pomocniczymi. Wymagają one jednak stosunkowo dużych, skomplikowanych wcięć, które znacznie osłabiają przekroje łączonych elementów. W wyniku małej dokładności dopasowania elementów oraz zmiany objętości drewna spowodowanej jego wysychaniem może dojść do znacznych odkształceń konstrukcji. W nowoczesnych konstrukcjach drewnianych dominują złącza bezzrębowe z zastosowaniem wielu odmian łączników mechanicznych (stalowych) oraz złącza klejone [1]. Złącza na płytki kołczaste oraz złącza klejone zostały wprowadzone w latach sześćdziesiątych. Od tej pory stały się podstawą rozwoju współczesnej technologii konstrukcji drewnianych. Poniższa praca ma na celu zapoznanie się ze stalowymi łącznikami w konstrukcjach drewnianych i wybranie optymalnego połączenia elementów więzara dachowego, służącego do nadbudowy istniejącego budynku.

1. Podział łączników stalowych w konstrukcjach drewnianych

Poniżej przedstawiono typowe rodzaje łączników stosowane w konstrukcjach drewnianych.

1.1. Łączniki sworzniowe

Łączniki tego typu pracują na zginanie i ścinanie, zapobiegając przemieszczaniu się łączonych elementów. Na powierzchni przylegania łączników sworzniowych do drewna powstają naprężenia na docisk [2]. Stanowią one podstawę do wymiarowania danych łączników, wśród których wyróżniamy m.in.: śruby, sworznie, gwoździe, klamry, zszywki oraz wkręty (rys. 1).



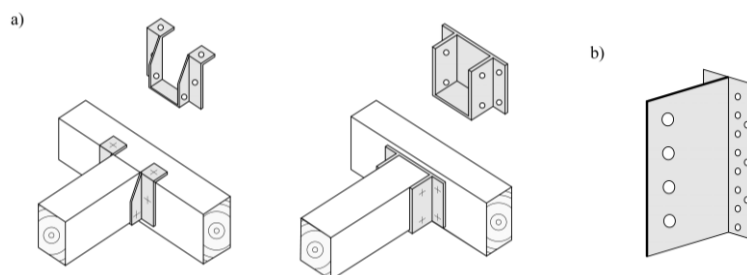
Rys. 1. Łączniki sworzniowe: a) śruba, b) sworzień, c) gwoździe, d) wkręt, e) zszywka

Łączniki tego typu dobiera się, uwzględniając siły w złączach oraz grubość łączonych elementów.

1.2. Profilowane elementy stalowe

Złącza wykorzystujące profilowane elementy stalowe stworzyły grupę połączeń, którą niektórzy producenci nazywają obecnie „okuciami”. Dzięki ich uniwersalności i możliwości dopasowania wykorzystuje się je do typowych powtarzalnych rozwiązań konstrukcyjnych (m.in. w więźbach dachowych). Wśród połączeń wykorzystujących profilowane elementy stalowe rozróżnia się złącza typu siodełkowego i nakładkowego (rys. 2). Elementy te są wytłaczane lub spawane z cienkich stalowych bądź aluminiowych blach. Wykorzystuje się je w połączeniach, które nie wymagają specjalnego przygotowania elementów drewnianych (tj. wycięć, ukosowania). Powierzchnia łączonych elementów jest prostopadła do osi podłużnej danego elementu, a łączniki przymocowywane są do drewna za pomocą gwoździ, wkrętów lub śrub. W złączach tego typu wykorzystuje się nowoczesne rodzaje gwoździ spiralnych lub kotwiących, posiadających dużą nośność na wyciąganie.

Omawiane łączniki mają zastosowanie w węzłach podporowych belek, krokwi dachowych, przegubach łuków, ram oraz konstrukcjach szkieletowych (rys. 3).



