



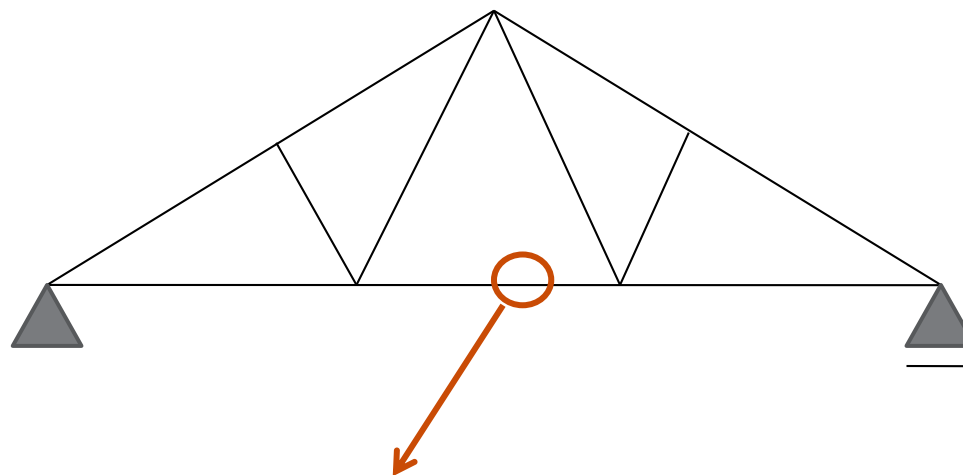
# ĆWICZENIE 1

2016 / 2017

Zespół Konstrukcji Drewnianych

# Złącze rozciągane

2



ZŁĄCZE ROZCIĄGANEGO PASA KRATOWNICY

# Polecenie

3

Zaprojektować złącze rozciągane na podstawie następujących danych:

- siła rozciągająca [kN]:

*30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160*

- klasa drewna: *C14 C16 C20 C22 C24 C27 C30 C35*

- łączniki: sworznie

*Sworznie o klasie 5.8 (wytrzymałości char. na rozciąganie  $f_{u,k}=500$  Mpa)*

- współczynnik  $k_{mod}$ : *0,50 0,55 0,60 0,65 0,70 0,80 0,90 1,10*



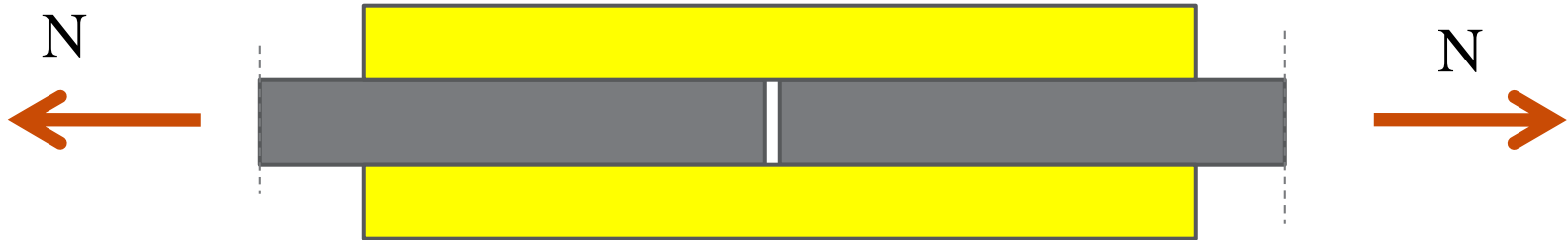
1

DOBÓR ELEMENTÓW STYKU

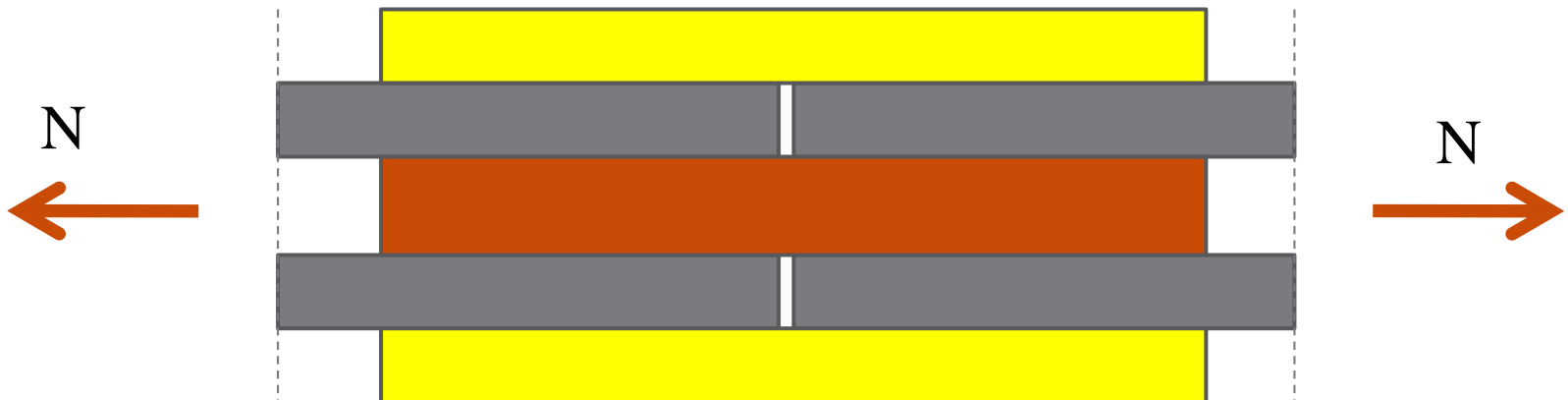
# Dobór rodzaju styku

5

Małe siły rozciągające lub wysoka klasa drewna:

