

Konstrukcje drewniane

NOWOCZESNE

ZŁĄCZA I ŁĄCZNIKI

dr inż. Janusz Brol
Politechnika Śląska, Katedra Inżynierii Budowlanej

Warsztat pracy projektanta konstrukcji drewnianych nieodzownie ujmować musi umiejętność projektowania połączeń. Bez tej wiedzy można projektować jedynie proste układy belkowe wolno podparte.

Pomimo dominacji żelbetu i stali drewno znów przeżywa swój renesans i jest chętnie stosowanym materiałem konstrukcyjnym przy wznoszeniu budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej, a szczególnie obiektów sportowych. Wraz z rozwojem technologii przetwarzania drewna powstało wiele materiałów drewnopochodnych, które z powodzeniem zaczęto wykorzystywać w budownictwie, a pojawienie się nowych typów łączników przyczyniało się zawsze do wzrostu zastosowań konstrukcji drewnianych w budownictwie.

Ze względu na prostotę wykonania i szerokie możliwości stosowania bardzo popularne w konstrukcjach drewnianych są łączniki trzpieniowe do których zaliczamy: gwoździe, wkręty, śruby, sworznie i zszywki. Łączniki te, zaliczane do grupy łączników podatnych, nadal są rozwijane – szczególnie rozwiązania złącz z udziałem łączników trzpieniowych. Przykładem rozwoju połączeń z udziałem łączników trzpieniowych są połączenia drewna z wykorzystaniem profilowanych elementów metalowych z złączu. W artykule przedstawiono również połączenia na płytki kolczone oraz pierścienie.

Zmiany w wyznaczaniu nośności złącz trzpieniowych

Norma PN-EN 1995-1-1 czyli Eurokod 5 [1] wprowadziła kilka zmian w sposobie wyznaczania nośności połączeń trzpieniowych w stosunku do normy PN-B-03150:2000, która była już w dużym stopniu zgodna z ówczesnym EC5. Nie zmieniły się ogólne reguły analizowania postaci zmieszczania z podziałem na jednocięte i dwucięte (wielocięte) oraz z podziałem na złącza drewno-drewno i płyta-drewno oraz stal-drewno.

Główną zmianą wprowadzoną do EC5 [1] jest określanie najpierw nośności charakterystycznej metalowych łączników trzpieniowych, odniesionych do jednej płaszczyzny ścinania i do jednego łącznika, a nastę-

nie dopiero nośności obliczeniowej. W normie PN-B-03150:2000 określano od razu nośność obliczeniową. W związku z tym do wzorów, odpowiadającym odpowiednim postaciom zniszczenia, należy wprowadzić wytrzymałości charakterystyczne na docisk do elementu złącza oraz moment charakterystyczny uplastycznienia łącznika.

Główną zmianą w wyznaczaniu nośności łącznika we wzorach odpowiadających postaci zniszczenia z uwagi na uplastycznienie stalowego trzpienia lub obrotowi łącznika jest uwzględnienie w nośności połączenia tzw. „efektu liny” – drugi składnik ($F_{ax,Rk}/4$) prawej części wzorów (wzory 2 a-f i 4 a-d). Udział ten należy ograniczyć do następujących wartości procentowych, liczonych w stosunku do części odpowiadającej teorii Johansena (pierwszy człon prawej części wzoru): gwoździe okrągłe 15%, gwoździe kwadratowe i profilowane 25%, inne gwoździe 50%, wkręty 100%, śruby 25%, sworznie 0%.

Jeżeli $F_{ax,Rk}/4$ jest nieznaną, udział efektu liny w nośności należy pominać.

Porównanie wzorów do obliczania nośności łączników trzpieniowych w odniesieniu do jednego łącznika i jednej płaszczyzny ścinania wg PN-B-03150:2000 i [1] przedstawiono odpowiednio we wzorach (1 a-f) oraz (2 a-f). Ograniczono się przy tym do złączy drewno-drewno jednociętych i dwuciętych (wielociętych). Zmiany zaznaczono poprzez pogrubienie czcionki we wzorach (2 a-f i 4 a-d). Odpowiednie oznaczenie literowe we wzorach (1 a-f) i (2 a-f) odpowiada oznaczeniu literowemu rodzaju zniszczenia przedstawionemu na rys. 1 dla połączeń jednociętych i analogicznie we wzorach (3 a-b) i (4 a-b) – dla połączeń wielociętych przedstawionych na rys. 2. Analogiczne zmiany wprowadzono w wzorach do obliczeń połączeń stal-drewno.