Rys. 2. Profilowane elementy stalowe: a) złącza z łącznikami typu siodełkowego, b) metalowa wkładka wpuszczona w belkę



Rys. 3. Zastosowanie złącza typu siodełkowego na przykładzie realizacji stropu [3]

1.3. Łączniki mechaniczne

Do łączników mechanicznych możemy zaliczyć wkładki wpuszczane (pierścienie metalowe) oraz wkładki wciskane (pierścienie zębate, płytki kolczaste itp.). Połączenia wykorzystujące pierścienie gładkie, wykonywane z płaskowników ze stali zwykłej, można stosować wyłącznie dla drewna o wilgotności nie większej niż 18%. Częściej stosuje się złącza na pierścienie zębate - jedno- lub dwustronne, płytki kolczaste oraz płytki gwoździowe, przenoszące siły w złączach przez docisk. Pierścienie zębate wciskane są w łączone elementy za pomocą pras hydraulicznych, które dodatkowo skręcane są śrubami umieszczonymi w osi każdego pierścienia. Przykładami takich łączników są min. pierścienie zębate Geka (rys. 4).



Rys. 4. Pierścień Geka jednostronny [4]

Płytki kolczaste oraz płytki gwoździowe, również należące do grupy łączników wciskanych, stosowane są głównie w produkcji drewnianych dźwigarów kratowych oraz w węzłach ściennych konstrukcji szkieletowych. Spośród wymienionych rodzajów wkładek wciskanych najbardziej popularne stały się płytki kolczaste.

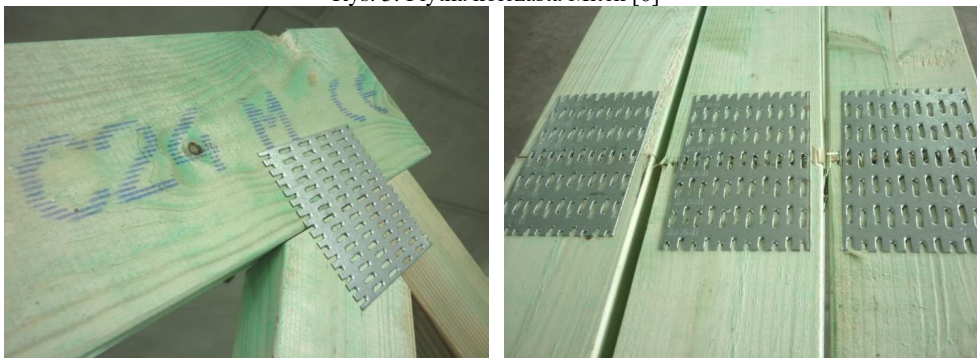
2. Płytki kolczaste jako łączniki drewnianych elementów

System łączenia konstrukcyjnych elementów drewnianych oraz drewnopochodnych za pomocą płytek kolczastych został wprowadzony w Stanach Zjednoczonych w latach 60. i jest coraz częściej wykorzystywany w nowoczesnych konstrukcjach. Płytki kolczaste (tzw. „jeże”), wykonane ze stalowej blachy (ocynkowanej lub nierdzewnej) z wytłoczonymi w niej kolcami, wciska się trwale w elementy drewniane za pomocą pras o dużym nacisku. Tego typu połączenia wykonywane są poza placem budowy. Wielkość siły docisku zależy od rodzaju płytek oraz długości gwoździ

i jest określana przez producenta płytek. Najważniejszą zaletą omawianego systemu jest zdolność płytek kolczastych do łączenia drewnianych elementów w jedną płaszczyznę. Gwarantuje to dużą siłę połączenia oraz niezmienną i możliwą do przewidzenia wytrzymałość. Odpowiednie rozmieszczenie kolców powoduje równomierny rozkład naprężeń w złączu. Technologia połączeń m.in. konstrukcji kratowych za pomocą płytek kolczastych umożliwia optymalne wykorzystanie własności statycznych tarcicy. Łączniki te nie osłabiają przekroju elementów w miejscu połączenia. Przejmują parametry statyczne oraz wytrzymałościowe drewna, dzięki czemu maleje jego zużycie. Technologia wykorzystująca płytki kolczaste znajduje zastosowanie również w konstrukcjach nośnych domów jednorodzinnych, dachów hal przemysłowych, sportowych, pawilonów handlowych oraz innych obiektów użyteczności publicznej. Można je zastosować również w różnego rodzaju opakowaniach transportowych. Jedną z najbardziej znanych marek płytek kolczastych są płytki łącznikowe Mitek (rys. 5 i 6). Przejmują równomiernie obciążenie z jednego elementu i przenoszą je na stykający się z nim drugi element [5]. Dzięki unikaniu koncentracji naprężeń w tego typu płytkach możliwe jest uzyskanie połączeń tak wytrzymałych jak samo drewno [5].