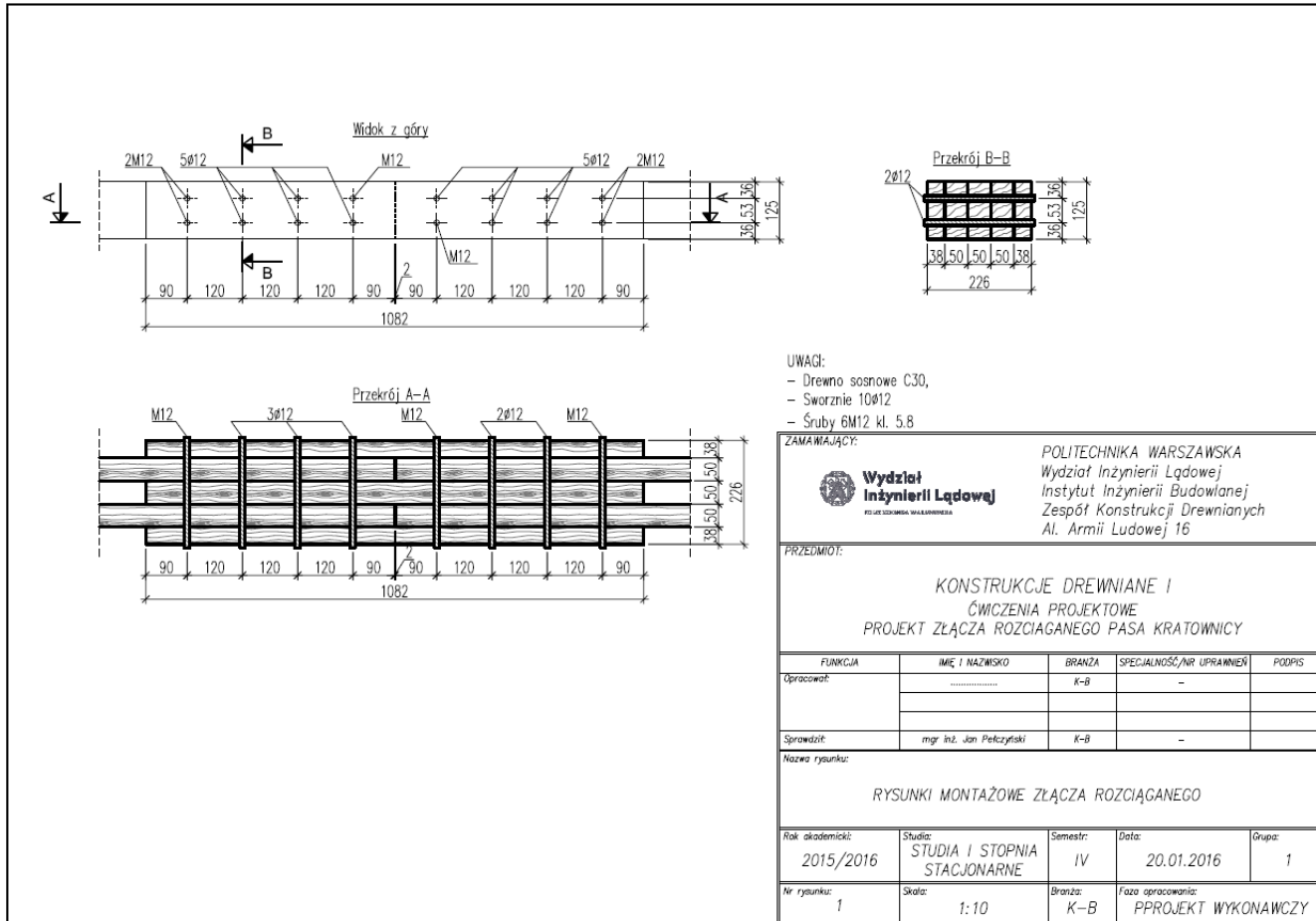


Duże siły rozciągające lub niska klasa drewna:



# Rysunek złącza

6



Poprawny rysunek w skali znajduje się w oddzielnym pliku pdf

# Klasa drewna

7

		Gatunki iglaste											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Właściwości wytrzymałościowe (w N/mm <sup>2</sup> )													
Zginanie	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Rozciąganie wzdłuż włókien	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Rozciąganie w poprzek włókien	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Ściskanie wzdłuż włókien	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Ściskanie w poprzek włókien	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
Ścinanie	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Właściwości sprężyste (w kN/mm <sup>2</sup> )													
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
5 % kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
Średni moduł sprężystości w poprzek włókien	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Średni moduł odkształcenia postaciowego	$G_{mean}$	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Gęstość (w kg/m <sup>3</sup> )													
Gęstość charakt.	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Średnia gęstość	$\rho_{mean}$	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

# Wytrzymałość obliczeniowa

## 2.4.1 Wartości obliczeniowe właściwości materiałowych

(1)P Wartość obliczeniową  $X_d$  właściwości wytrzymałościowej należy obliczać ze wzoru:

$$X_d = k_{\text{mod}} \frac{X_k}{\gamma_M} \quad (2.14)$$

gdzie:

$X_k$  – wartość charakterystyczna właściwości wytrzymałościowej,

$\gamma_M$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa właściwości materiału,

$k_{\text{mod}}$  – współczynnik modyfikujący wytrzymałość z uwagi na czas trwania obciążenia i wilgotność.

UWAGA 1: Wartości współczynnika  $k_{\text{mod}}$  podano w 3.1.3.

UWAGA 2: Zalecane wartości współczynników  $\gamma_M$  podano w Tablicy 2.3. Informacja o wartościach przyjętych w danym kraju może być zamieszczona w załączniku krajowym.



# Współczynnik materiałowy

**Tablica 2.3 – Zalecane wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa właściwości materiałów ( $\gamma_M$ )**

Stany graniczne nośności	$\gamma_M$
Kombinacje podstawowe	
Drewno lite	1,3
Drewno klejone warstwowo	1,25
LVL, sklejka, płyty OSB	1,2
Płyty wiórowe	1,3
Płyty pilśniowe twarde	1,3
Płyty pilśniowe półtwarde	1,3
Płyty pilśniowe MDF	1,3
Płyty pilśniowe miękkie	1,3
Złącza	1,3
Płytki kolczaste	1,25
Kombinacje wyjątkowe	1,0

# Wytrzymałość obliczeniowa

10

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 18}{1,3} = 11,08 \text{ MPa}$$

# Dobór przekrojów elementów styku

11

## PIERWSZY WARUNEK DOBORU

- minimalny przekrój poprzeczny pasa niezbędny do przeniesienia siły rozciągającej:

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$$

$$\frac{N}{A_{netto}} \leq f_{t,0,d}$$

$$A_{netto} = \beta \cdot A_{tot}$$

$$\frac{N}{\beta \cdot A_{tot}} \leq f_{t,0,d}$$

$$A_{tot} \geq \frac{N}{\beta \cdot f_{t,0,d}}$$

\* ubytek pola przekroju poprzecznego,  
ze wzgl. osłabienie przekroju łącznikami,  
przyjęto na poziomie 15% ( $\beta = 85\%$ )

$$A_{tot} \geq \frac{100}{0,85 \cdot 1,108} = 106,18 \text{ cm}^2$$

# Dobór przekrojów elementów styku

12

## DRUGI WARUNEK DOBORU

- minimalna szerokość  $h$  elementów pasa przy założonej liczbie szeregów  $n_{sz}$  i średnicy łączników  $d$ .

$$h \geq (n_{sz} - 1) \cdot a_2 + 2a_{4,c}$$

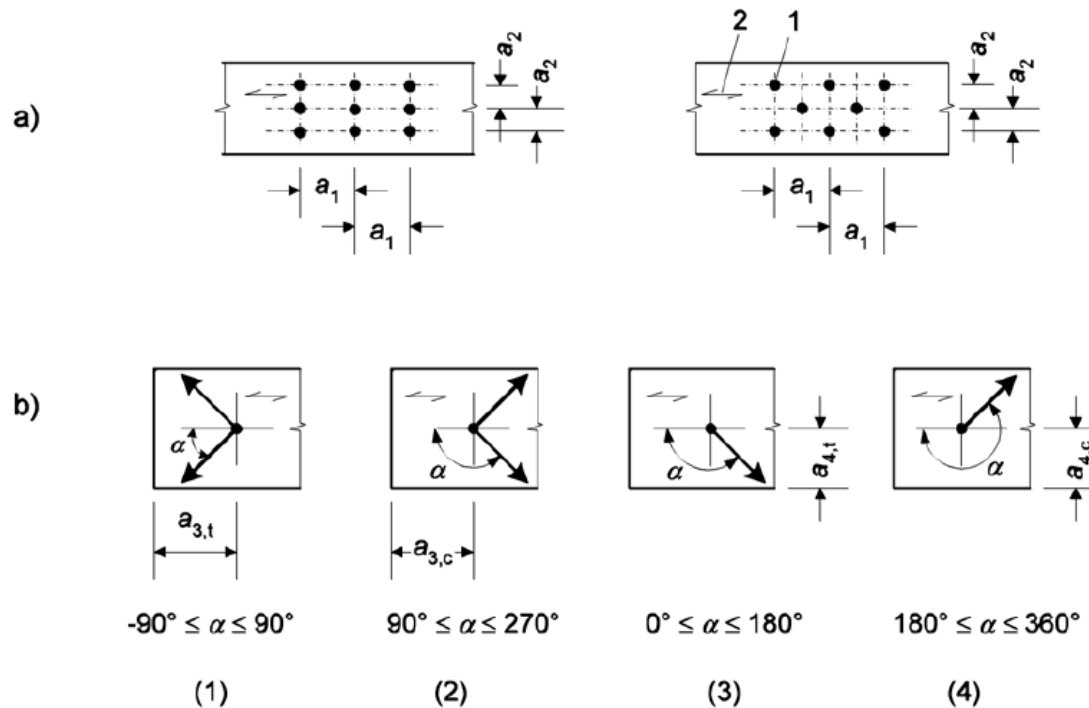
$a_2$  – rozstaw łączników w poprzek włókien

$a_{4,c}$  – odległość skrajnych łączników od boku nieobciążonego

# Rozstawy i odległości łączników

13

EC 5



Objaśnienia:

- (1) Koniec obciążony
- (2) Koniec nieobciążony
- (3) Bok obciążony
- (4) Bok nieobciążony
- 1 Łącznik
- 2 Kierunek włókien

Rysunek 8.7 – Rozstawy i odległości

(a) Rozstawy wzdłuż i w poprzek włókien, (b) Odległości od końca i od boku

# Rozstawy i odległości łączników

## 8.6 Złącza na sworznie

(1) Należy stosować reguły podane w 8.5.1, z wyjątkiem 8.5.1.1(3).

(2) Średnica sworzni powinna być większa niż 6 mm i mniejsza niż 30 mm.

(3) Należy przyjmować rozstawy i odległości minimalne podane w Tabelicy 8.5, których symbole przedstawiono na Rysunku 8.7.

Tablica 8.5 – Minimalne rozstawy i odległości sworzni

Rozstawy i odległości (patrz Rysunek 8.7)	Kąt	Rozstawy i odległości minimalne
$a_1$ (wzdłuż włókien)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3+2 \cos \alpha ) d$
$a_2$ (w poprzek włókien)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$
$a_{3,t}$ (koniec obciążony)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (koniec nieobciążony)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max(a_{3,t} \sin \alpha d; 3d)$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$3d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max(a_{3,t} \sin \alpha d; 3d)$
$a_{4,t}$ (bok obciążony)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2+2\sin \alpha)d; 3d]$
$a_{4,c}$ (bok nieobciążony)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

# Dobór przekrojów elementów styku

## DRUGI WARUNEK DOBORU

- przyjęto 2 szeregi łączników o średnicy 12 mm. Średnicę sworznia należy dobrać tak, aby możliwe było przyjęcie śruby o takiej samej średnicy.

$$h \geq (n_{sz} - 1) \cdot a_2 + 2a_{4,c} = (n_{sz} - 1) \cdot 3d + 2 \cdot 3d$$

$$h \geq (2 - 1) \cdot 3 \cdot 12 + 2 \cdot 3 \cdot 12 = 108 \text{ mm}$$

# Dobór przekrojów elementów styku

16

Przekrój poprzeczny pasa musi spełniać dwa warunki:

$$A_{tot} \geq 106,18 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \cdot b_p \cdot h \geq 106,18 \text{ cm}^2$$

$$h \geq 108 \text{ mm}$$

Zalecana grubość wkładki:

$$b_w = b_p$$

Zalecana grubość nakładek:

$$b_n = 0,75 b_p$$



# Dobór przekrojów elementów styku

17

Przyjęte przekroje elementów styku:

- pas: 2 x 50 x 125
- wkładka: 50 x 125
- nakładki: 2 x 38 x 125

\* przekroje przyjęto na podstawie tablicy sortymentu drewna. W pierwszej kolejności należy przyjmować deski i bale.