Było wg PN-B-03150:2000:

$$\begin{aligned}
 & f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d & (1a) \\
 & f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta & (1b) \\
 & \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] & (1c) \\
 R_d = \min & \left\{ 1,1 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \right. & (1d) \\
 & 1,1 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] & (1e) \\
 & \left. 1,1 \cdot \frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} \right. & (1f)
 \end{aligned}$$

Jest wg PN-EN 1995-1-1 czyli Eurokod 5:

$$\begin{aligned}
 & f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d & (2a) \\
 & f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d & (2b) \\
 & \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (2c) \\
 F_{v,Rk} = \min & \left[1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right. & (2d) \\
 & \left. 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1+2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1+2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2} - \beta} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right. & (2e) \\
 & \left. 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] & (2f)
 \end{aligned}$$

gdzie:

$f_{h,1,k}, f_{h,2,k}$ – wytrzymałość charakterystyczna na docisk w elementach o grubości t_1, t_2 ,

$M_{y,Rk}$ – moment charakterystyczny uplastycznienia łącznika,

$F_{ax,Rk}$ – nośność charakterystyczna łącznika na wyciąganie,

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$$

Było wg PN-B-03150:2000:

$$\begin{aligned}
 & f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d & (3a) \\
 & 0,5 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta & (3b) \\
 R_d = \min & \left[1,1 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} \right] \right. & (3c) \\
 & \left. 1,1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} \right] & (3d)
 \end{aligned}$$

Jest wg PN-EN 1995-1-1 czyli Eurokod 5:

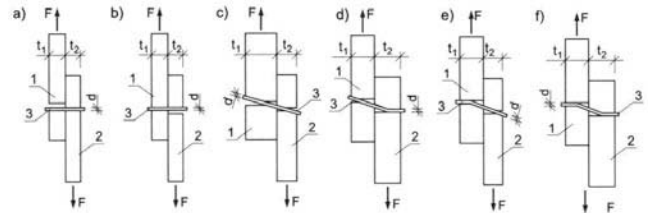
$$\begin{aligned}
 & f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d & (4a) \\
 & 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d & (4b) \\
 F_{v,Rk} = \min & \left[1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right. & (4c) \\
 & \left. 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] & (4d)
 \end{aligned}$$

Zgodnie z normą [1] należy uwzględnić również wpływ, jaki na nośność złączy stal-drewno, usytuowanych przy końcach elementu drewnianego, ma możliwość zniszczenia po obwodzie powierzchni utworzonej przez grupę łączników (rys. 3). Metodę określenia nośności grupy łączników podano w Załączniku A (informacyjnym) normy [1].

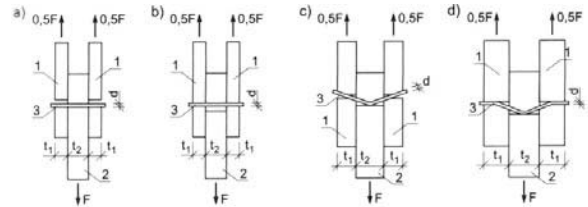
Połączenia na płytce kolczaste

W historii konstrukcji drewnianych, w szczególności szkieletowych, problemem konstrukcyjnym było zawsze uzyskanie wytrzymałych i ekonomicznie uzasadnionych połączeń elementów. Dobre połączenie powinno zapewniać przeniesienie sił takiego samego rzędu jak te, które występują w łączonych elementach, bez względu na lokalne wady drewna. W połączeniach nie powinny pojawiać się zbyt duże koncentracje naprężeń prowadzące do zniszczeń struktury drewna. Łączenie tarcicy w jednej płaszczyźnie powinno być uproszczone. Łącznik powinien cechować się niskim kosztem oraz trwałością.

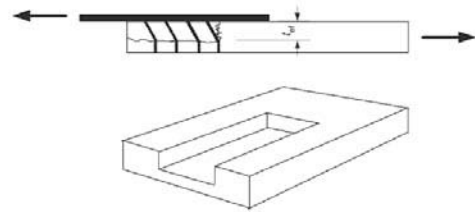
Wymienione wymagania spełnia łącznik w postaci płytki kolczastej. Jest to łącznik w postaci płyty z blachy stalowej (zabezpieczonej przed korozją przez ocynkowanie, względnie z blachy nierdzewnej), w której są wytłoczone kolce nachylone do powierzchni płytki pod kątem zbliżonym do 90 stopni (rys. 4). Płytki jest wciskana w drewniane elementy konstrukcji za pomocą pras o dużym nacisku (do 500 kN) i w ten sposób powstaje trwałe połączenie (rys. 5). Nie wolno płytek kolczastych wbijać lub dobijać młotkiem.