Rys. 5. Płytki kolczaste Mitek [6]



Rys. 6. Połączenie elementów więzara za pomocą płytek kolczastych Mitek [6]

3. Przykład obliczeniowy wykorzystania płytek kolczastych do łączenia drewnianych elementów więzara

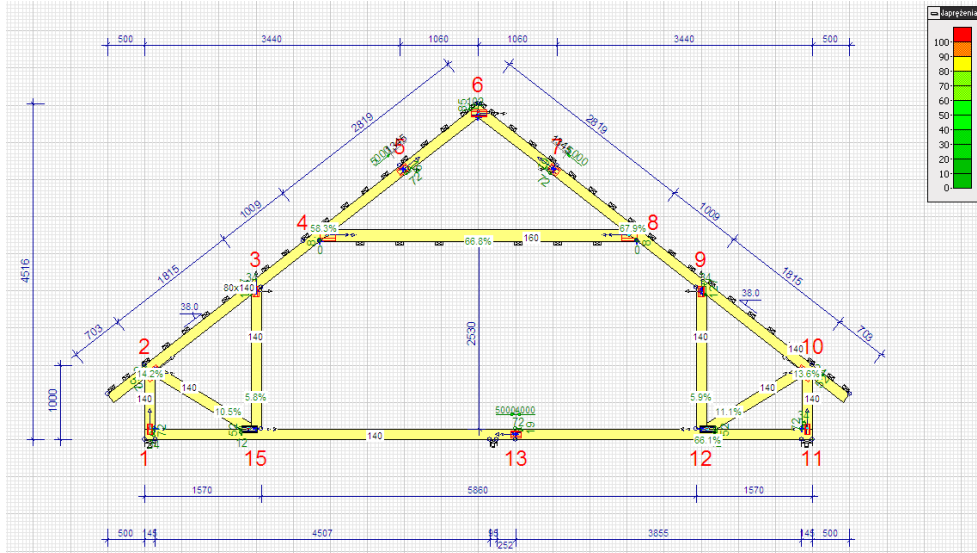
Zalety technologii łączenia płytkami kolczastymi prefabrykowanych więzarów z litego drewna stają się widoczne przy nadbudowach na płaskich dachach. Elementy tarcicy łączy się, wprasowując w nie płytki kolczaste, co pozwala na uzyskanie dowolnego kształtu więzarów dachowych. Daje to możliwość dostosowywania nadbudowy do otaczających budynków oraz spełniania warunków zabudowy. Zastanawiając się nad koniecznością nadbudowy istniejącego już budynku, racjonalnym rozwiązaniem staje się zastosowanie więzarów attykowych, których elementy połączone będą płytkami kolczastymi. Dzięki takiemu rozwiązaniu obciążenia działające na stropodach oraz fundamenty obiektu wzrosną nieznacznie. Poprawiając architekturę tego budynku, zwiększymy również funkcjonalną powierzchnię użytkową, gdyż więzary dają maksymalną możliwość wykorzystania przestrzeni na poddaszu oraz dowolność jej podziału na pomieszczenia.

W celu zbadania takiego rozwiązania przeprowadzono obliczenia w programie TrussCon projekt 2D, służącym do analizy statycznej i wymiarowania drewnianych więzarów łączonych płytkami kolczastymi. Po wybraniu z biblioteki programu odpowiedniego kształtu więzara definiuje się odpowiednie obciążenia (rys. 7).