# Wymiary tarcicy drewnianej obrzynanej ogólnego przeznaczenia

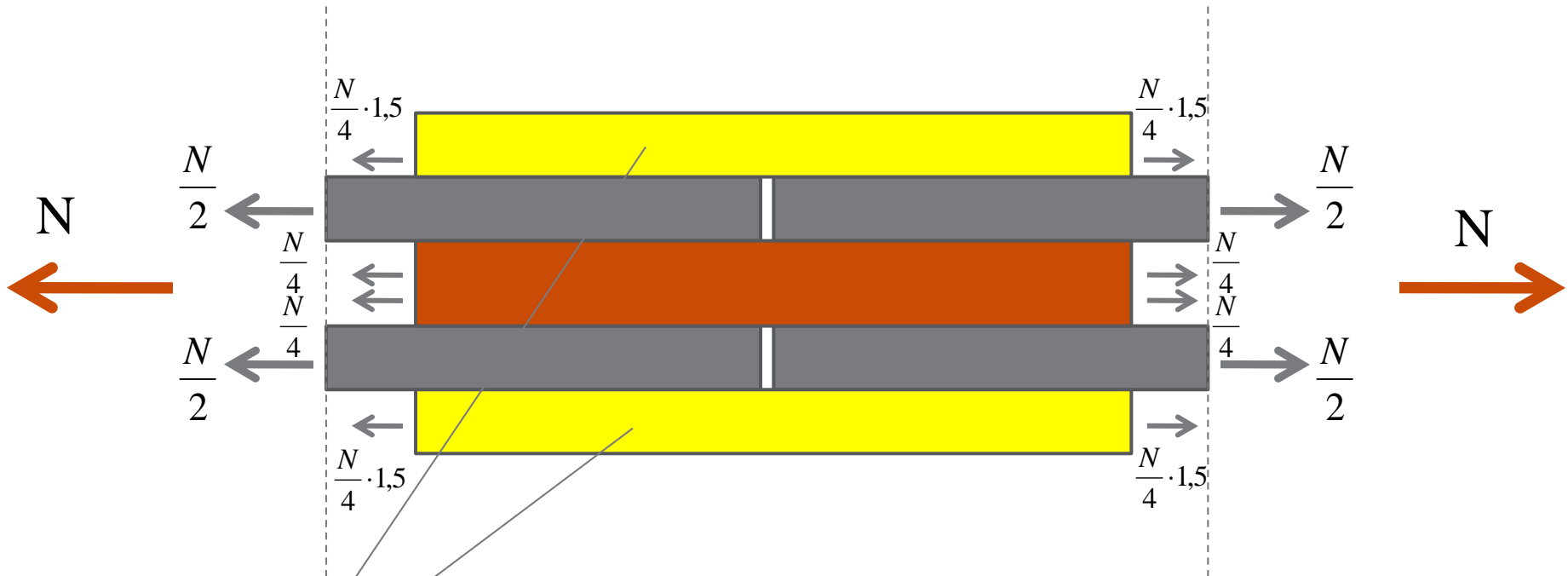
Nazwa sortymentu	Grubość (mm)	Szerokość (mm)													
Deski	19			75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
	22			75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
	25			75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
	32			75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
	38				100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
	45				100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
Bale	50				100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	
	63							140	150	160	175	200	225	250	
	75								150	160	175	200	225	250	
	100									160	175	200	225	250	
Łaty	38		63												
	45	50													
	50		63	75											
	63				100		125								
	75				100		125	140							
Krawędziaki	100				100		125	140	150	160	175				
	125						125	140	150	160	175				
	150						125	140	150	160	175				
	175						125	140	150	160	175				
Belki	200											200	225	250	275
	250											200	225	250	275
Długości elementów:															
deski, bale i łaty: 2,40 – 6,30 m co 0,30 m i 0,90 – 2,30 m ze stopniowaniem co 0,10 m															
krawędziaki: 2,40 – 6,30 m co 0,30 m															
belki: 3,00 – 6,30 m co 0,30 m															

# 2

## SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W ELEMENTACH STYKU

# Obciążenie elementów styku

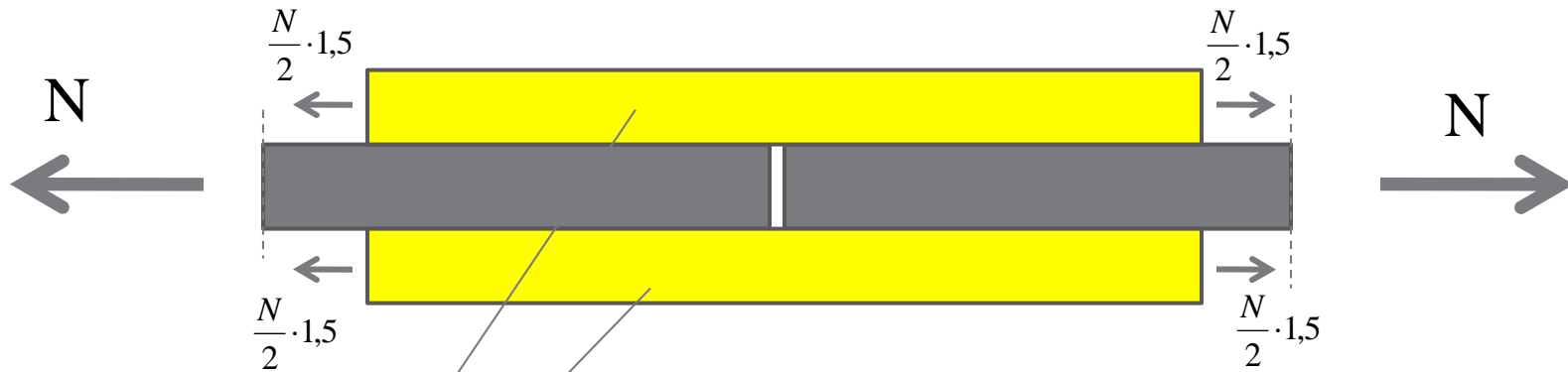
20



siłę przekazywaną na nakładki należy zwiększyć o 50%  
ze względu na mimośród siły  $N$

