



CIENKOŚCIENNE KONSTRUKCJE METALOWE

Wykład 5: Łączenie elementów cienkościennych za pomocą wkrętów, gwoździ wstrzeliwanych i nitów jednostronnych

ŁĄCZNIKI MECHANICZNE

Śruby



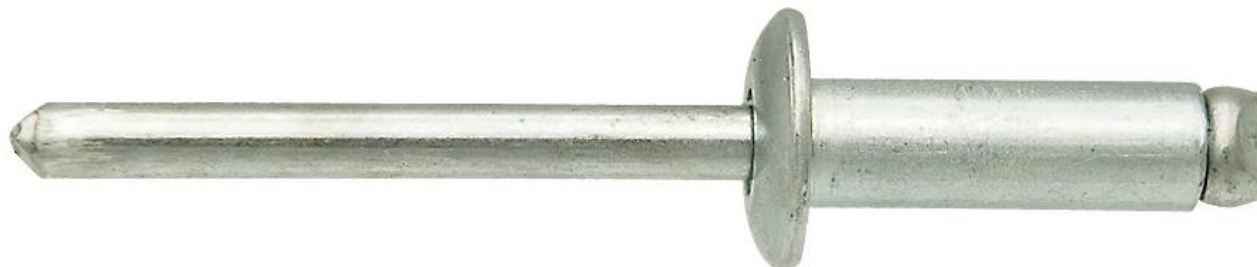
Wkręty samowiercące



Gwoździe wstrzeliwane



Nity jednostronne

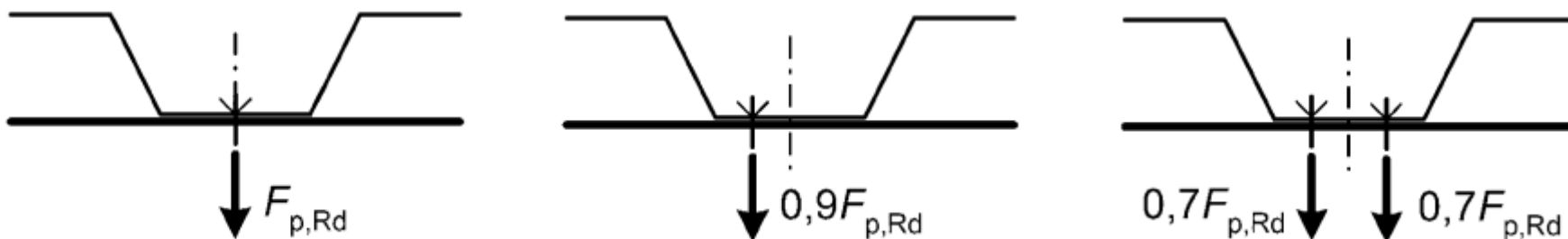


WYMAGANIA PODSTAWOWE

- Połączenia na łączniki mechaniczne powinny być zwarte w sensie kształtu. Rozmieszczenie łączników powinno być dogodne ze względu na montaż i ich utrzymanie.
- Można przyjąć, że siły ścinające przypadające na poszczególne łączniki w połączeniu są jednakowe, jeśli:
 - łączniki wykazują odpowiednią ciągłość;
 - ścięcie nie jest krytyczną formą zniszczenia.
- Jeśli nośność łącznika na wyrwanie $F_{\alpha,Rd}$ jest mniejsza niż na przeciągnięcie $F_{p,Rd}$ to zdolność połączenia do odkształceń powinna być wyznaczona eksperymentalnie.

WYMAGANIA PODSTAWOWE

- Jeśli wkręty samogwintujące lub gwoździe wstrzeliwane (Tablica 8.2 i 8.3) nie są rozmieszczone w osi fałdy, to ich nośność podlega redukcji do wartości:
 - $0,9 F_{p,Rd}$ – gdy łączniki występują w jednej linii ćwiartkowej,
 - $0,7 F_{p,Rd}$ – gdy łączniki występują w dwóch liniach ćwiartkowych,



- Można pomijać dystorsję przekroju, jeśli nośność obliczeniową łączników wyznacza się według wzorów normowych, a szerokość mocowanego pasa nie przekracza 150 mm.