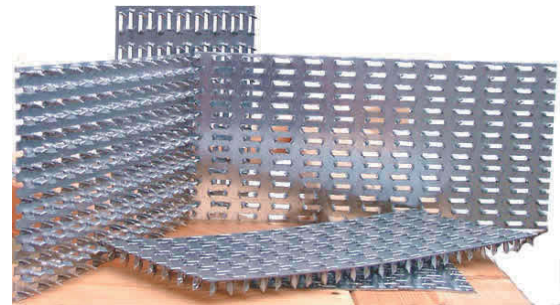
Rys. 1. Rodzaje zniszczeń złączy jednociętych elementów z drewna i płyt drewnopochodnych [10]; 1 i 2 – element drewniany lub drewnopochodny, 3 – łącznik trzpieniowy, t_1, t_2 – grubość elementów złączy



Rys. 2. Rodzaje zniszczeń złączy wielociętych elementów z drewna i płyt drewnopochodnych [10]; 1 i 2 – element drewniany lub drewnopochodny, 3 – łącznik trzpieniowy, t_1, t_2 – grubość elementów złączy



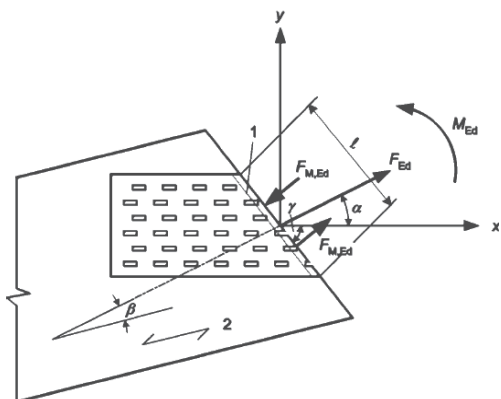
Rys. 3. Przykład zniszczenia elementu w następstwie ścinania blokowego [1]



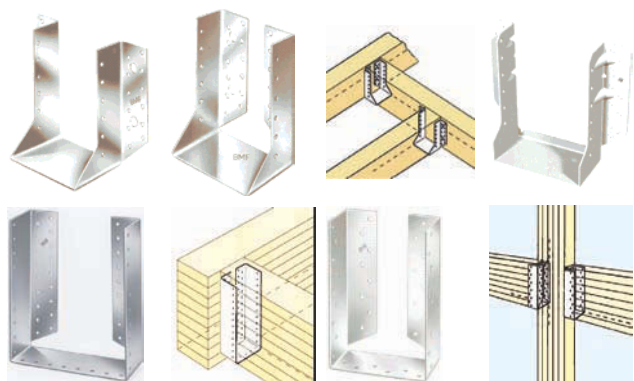
Rys. 4. Płytki kolczaste [5]



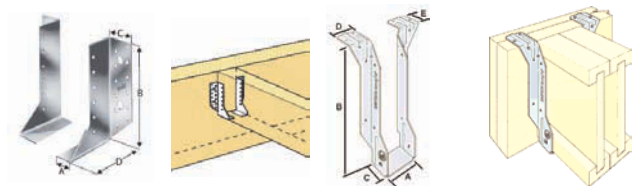
Rys. 5. Płytki kolczaste [5]



Rys. 6. Geometria płytki kolczastej obciążonej siłą $F_{M,Ed}$ i momentem M_{Ed} [1]
1 - Granica powierzchni efektywnej, 2 - Kierunek włókien

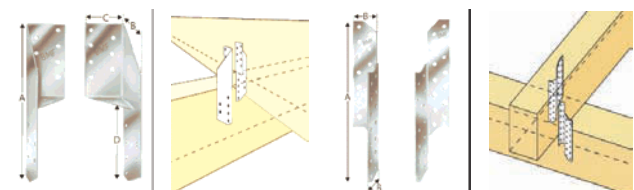


Rys. 7. Wsporniki belek [11]



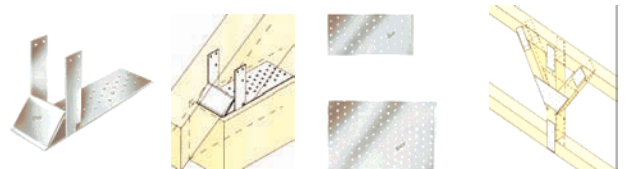
Rys. 8. Wsporniki belek dzielony [11]

Rys. 9. Wspornik - wieszak belek [11]



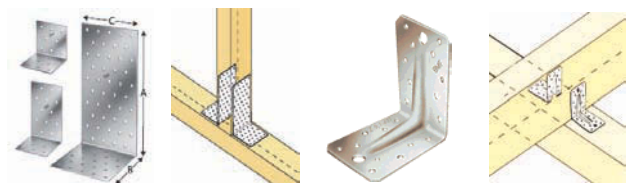
Rys. 10. Złączka uniwersalna [11]