# Obciążenie elementów styku

21



siłę przekazywaną na nakładki należy zwiększyć o 50%  
ze względu na mimośród siły  $N$

# Sprawdzenie naprężeń

22

□ Pas:

$$\sigma_p = \frac{\frac{N}{2} \cdot 2}{A_{netto,p}} = \frac{\frac{N}{2} \cdot 2}{2b_p(h-2d)} = \frac{100000}{2 \cdot 50 \cdot (125 - 2 \cdot 12)} = 9,90 MPa < f_{t,0,d} = 11,08 MPa \quad \frac{9,90}{11,08} = 0,89$$

~80÷90% wykorzystania nośności

□ Wkładka:

$$\sigma_w = \frac{\frac{N}{2}}{A_{netto,w}} = \frac{\frac{N}{2}}{b_w(h-2d)} = \frac{50000}{50 \cdot (125 - 2 \cdot 12)} = 9,90 MPa < f_{t,0,d} = 11,08 MPa \quad \frac{9,90}{11,08} = 0,89$$

~80÷90% wykorzystania nośności

□ Nakładki:

$$\sigma_n = \frac{1,5 \cdot \frac{N}{4} \cdot 2}{2A_{netto,n}} = \frac{1,5 \cdot \frac{N}{4} \cdot 2}{2b_n(h-2d)} = \frac{1,5 \cdot 50000}{2 \cdot 38 \cdot (125 - 2 \cdot 12)} = 9,77 MPa < f_{t,0,d} = 11,08 MPa \quad \frac{9,77}{11,08} = 0,88$$

~80÷90% wykorzystania nośności

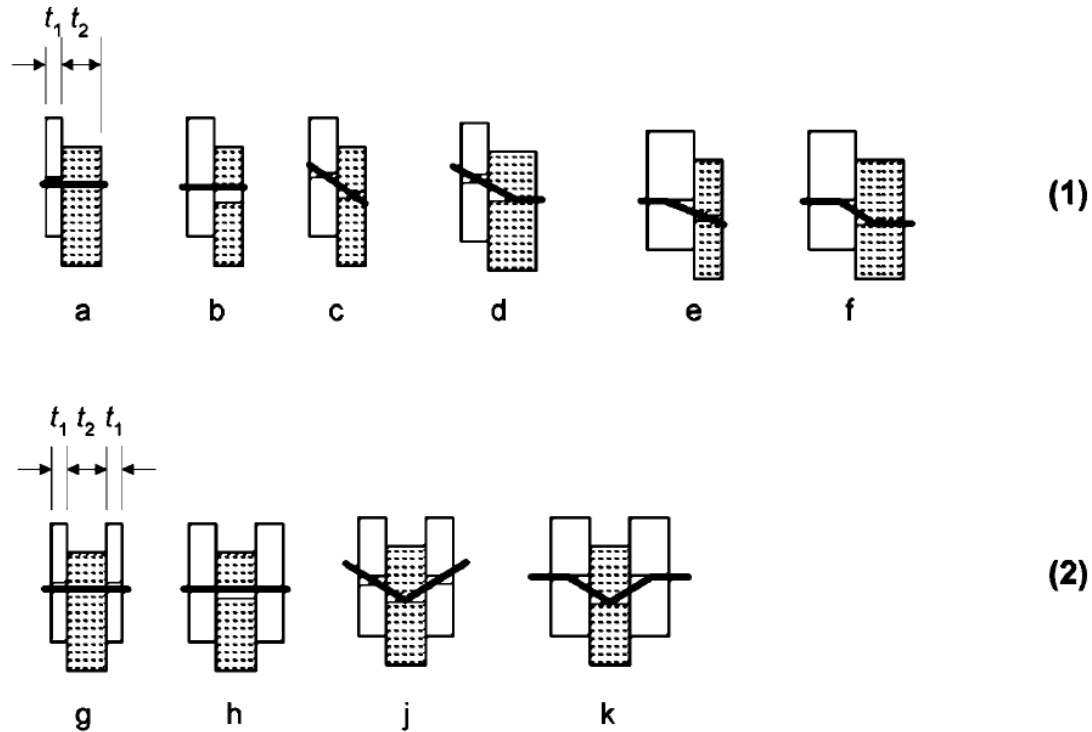
3

WYZNACZENIE LICZBY ŁĄCZNIKÓW

# Rodzaje zniszczeń złączy

24

EC 5



Objaśnienia:

(1) Łączniki jednocięte

(2) Łączniki dwucięte

UWAGA: Oznaczenia literowe odpowiadają oznaczeniom stosowanym we Wzorach (8.6) i (8.7).

Rysunek 8.2 – Rodzaje zniszczeń złączy elementów z drewna i płyt drewnopochodnych



# Wyznaczenie nośności łączników

## 8.1.3 Złącza o wielu płaszczyznach ścinania

(1) W przypadku złączy o wielu płaszczyznach ścinania, należy określić wytrzymałość w każdej płaszczyźnie ścinania przy założeniu, że każda z płaszczyzn należy do serii złączy trójelementowych.

## 8.2.2 Złącza drewno–drewno i drewno–płyta

(1) Za nośność charakterystyczną gwoździ, zszywek, sworzni, śrub i wkrętów, odniesioną do jednej płaszczyzny ścinania i do jednego łącznika, należy przyjmować minimalną wartość określoną ze wzorów:

– dla łączników dwuciętych:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} t_1 d & \text{(g)} \\ 0,5 f_{h,2,k} t_2 d & \text{(h)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(j)} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(k)} \end{cases} \quad (8.7)$$

przy czym

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} \quad (8.8)$$

# Wyznaczenie nośności łączników

gdzie:

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

$t_i$  – grubość elementu drewnianego lub płyty, lub też długość zakotwienia łącznika, przy czym  $i = 1$  lub  $i = 2$ , patrz także 8.3 do 8.7,

$f_{h,i,k}$  – wytrzymałość charakterystyczna na docisk w elemencie drewnianym,

$d$  – średnica trzpienia łącznika,

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

$\beta$  – stosunek wytrzymałości charakterystycznych na docisk łącznika do elementów złącza,

$F_{ax,Rk}$  – nośność charakterystyczna łącznika na wyciąganie, patrz (2).