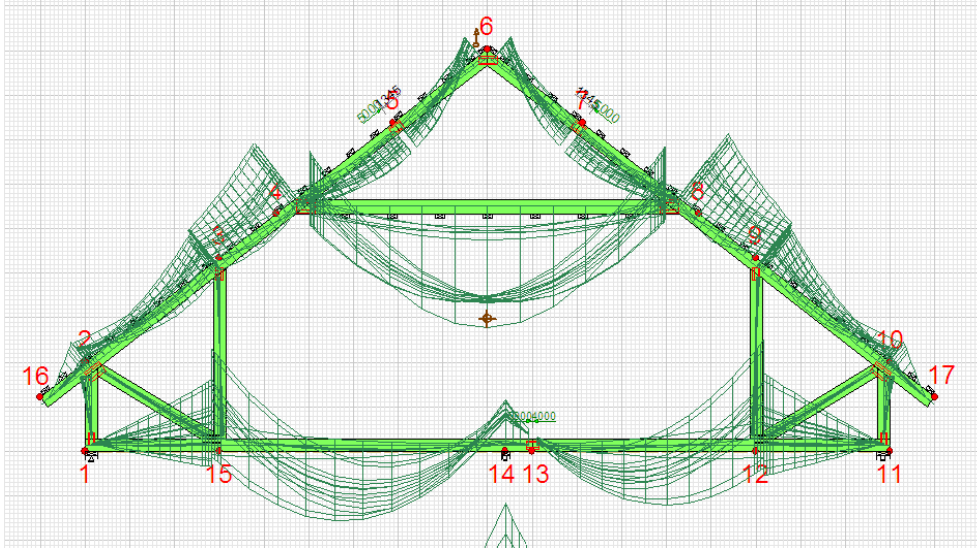
W programie utworzona zostaje kombinatoryka obciążeń: ciężarem konstrukcji, wiatrem, śniegiem oraz obciążeniami użytkowymi. Dzięki temu do dalszych obliczeń wytrzymałościowych tarcicy uzyskuje się wariant najbardziej niekorzystny, przy czym najbezpieczniejszy dla elementów konstrukcji [7]. Po takim zdefiniowaniu więzara program przeprowadza obliczenia wytrzymałościowe wg zadanych obciążeń (rys. 8).

Tarcica obliczana jest w programie metodą elementów skończonych przy użyciu wcześniej przyjętych przekrojów. Po dokonaniu analizy wytrzymałościowej program optymalizuje konstrukcję, zmniejszając przekroje mniej wyťažonych elementów więzarów. W tym samym czasie wykonane zostają wszystkie wykresy sił

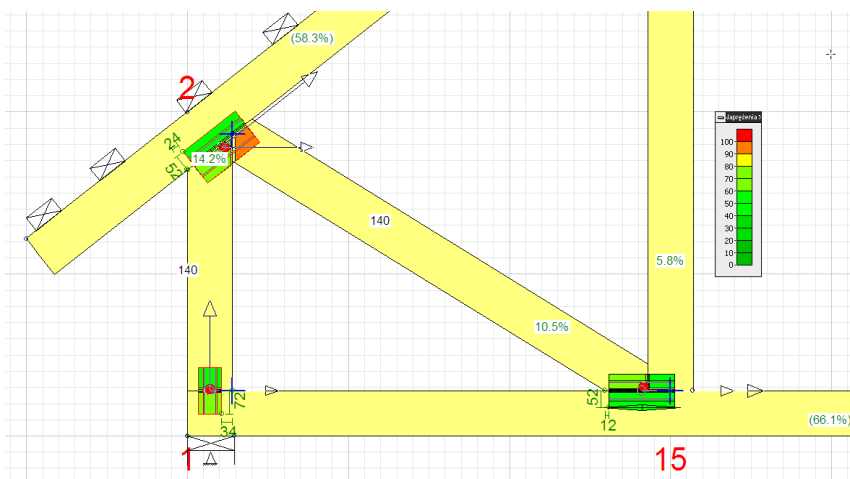
wewnętrznych powstałych w prętach więzara [7]. Po zwymiarowaniu konstrukcji automatycznie dochodzi do projektowania połączenia. Na podstawie analizy wytrzymałościowej konstrukcji oraz opierając się na aktualnych normach do projektowania konstrukcji drewnianych, program przechodzi do wyboru rodzaju płyty i jej optymalnego położenia.