WYMAGANIA PODSTAWOWE

- Średnicę otworów na wkręty przyjmuje się zgodnie z zaleceniami producenta. Wytyczne te powinny uwzględniać następujące kryteria:
 - moment dokręcający powinien być większy niż moment gwintujący,
 - moment dokręcający powinien być mniejszy niż moment niszczący, powodujący zniszczenie gwintu lub ścięcie łba,
 - moment gwintujący nie powinien być większy niż $2/3$ momentu niszczącego.
- W przypadku złączy długich stosuje się współczynnik redukcyjny wg EN 1993-1-8/ 3.8.
- Reguły projektowe dla nitów jednostronnych są miarodajne pod warunkiem, że różnica między średnicą otworu a średnicą nita nie przekracza 0,1 mm.
- W przypadku śrub M12 i M14 i otworów o 2 mm większych niż średnica śruby stosuje się reguły podane w EN 1993-1-8.

WKRETY



1

1) wkręt samowiercący, nacięcie PH,
2) wkręt do materiałów warstwowych samowiercący (np. do przykręcania płyt plastikowych do metalu), nacięcie PH,

3) wkręt montażowy, nacięcie PH,

4) wkręt montażowy samowiercący, nacięcie PH,

5) wkręt montażowy, nacięcie PZ,

6) wkręt do drewna, nacięciem PZ,

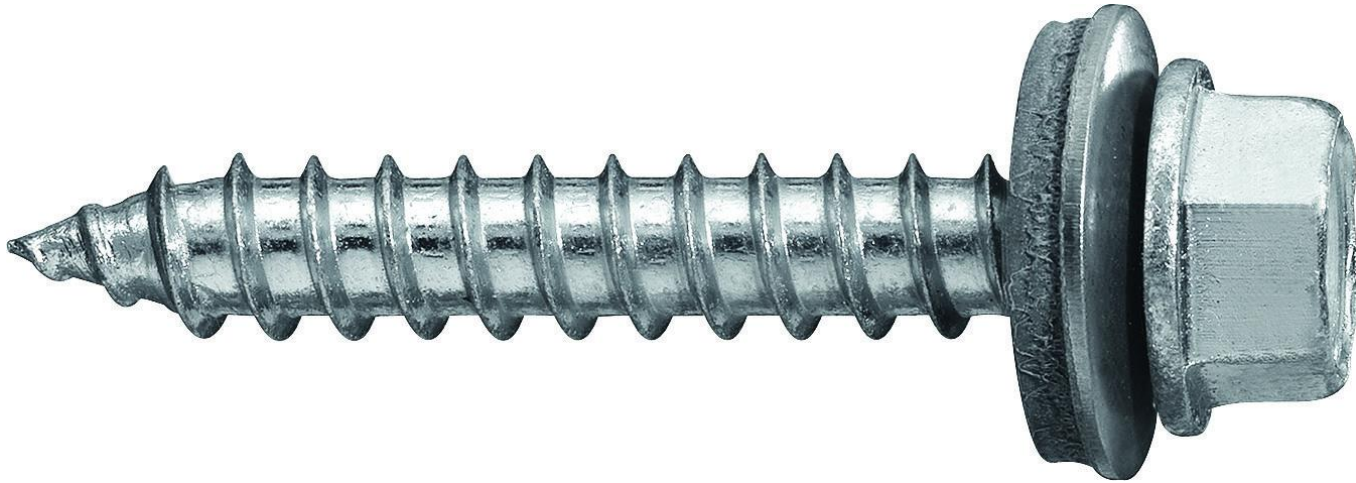
7) wkręt montażowy, sześciokątny z nacięciem PH i prostym,

8) wkręt do pokryć blacharskich, samowiercący, z uszczelką, łeb sześciokątny,

9) wkręt montażowy, łeb sześciokątny z nacięciem prostym,

10) blachowkręt nierdzewny, łeb z nacięciem prostym.