Rys. 11. Złączka krokwiowo-płatwiowa [11]



Rys. 12. Wspornik krokwiowy [11]

Rys. 13. Blachy perforowane [11]



Rys. 14. Złączka kątowne z blachy perforowanej [11]

Rys. 15. Złączka kątowne wzmocnione [11]

PŁYTKI KOLCZASTE DMX®



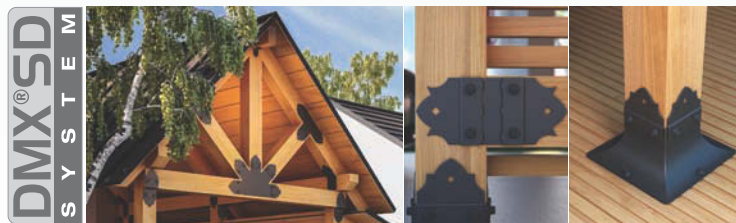
WKRĘTY CIESIELSKIE DMX®



ŁĄCZNIKI DO DREWNA DMX®



W naszej ofercie znajdziecie Państwo m.in. dekoracyjne łączniki do drewna DMX® SD



www.dmxsystem.com

domax

Producent łączników do drewna:
DOMAX Sp z o.o.

Łężyce al. Parku Krajobrazowego 109, 84-207 Koleczkowo
tel. +48 58 665 82 22, fax +48 58 665 81 20, domax@domax.com

Główne zalety płytek kolczastych to:

- połączenia o gwarantowanej nośności nawet w przypadku lokalnych wad drewna,
- przenoszenie obciążeń przez wiele zintegrowanych kolców,
- prosta procedura doboru nośności i rodzaju łącznika,
- zdolność łączenia elementów prętowych w jedną płaszczyznę,
- możliwość tworzenia struktur przestrzennych,
- prosta technologia produkcji konstrukcji prefabrykowanych,
- stosunkowo niski koszt łączników.

Obliczenia połączeń na płytce kolczaste

Postanowienia ogólne, obliczanie nośności płytek oraz sprawdzenie nośności złącza zamieszczono w punkcie 8.8 normy [1]. Geometrię złącza na płytce kolczaste jednostronne przedstawia rysunek 6.

Przy określeniu nośności zakotwienia płytki sprawdzamy naprężenia obliczeniowe w pojedynczej płytce $\tau_{F,d}$ wywołane siłą F_{Ed} oraz naprężenia $\tau_{M,d}$ wywołane siłą M_{Ed} zgodnie ze wzorami:

$$\tau_{F,d} = \frac{F_{A,Ed}}{A_{ef}} \quad (5)$$

$$\tau_{M,d} = \frac{M_{A,Ed}}{W_p} \quad (6)$$

W_p – można w zachowawczym przybliżeniu, obliczyć wg:

$$W_p = \frac{A_{ef}d}{4} \quad (7)$$

gdzie:

$F_{A,Ed}$ – siła obliczeniowa przyłożona w środku ciężkości efektywnej powierzchni pojedynczej płytki (tzn. połowa całkowitej siły w elemencie drewnianym),

$M_{A,Ed}$ – moment obliczeniowy działający na pojedynczą płytkę, przyłożony w środku powierzchni efektywnej,

A_{ef} – efektywna powierzchnia płytki,

h_{ef} – maksymalna wysokość powierzchni efektywnej zakotwienia, prostopadła do największego wymiaru płytki.

$$d = \sqrt{\left(\frac{A_{ef}}{h_{ef}}\right)^2 + h_{ef}^2} \quad (8)$$

Nośność płytek sprawdza się z warunku (8.55) normy [1]

$$\left(\frac{F_{x,Ed}}{F_{x,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{y,Ed}}{F_{y,Rd}}\right)^2 \leq 1 \quad (9)$$

gdzie:

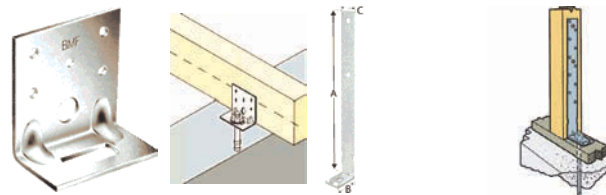
$F_{x,Ed}$ i $F_{y,Ed}$ – siły obliczeniowe działające w kierunku x i y,

$F_{x,Rd}$ i $F_{y,Rd}$ – odpowiednie nośności obliczeniowe płytek, Ich wartości określa się na podstawie maksymalnych nośności w przekrojach równoległych lub prostopadłych do głównych osi płytki.