Rys. 7. Przyjęta geometria więzara - TrussCon 2D



Rys. 8. Wykresy momentów gięcych dla wszystkich kombinacji obciążeń projektowanego więzara



Rys. 9. Rezultaty obliczeń płytek w węzłach

W zależności od lokalizacji płytki kolczastej sprawdzane są: zakotwienie kołców w tarcicy oraz wytrzymałość płytki (rys. 9). Wyniki przedstawione są w postaci graficznej przy użyciu kolorów oraz w postaci tabeli rezultatów obliczeń w węzłach. Z tabeli oraz z grafiki odczytuje się najbardziej niekorzystną kombinację obciążeń, wpływającą na połączenie oraz procentowe wykorzystanie nośności połączenia. Oprogramowanie Mitek Industries poza wygenerowaniem geometrii więzarów, dobraniu przekrojów tarcicy oraz łączników w węzłach tworzy również dokładną dokumentację warsztatową na poszczególne stanowiska linii produkcyjnej oraz wycenę całej konstrukcji dachowej.

Wnioski

Bardzo ważnym czynnikiem przy doborze rozwiązań konstrukcyjnych danej inwestycji jest koszt jej realizacji. Już na etapie projektowania należy podjąć decyzję dotyczącą sposobu łączenia elementów drewnianych, można również wprowadzić dodatkowe wzmocnienie elementów drewnianych za pomocą cięgien stalowych [8] i ewentualnie wykonać zbrojenia takich elementów kompozytami włóknistymi [9]. W pracy zastanawiano się nad optymalnym dobraniem łączników, dającym możliwość jak najmniejszego zużycia tarcicy, a co za tym idzie, zmniejszenia kosztów wykonania konstrukcji. W celu rozbudowy istniejącego budynku optymalnym rozwiązaniem było przyjęcie więzara attykowego na stropie, którego poszczególne elementy połączono płytkami kolczastymi. Dzięki nowoczesnemu oprogramowaniu RoofCon/TrussCon uzyskano optymalne przekroje elementów więzara oraz odpowiednio dobrane płytki kolczaste, tworzące bezpieczne i wytrzymałe połączenie poszczególnych elementów. Uzyskano lekki szkielet drewniany, dający możliwość wykorzystania przestrzeni na poddaszu. Dodatkowo, przeprowa-

dzając obliczenia w wymienionym programie, uzyskano dokumentację warsztatową, co również eliminuje koszty produkcji konstrukcji oraz wpływa na jej jakość.

Literatura

- [1] Kisielewicz B., Kram D., Łączniki i połączenia we współczesnych konstrukcjach drewnianych przepustką do różnych form architektonicznych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Zeszyt 11.
- [2] Kotwica J., Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym, Arkady, Warszawa 2004.
- [3] Dz - Konstrukcje budowlane.
- [4] www.metalpedia.pl
- [5] www.mitek.pl
- [6] www.wiazar-system.pl
- [7] Major M., Major I., Trusses at Mitek technology - effective solution of the roof structures, Proceedings of the 4th International Conference on Contemporary Problems in Architecture and Construction, Sustainable Building Industry of the Future, Eds. J. Rajczyk, A. Pabian, September 24-27, 2012, Czestochowa, Poland, Vol. 1.
- [8] Major M., Major I., Wzmocnienie 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, Czestochowa 2008, 124-128.
- [9] Major M., Major I., Zasady zbrojenia drewnianych elementów zginanych kompozytami włóknistymi. Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Czestochowa 2007, 133-136.

Streszczenie

Duży i szybki rozwój konstrukcji drewnianych powoduje konieczność poszukiwania coraz nowszych trwalszych połączeń. W pracy przedstawiono rodzaje łączników stalowych używanych do łączenia drewnianych oraz drewnopochodnych elementów konstrukcyjnych. Zaprezentowano przykłady zastosowania i wykorzystania płytek kolczastych, wprowadzonych do użytku w latach 60. W pracy poszukiwano optymalnego połączenia elementów więzara dachowego, służącego do nadbudowy istniejącego budynku.

Steel fasteners in timber structures

Abstract

Large and fast development of timber construction gives rise to the need for search for new durable connections. This paper presented types of steel fasteners used to connect timber and wood - based structural elements. Presented examples of the application and use of spiky plates, introduced for use in the 60 s. The paper looked for the optimal combination of roof truss elements used for the superstructure of the existing building.