BLACHOWKRĘTY I WKRĘTY SAMOGWINTUJĄCE



WKRĘTY SAMOWIERCĄCE

Wkręt samowiercący,
kołnierz dociskowy (stal węglowa)



Wkręt samowiercący z końcówką
motylkową (stal węglowa)



Wkręt samowiercący,
podkładka 16 mm (stal węglowa)



Lakierowany wkręt samowiercący, z
podkładką 16 mm



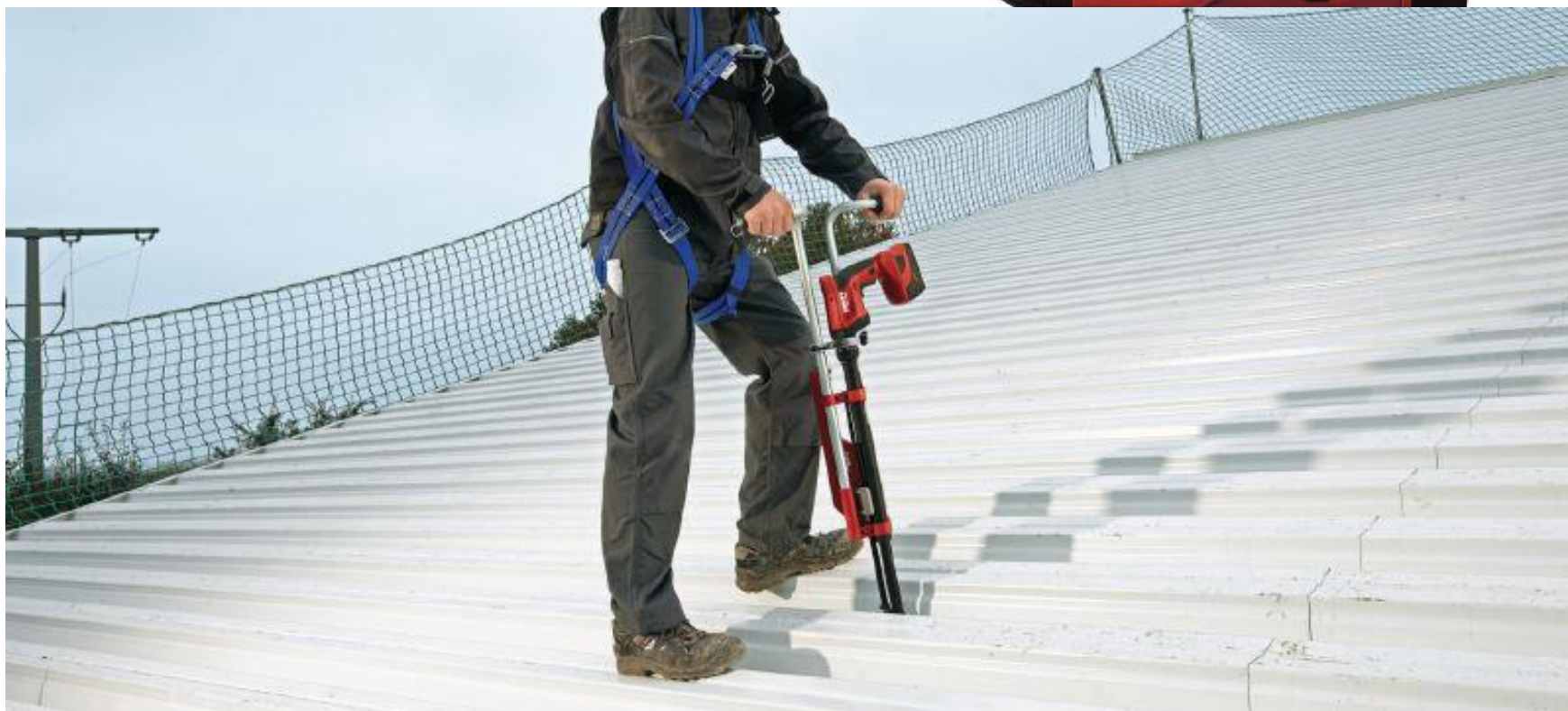
Wkręt do płyt warstwowych,
podkładka 19 mm (stal węglowa)