# Wyznaczenie nośności łączników

## 8.6 Złącza na sworznie

(1) Należy stosować reguły podane w 8.5.1, z wyjątkiem 8.5.1.1(3).

(2) Średnica sworzni powinna być większa niż 6 mm i mniejsza niż 30 mm.

(3) Należy przyjmować rozstawy i odległości minimalne podane w Tablicy 8.5, których symbole przedstawiono na Rysunku 8.7.

# Wyznaczenie nośności łączników

## 8.5 Złącza na śruby

### 8.5.1 Śruby obciążone poprzecznie

#### 8.5.1.1 Postanowienia ogólne i złącza drewno–drewno

(1) Moment uplastycznienia śrub należy określać ze wzoru

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6} \quad \text{Nmm} \quad (8.30)$$

gdzie:

$M_{y,Rk}$  – moment charakterystyczny uplastycznienia, w Nmm,

$f_{u,k}$  – wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie, w N/mm<sup>2</sup>,

$d$  – średnica śruby, w mm.

(2) W przypadku śrub o średnicy nie większej niż 30 mm, wytrzymałość charakterystyczną na docisk pod kątem  $\alpha$  do włókien lub do LVL, należy określać ze wzoru

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$f_{h,0,k}$  – wytrzymałość charakterystyczna na docisk wzdłuż włókien, w N/mm<sup>2</sup>,

$\rho_k$  – gęstość charakterystyczna drewna, w kg/m<sup>3</sup>,

$\alpha$  – kąt między siłą i kierunkiem włókien,

$d$  – średnica śruby, w mm,

$$f_{h,0,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k \quad \text{N/mm}^2$$

# Wyznaczenie nośności łączników

29

Wytrzymałość charakterystyczna na docisk łącznika do drewna:

$$f_{h,0,k} = f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k$$
$$f_{h,0,k} = 0,082(1 - 0,01 \cdot 12) \cdot 380 = 27,42 \text{ MPa}$$

Charakterystyczny moment uplastycznienia łącznika:

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 12^{2,6} = 95932 \text{ Nmm}$$

Elementy złącza wykonane z drewna tej samej, więc:

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

# Wyznaczenie nośności łączników

30

Nośność char. łącznika dwuczętego w jednej płaszczyźnie ścinania:

$$\begin{aligned}
 F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{aligned}
 & f_{h,1,k} t_1 d = 27,42 \cdot 38 \cdot 12 = 12500 N \\
 & 0,5 f_{h,2,k} t_2 d = 0,5 \cdot 27,42 \cdot 50 \cdot 12 = 8230 N \\
 & 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta) M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] = \\
 & \quad = 1,05 \frac{27,42 \cdot 38 \cdot 12}{2 + 1} \left[ \sqrt{2 \cdot 1 \cdot (1 + 1) + \frac{4 \cdot 1 \cdot (2 + 1) \cdot 95932}{27,42 \cdot 12 \cdot 38^2}} - 1 \right] = 6710 N \\
 & 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} = 1,15 \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{1 + 1}} \sqrt{2 \cdot 95932 \cdot 27,42 \cdot 12} = 9130 N
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

# Wyznaczenie nośności łączników

Nośność charakterystyczna łącznika dwuciętego w jednej płaszczyźnie ścinania:

$$F_{v,Rk} = 6,71 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa łącznika dwuciętego w jednej płaszczyźnie ścinania:

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{\text{mod}} F_{v,Rk}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 6,71}{1,3} = 4,13 \text{ kN}$$

# Dobór liczby łączników

32

Niezbędna liczba łączników:

$$n_{tot} \geq \frac{n}{n_{ef}} \frac{N}{n_c F_{v,Rd}}$$

gdzie:

- $n$  – liczba łączników w jednym szeregu,
- $n_{ef}$  – efektywna liczba łączników w jednym szeregu
- $n/n_{ef}$  – przyjęto szacunkowo (dla pierwszej iteracji) 1,2 – po wstępnym przeliczeniu wstawić wartości realne
- $n_c$  – liczba płaszczyzn ścinania

$$n_{tot} \geq 1,2 \cdot \frac{100}{4 \cdot 4,13} = 7.26$$



# Dobór liczby łączników

33

Przyjęto 8 łączników rozmieszczonych w dwóch szeregach  
w rozstawie wzdłuż włókien  $a_1 = 10d = 120 \text{ mm}$  ( $a_{1,min} = 5d$ )

Tablica 8.5 – Minimalne rozstawy i odległości sworzni

Rozstawy i odległości (patrz Rysunek 8.7)	Kąt	Rozstawy i odległości minimalne
$a_1$ (wzdłuż włókien)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 + 2 \cos \alpha ) d$
$a_2$ (w poprzek włókien)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$
$a_{3,t}$ (koniec obciążony)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (koniec nieobciążony)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max(a_{3,t} \sin \alpha  d; 3d)$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$3d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max(a_{3,t} \sin \alpha  d; 3d)$
$a_{4,t}$ (bok obciążony)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2\sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (bok nieobciążony)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

# Nośność grupy łączników

(4) Nośność  $n$  śrub rozmieszczonych w szeregu i obciążonych wzdłuż włókien należy określać na podstawie efektywnej liczby łączników  $n_{ef}$  równej

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \end{array} \right. \quad (8.34)$$

gdzie:

$a_1$  – rozstaw śrub wzdłuż włókien,

$d$  – średnica śruby,

$n$  – liczba śrub w szeregu.