Złącza z profilowanymi elementami metalowymi

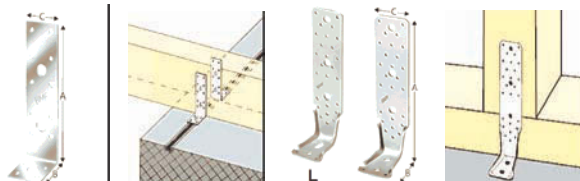
Złącza z profilowanymi elementami metalowymi to proste i szybkie sposoby łączenia elementów, zarówno z drewna litego jak i z drewna klejonego warstwowo. Odpowiednio wyprofilowane blachy stalowe z przygotowanymi otworami na gwoździe lub wkręty oraz niekiedy również z otworami na śruby, w prosty sposób umożliwiają połączenie elementów konstrukcji. Najszerszą grupę złącz stanowią złącza wykonane z blachy o grubości 2 lub 2,5 mm, zwane potocznie „złączami cieśliskimi”.

Złącza te są wyposażone w wiele otworów na gwoździe. To, w które otwory trzeba wbić gwoździe/wkręty lub mocować śruby zależy od przekroju poprzecznego drewna, od kierunku włókien oraz kierunku i wielkości działania siły. Minimalne odległości pomiędzy łącznikami, które należy zachować, podano w normie [1]. Złącza te produkowane są przez wielu producentów w bardzo wielu typach i rozmiarach.

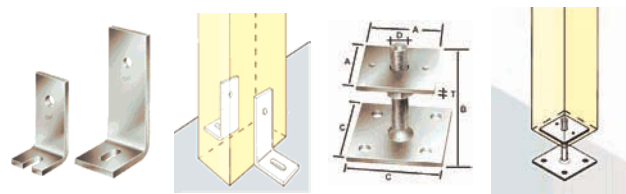


Rys. 16. Złącza kątowe regulowane [11]

Rys. 17. Kotły do betonu [11]

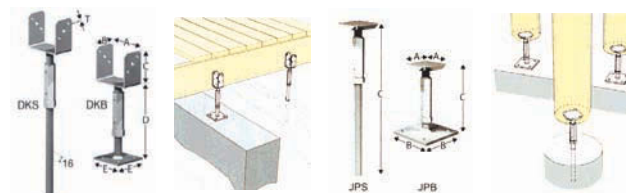


Rys. 18. Złącza kątowe [32]

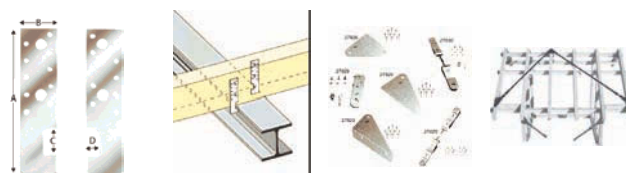


Rys. 19. Kątowniki do betonu [11]

Rys. 20. Stopka [11]

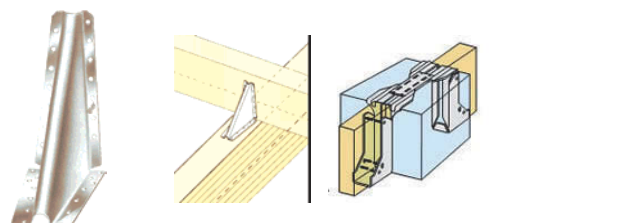


Rys. 21. Wsporniki stupa [11]



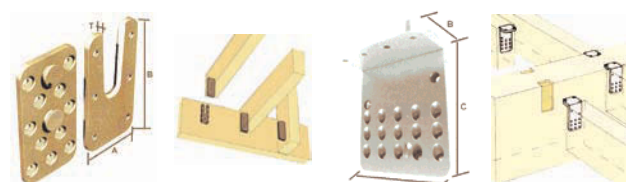
Rys. 22. Kotły do belek stalowych [11]

Rys. 23. System stężeń wiatrowych [11]

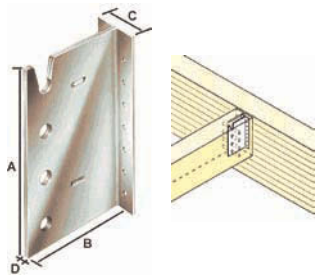


Rys. 24. Knagi [11]

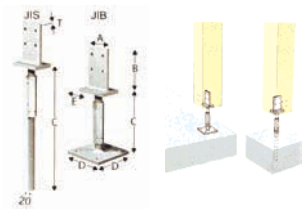
Rys. 25. Wieszak do muru [12]