TECHNIKA WKRĘCANIA

Wkrętarki

Prowadnice



ŁĄCZENIE WKRĘTAMI

Wkręty obciążone siłą poprzeczną:	
<u>Nośność na docisk:</u>	$F_{b,Rd} = \alpha f_u d t / \gamma_{M2}$
Przy czym współczynnik α jest określony następująco:	
- dla $t = t_1$:	$\alpha = 3,2 \sqrt{t/d}$ lecz $\alpha \leq 2,1$
- dla $t_1 \geq 2,5 t$ i $t < 1,0$ mm:	$\alpha = 3,2 \sqrt{t/d}$ lecz $\alpha \leq 2,1$
- dla $t_1 \geq 2,5 t$ i $t \geq 1,0$ mm:	$\alpha = 2,1$
- dla $t < t_1 < 2,5 t$:	$\alpha =$ wartość interpolowana.
<u>Nośność przekroju netto:</u>	$F_{n,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$
<u>Nośność na ścinanie:</u>	Nośność na ścinanie $F_{v,Rd}$ wyznacza się eksperymentalnie * ²⁾
	$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{M2}$
<u>Warunki dodatkowe:</u> ⁴⁾	$F_{v,Rd} \geq 1,2 F_{b,Rd}$ lub $\Sigma F_{v,Rd} \geq 1,2 F_{n,Rd}$
Wkręty rozciągane:	
<u>Nośność na przeciąganie:</u> ²⁾	
- przy obciążeniach statycznych:	$F_{p,Rd} = d_w t f_u / \gamma_{M2}$
- przy oddziaływaniach wiatru lub innych kombinacjach obciążeń z udziałem wiatru:	$F_{p,Rd} = 0,5 d_w t f_u / \gamma_{M2}$
<u>Nośność na wyrwanie:</u>	Gdy $t_{sup} / s < 1$: $F_{o,Rd} = 0,45 d t_{sup} f_{u,sup} / \gamma_{M2}$ (s – skok gwintu)
	Gdy $t_{sup} / s \geq 1$: $F_{o,Rd} = 0,65 d t_{sup} f_{u,sup} / \gamma_{M2}$
<u>Nośność na rozciąganie:</u>	$F_{t,Rd}$ – wyznacza się eksperymentalnie * ²⁾
<u>Warunki dodatkowe:</u> ⁴⁾	$F_{t,Rd} \geq \Sigma F_{p,Rd}$ lub $F_{t,Rd} \geq F_{o,Rd}$
Zakres stosowania: ³⁾	
<u>Ogólnie:</u>	$e_1 \geq 3 d$ $p_1 \geq 3 d$ $3,0 \text{ mm} \leq d \leq 8,0 \text{ mm}$
	$e_2 \geq 1,5 d$ $p_2 \geq 3 d$
<u>W przypadku rozciągania:</u>	$0,5 \text{ mm} \leq t \leq 1,5 \text{ mm}$ i $t_1 \geq 0,9 \text{ mm}$
	$f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$

ŁĄCZENIE WKRĘTAMI

Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej

Instytucja prawa publicznego
Koonenstr. 30L
10829 Berlin
Niemcy
Tel.: +49(0)30 787 30 0
Fax: +49(0)30 787 30 320
E-mail: dibt@dibt.de
Internet: www.dibt.de



DIBt

Mitglied der EOTA
Członek EOTA

Europejska Aprobata Techniczna ETA-10/0183

Polskie tłumaczenie przygotowane przez KOELNER S.A. – wersja oryginalna w języku niemieckim

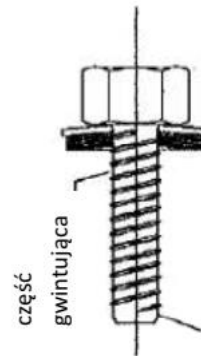
Handelsbezeichnung <i>Nazwa handlowa</i>	OCWS 4,8 x L, OCWS 5,5 x L, OCS 5,5 x L, ONS 5,5 x L, ODWS 65 x L
Zulassungsinhaber <i>Posiadacz aprobaty</i>	KOELNER S.A. Kwidzińska 6 51-416 Wrocław POLSKA
Zulassungsgegenstand und Verwendungszweck	Befestigungsschrauben für Bauteile und Bleche aus Metall
Rodziej i zastosowanie wyrobu	Wkręty samowierzące do podłoży stalowych i blach.
Geltungsdauer: <i>Ważność:</i>	vom: 17 sierpień 2010 od: bis: 17 sierpień 2015 do:
Herstellwerk <i>Zakład produkcyjny</i>	KOELNER S.A. Kwidzińska 6 51-416 Wrocław POLSKA