# Nośność grupy łączników

35

Efektywna liczba łączników w jednym szeregu:

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \end{array} \right. = \left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 4^{0,9} \sqrt[4]{\frac{10d}{13d}} = 3,26 \end{array} \right. \rightarrow n_{ef} = 3,26$$

Bardziej opłacalne są krótkie połączenia

Nośność obliczeniowa grupy łączników:

$$N_{tot} = n_{ef} n_{sz} n_c F_{v,Rd} = 3,26 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4,13 = 107,71 \text{ kN} > N = 100 \text{ kN}$$

~80÷90% wykorzystania nośności

# Wytyczne z PN-B-03150:2000

## 7.7 Złącza na sworznie

- (1) Mają zastosowanie reguły dla śrub obciążonych poprzecznie, z wyjątkiem wartości dla  $a_2$  oraz  $a_{3c}$  według tablicy 7.6.1.2. Wartości te dla sworzni wynoszą:

$$a_2 = 3d$$

$$a_{3c} = 3d \quad \text{dla } 150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$$

$$a_{3c} = a_{3r} |\sin \alpha| \quad (\text{lecz nie mniej niż } 3d) \quad \text{dla } 90^\circ < \alpha < 150^\circ \text{ oraz } 210^\circ < \alpha < 270^\circ$$

- (2) W złączach rozciąganych z każdej strony styku liczba sworzni nie powinna być mniejsza niż 4 (w dwóch szeregach i dwóch rzędach). W węzłach dźwigarów kratowych liczba sworzni nie może być mniejsza niż 2.
- (3) W złączach rozciąganych co najmniej 25 % sworzni należy zastąpić śrubami ściągającymi o tej samej średnicy co sworznie. W złączach z nakładkami stalowymi liczba śrub ściągających powinna wynosić minimum 50 %. W każdym przypadku liczba śrub ściągających nie powinna być mniejsza niż 3 (dwie śruby przy końcach nakładek i jedna przy styku). W złączach ściskanych należy stosować minimum po 2 śruby ściągające po każdej stronie styku.

# Śruby ściągające

37

Minimalna liczba śrub ściągających:

$$n_s = \max \left\{ \begin{array}{l} 3 \\ 25\% n_{tot} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 3 \\ 2 \end{array} \right\} = 3$$

Przyjęto trzy śruby ściągające z każdej strony styku

Należy przyjąć śruby tej samej średnicy co  
sworznie

# 4

## ROZMIESZCZENIE I CHARAKTERYSTYKA ŁĄCZNIKÓW

# Rozstawy łączników

39

Symbol	Odległości minimalne	Odległości przyjęte
$a_1$	$5d=60 \text{ mm}$	120 mm
$a_2$	sworznie: $3d=36 \text{ mm}$ *śruby: $4d=48 \text{ mm}$	53 mm
$a_{3,t}$	$\max(7d, 80 \text{ mm})=84 \text{ mm}$	90 mm
$a_{4,c}$	$3d=36 \text{ mm}$	36 mm

*\* ze względu na zastosowanie śrub ściągających, należy uwzględnić minimalne wartości rozstawów zarówno dla sworzni jak i śrub (w przypadku, gdy wartości te są różne)*

**UWAGA:** należy sprawdzić, czy:  $(n_{sz} - 1)a_2 + 2a_{4,c} = h$

# Charakterystyka łączników

40

Długość sworznia (długości dostępnych sworzni – co 10 mm):

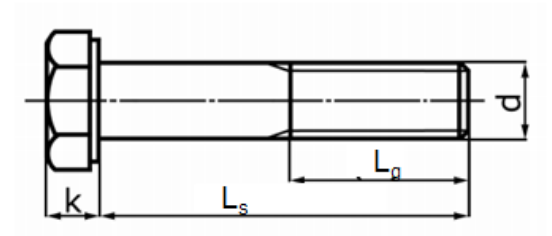
$$L_d = \sum_i t_i + (10 \div 15) \text{ mm} = 3 \cdot 50 + 2 \cdot 38 + 14 = 240 \text{ mm}$$

Długość trzonu śruby:

$$L_t = \sum_i t_i + 2g + m + (5 \div 10) \text{ mm} = 226 + 2 \cdot 4 + 10,8 + 5,2 = 250 \text{ mm}$$

Długość gwintowanej części śruby:

$$L_g = L_t - \sum_i t_i - g = 250 - 226 - 4 = 20 \text{ mm}$$



Długość wkładki i nakładek (przyjęto 2 mm luzu w styku):

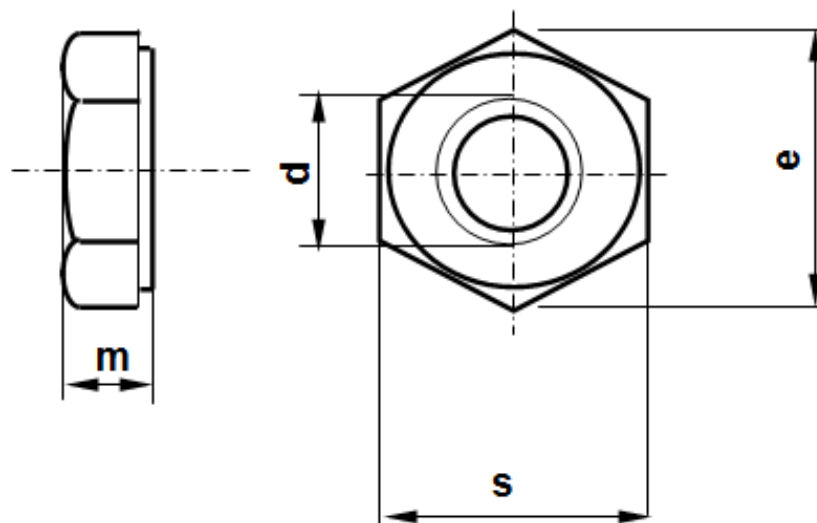
$$L_c = 2 \left[ (n-1)a_1 + 2a_{3,t} \right] + 2 \text{ mm} = 2 \left[ (4-1) \cdot 120 + 2 \cdot 90 \right] + 2 = 1082 \text{ mm}$$



# Nakrętki i podkładki

41

## NAKRĘTKI SZEŚCIOKĄTNE (PN-75/M-82144)

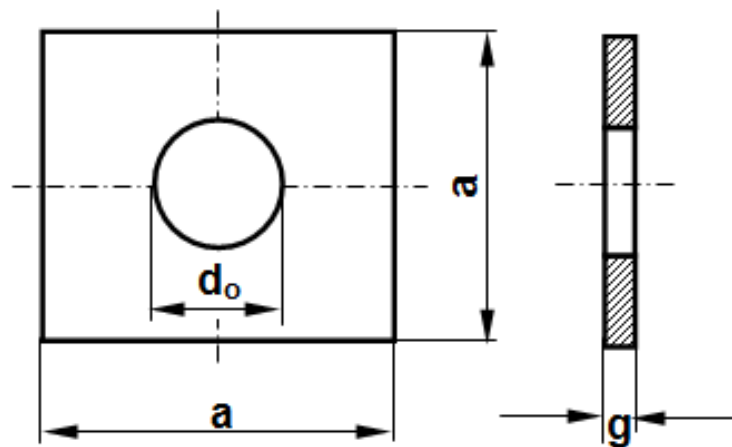


	M10	M12	M16	M20	M24
<b>d</b>	10	12	16	20	24
<b>m<sub>max</sub></b>	8,4	10,8	14,8	18	21,5
<b>e<sub>min</sub></b>	17,77	20,03	26,75	32,95	39,55
<b>s<sub>max</sub></b>	16	18	24	30	36