Rys. 26. Wsporniki belek ukryte [11]



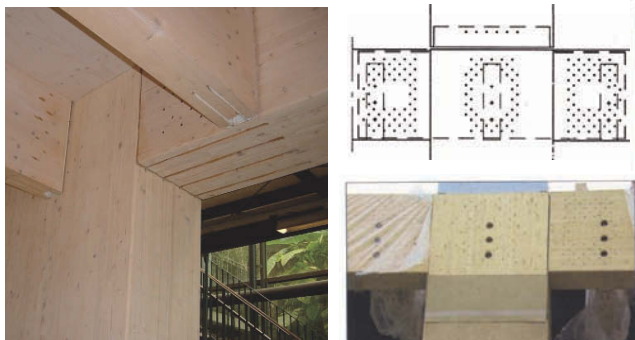
Rys. 27. Wspornik belki [11]



Rys. 28. Wsporniki stupa [11]



Rys. 33. Przykład z blachami węzłowymi częściowo ukrytymi w węzłach kratownicy [14]



Rys. 29. Przykład połączenia sworzniowego z ukrytymi łącznikami (blachami), u góry widok gotowego węzła, na dole schemat oraz etap montażu. [9]



Rys. 34. Proste też może być piękne [14]



Rys. 30. Ciekawie rozwiązanie węzła, okucia stalowe połączone na łączniki sworzniowe [9]



Rys. 35. Przykłady blach węzłowych o charakterze ozdobnym [14]



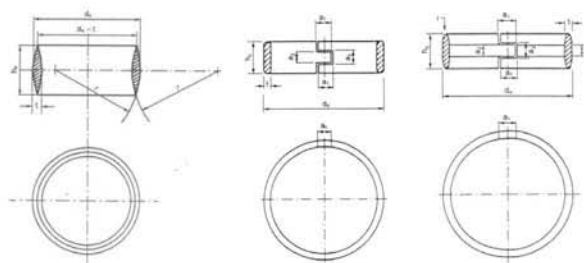
Rys. 31. Połączenia na sworznie i śruby [13]



Rys. 36. Przykłady blach węzłowych o charakterze ozdobnym [14]



Rys. 32. Przykład z blachami węzłowymi ukrytymi w węzłach kratownicy [14]



Rys. 37. Pierścienie gładkie typ A [15]

Zmiany w wyznaczaniu nośności złącz trzpieniowych wg PN-EN 1995-1-1 czyli Eurokod 5 w stosunku do normy PN-B-03150:2000:

Do wzorów, odpowiadającym odpowiednim postaciom zniszczenia, należy wprowadzać wytrzymałości charakterystyczne na docisk do elementu złącza oraz moment charakterystyczny uplastycznienia łącznika.

Wg normy [1] tylko te o grubości stali co najmniej 2 mm można stosować w konstrukcjach. Niektórzy z producentów podają w swoich katalogach także nośności łączników oraz zasady obliczeń poszczególnych rodzajów złącz.

Przykładowe rodzaje złączy stalowych i ich przykładowe zastosowanie pokazano na rysunkach. Na rys. 5-15 przedstawiono przykłady złącza do wykonywania połączeń drewno-drewno. Przykłady połączeń drewno-beton przedstawiono na rys. 16-21. Oprócz łączników do połączeń drewno-drewno i drewno-stal produkowane są także łączniki do połączeń drewno-mur – przykład takiego łącznika pokazano na rysunku.

Od wyobraźni i wiedzy projektanta zależy nie tylko bezpieczeństwo konstrukcji, ale również estetyka połączenia.

25. W miejscach, gdzie potrzeba silniejszego podparcia lub zagrożenia przechytem, wykorzystuje się knagi (rys. 24).

Coraz częściej wykonuje się połączenia konstrukcji drewnianych o niewidocznych elementach stalowych w połączeniu. Grubość stosowanych blach wynosi od kilku do kilkunastu milimetrów. W przypadku połączenia elementu stalowego do poboczniczy lub czoła belki wykorzystuje się głównie wkręty (rys. 26.), natomiast w rozwiązaniach z blachą wpuszczoną wewnątrz przekroju (zazwyczaj równoległe do włókien) wykorzystuje się sworznie i śruby jako łączniki blachy z drewnem. Przykładem połączenia tylko na sworznie może być tutaj typowy wspornik belki drugorzędnej (rys. 27.). Sworznie często jest nieznacznie pogrubiony w środku długości co powoduje zakleszczenie sworzni we wsporniku i uniemożliwia jego wypadnięcie. Wg normy PN-B-03150:2000 w połączeniach na sworznie, w których występują siły rozciągające z jednej strony styku liczba sworzni nie powinna być mniejsza niż 4 i co najmniej 1/4 liczby sworzni należy zastąpić śrubami o tej samej średnicy. Minimalna liczba śrub ściągających w złączach rozciąganych wynosi 3, a w ścisakach 2 po każdej stronie styku. W normie [1] brak takiego wymogu, niemniej jednak stosowanie śrub w połączeniu rozciąganych na sworznie to konieczność. Przykład takiego połączenia sworzniowego z dodatkowymi śrubami przedstawiono na rys. 28.