# Nakrętki i podkładki

42

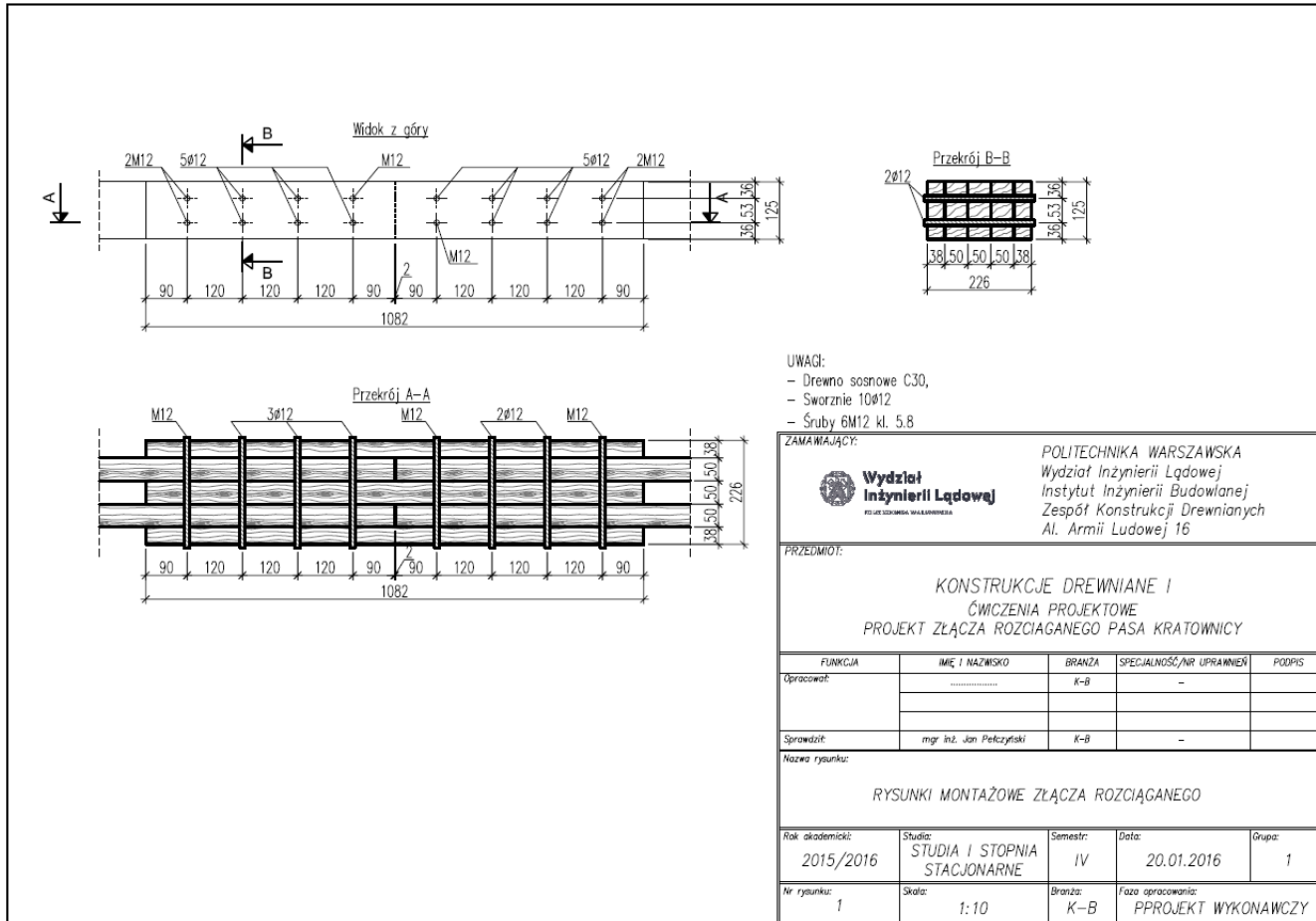
## PODKŁADKI KWADRATOWE DO KONSTRUKCJI DREWNIANYCH (PN-75/M-82151)



$d_o$	$a$	$g$	śruba
12	30	3	M10
14	40	4	M12
16	50	5	M16
22	60	5	M20
26	80	6	M24

# Rysunek złącza

43



Poprawny rysunek w skali znajduje się w oddzielnym pliku pdf

# Strona pomocnicza

W celu ułatwienia i przyspieszenia procesu sprawdzania projektów, na ostatniej stronie projektu proszę zamieścić wartości następujących danych przyjętych do obliczeń

typ przekroju (z jednym pasem lub dwoma)	[-]
grubość pasa	[mm]
grubość wkładki (ewentualnie)	[mm]
grubość nakładki	[mm]
szerokość złącza	[mm]
$n_{sz}$ - liczba szeregów łączników	[szt.]
$n_1$ - liczba łączników w <u>jednym</u> szeregu	[szt.]
$d$ - średnica łącznika	[mm]
$g$ - grubość nakrętki	[mm]
$m$ - grubość podkładki	[mm]
$f_{u,k}$ - wytrzymałość stali na rozciąganie (wg EC3-1-8)	[MPa]
$L_d$ - długość sworznia	[mm]
$L_t$ - długość trzonu śruby	[mm]
$L_g$ - długość gwintowanej części śruby	[mm]
$L_c$ - długość wkładek i nakładek (całego złącza)	[mm]
oraz przyjęte rozstawy łączników.	[mm]

Niniejsze materiały są własnością Zespołu Konstrukcji Drewnianych  
Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.  
Rozpowszechnianie, kopiowanie i wykorzystywanie bez zgody  
autorów zabronione.