Połączenie z elementami stalowymi ukrytymi jest rozwiązaniem trudniejszym wykonawczo, wymagającym precyzyjnego wykonania gniazd i otworów w łączonych elementach. Rozwiązania te zaleca się wykonywać w połączeniach widocznych, szczególnie tam, gdzie walory estetyczne mają szczególne znaczenie. Przykłady rozwiązań węzłów z blachami stalowymi ukrytymi częściowo lub całkowicie pokazano na rys. 26-30.

Wykonywanie połączeń jest w pewnym stopniu sztuką. To od wyobraźni i wiedzy projektanta zależy nie tylko bezpieczeństwo konstrukcji, lecz także estetyka połączenia. W artykule przedstawiono również kilka propozycji z zewnętrznymi blachami węzłowymi, które umiejętnie zastosowane mogą stanowić ozdobę konstrukcji.

Połączenia na pierścienie

Złącza na pierścienie wykonuje się wtedy, gdy chcemy uzyskać większą sztywność w węźle lub występują bardzo duże siły w połączeniu.

W normie PN-B-03150:2000 nie podano żadnych reguł projektowania złączy na pierścienie zębate. Zgodnie z normą PN-B-03150:2000 w złączach mogą być wykorzystywane pierścienie zębate dopuszczone do stosowania w budownictwie, a nośność, rozmieszczenie i moduł podatności pierścienia należy przyjmować według danych producenta, potwierdzonych w dokumentach dopuszczających je do stosowania w budownictwie.

W normie EN-PN 1995-1-1:2010 [1] zawarto zasady wyznaczenia nośności i minimalne rozstawy pierścieni z podziałem na:

- pierścienie gładkie i płaskie kołnierzowe,
- wkładki zębate.

Połączenia na pierścienie gładkie i płaskie kołnierzowe

Pierścienie gładkie i płaskie kołnierzowe, typ A lub B o średnicy nie większej od 200 mm, nośność charakterystyczną pierścieni przy obciążeniu wzdłuż włókien $F_{v,0,Rk}$ w odniesieniu do pojedynczego łącznika i jednej płaszczyzny ścinania, wyznaczamy ze wzoru (10).

$$F_{v,0,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_1 k_2 k_3 k_4 (35 d_c^{1,5}) \\ k_1 k_3 h_e (31,5 d_c) \end{array} \right. \quad (10)$$

gdzie:

- $F_{v,0,Rk}$ – nośność charakterystyczna pierścienia wzdłuż włókien, w KN,
- d_c – średnica pierścienia (w mm)
- h_e – zagłębienie pierścienia w drewnie (w mm)
- k_i – współczynniki modyfikacyjne, gdzie $i =$ od 1 do 4, zdefiniowane w [1].

Połączenia na wkładki zębate

Nośność charakterystyczną złączy na wkładki zębate należy określać jako sumę nośności charakterystycznej samej wkładki i nośności charakterystycznej śruby ściągającej. Nośność charakterystyczną $F_{v,Rk}$ wkładki zębatej należącej do łączników typu C, (łączniki jednostronne: typ C2, C4, C7, C9, C11, dwustronne: C1, C3, C5, C6, C8, C10), należy określać ze wzoru (11).

$$F_{v,0,Rk} = \begin{cases} 18 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5} & \text{dla łączników C1 do C9} \\ 25 k_1 k_2 k_3 (31,5 d_c) & \text{dla łączników C10 i C11} \end{cases} \quad (11)$$

gdzie:

- $F_{v,0,Rk}$ – nośność charakterystyczna pierścienia wzdłuż włókien, w KN,
- d_c – średnica wkładki (w mm) dla typu C1, C2, C6, C7, C10, C11,
- długość boku wkładki (w mm) dla typu C5, C8, C9,
- pierwiastek iloczynu długości boków wkładki (w mm) dla typu C3, C4,
- k_i – współczynniki modyfikacyjne, gdzie $i =$ od 1 do 3, zdefiniowane w [1].

Literatura:

- [1] Norma PN-EN 1995-1-1: kwiecień 2010 Eurokod 5. Projektowanie konstrukcji drewnianych, część 1-1: postanowienia ogólne, Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
- [2] Materiały firmy Finforest,
- [3] Materiały firmy Steico,
- [4] Materiały Kronopol,
- [5] Materiały firmy Mitek,
- [6] Materiały firmy Kasper Polska,
- [7] <http://www.gathering.org>
- [8] <http://en.structurae.de/photos/>
- [9] Materiały udostępnione przez prof. R. Kiigera z Chalmers University of Technology, Goeteborg, Szwecja
- [10] Kotwica J., Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym, wydawnictwo Arkady, Warszawa 2004.
- [11] Materiały firmy Simpson StrongTie,
- [12] Materiały firmy MultiGrip,
- [13] Materiały udostępnione przez firmę Buchacher,
- [14] www.utsdesign.com
- [15] Norma PN-EN 912. Łączniki do drewna. Dane techniczne łączników stosowanych w konstrukcjach drewnianych.

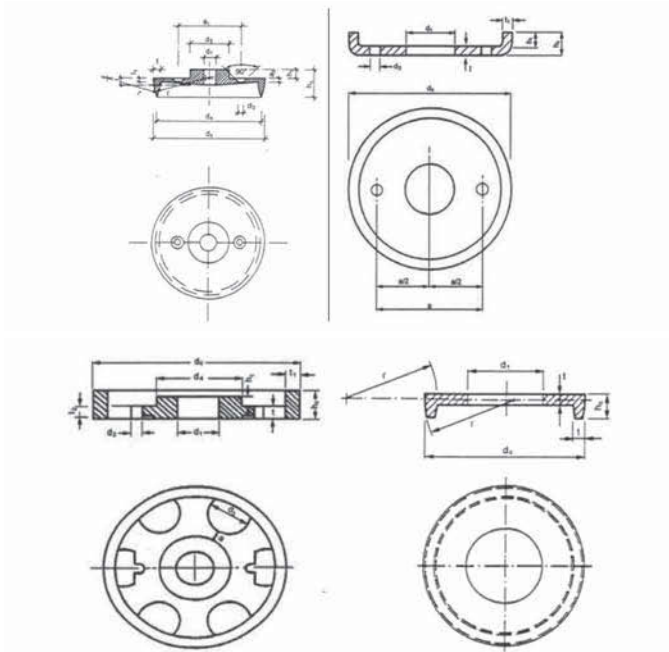
Niewiele trzeba
by pomóc,
wystarczy Twój
1%

KRS 0000 056 901

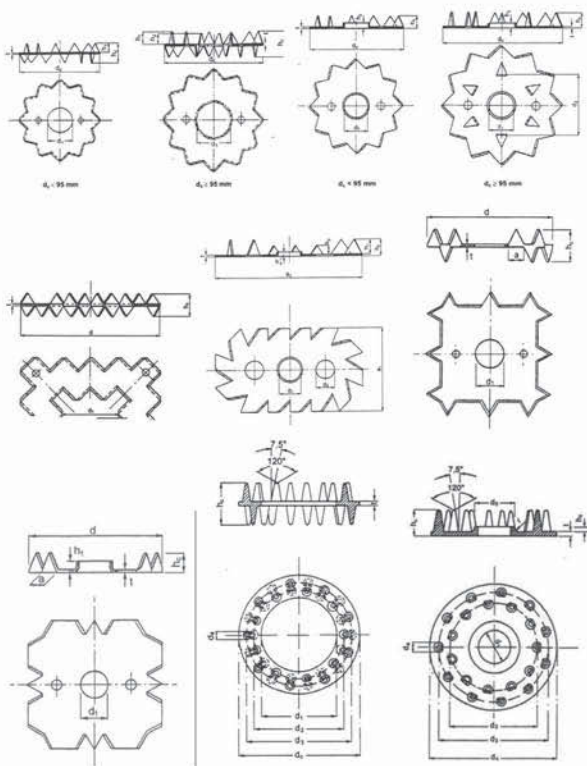


**SOS WIOSKI
DZIECIĘCE**

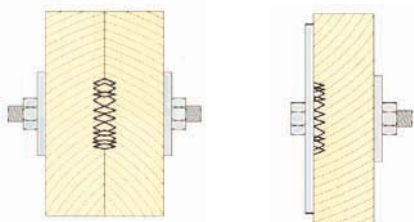
www.wioskisos.org



Rys. 38. Pierścienie kołnierzowe typ B [15]



Rys. 39. Wkładki zębate typ C [15]



Rys. 40. Przekrój przez węzeł z wkładką zębatą dwustronna i jednostronną. [11]