Diese Zulassung umfasst
Niniejsza Europejska Aprobata Techniczna zawiera

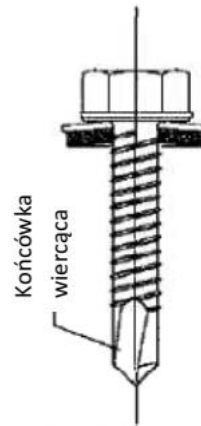
17 Seiten einschließlich 9 Anhänge
17 stron z 9. Załącznikami



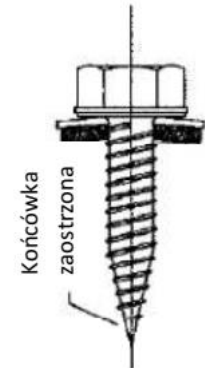
Europäische Organisation für Technische Zulassungen
Europejska Organizacja ds. Aprobatek Technicznych



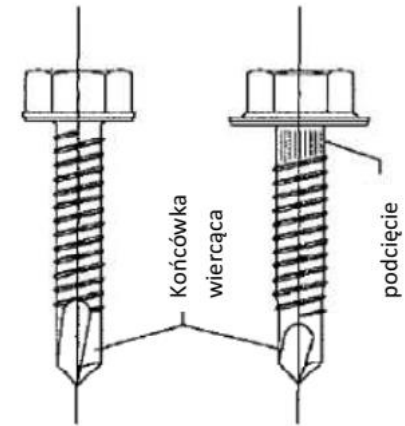
Wkręt samogwintujący z podkładką uszczelniającą



Wkręt samowierzący z podkładką uszczelniającą



Wkręt samogwintujący z podkładką uszczelniającą

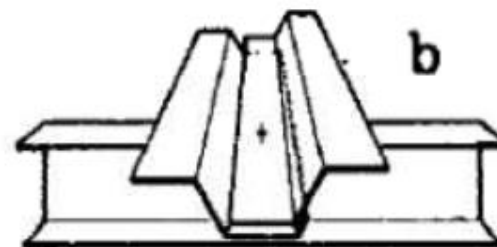


Wkręt samowierzący zintegrowana z podkładką

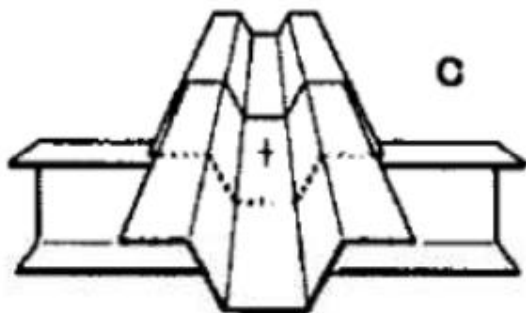
ŁĄCZENIE WKRĘTAMI



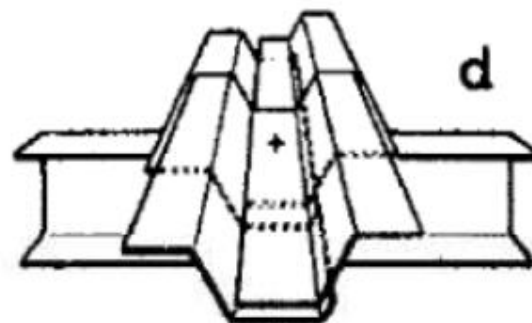
Połączenie pojedyncze



Połączenie wzdłużne

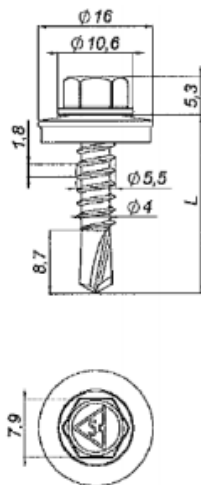


Połączenie poprzeczne



Połączenie wzdłużne i poprzeczne

ŁĄCZENIE WKRĘTAMI



Materiały

Łącznik: stal nierdzewna (1.4301) – EN 10088
Bi-metal
Podkładka: stal nierdzewna (1.4301) – EN 10088
Element I: S280GD, S320GD lub S350GD – EN 10346
Element II: S235 lub S275 – EN 10025-1
S280GD, S320GD lub S350GD – EN 10346

Grubość wiercenia $\sum t_i \leq 6,00mm$

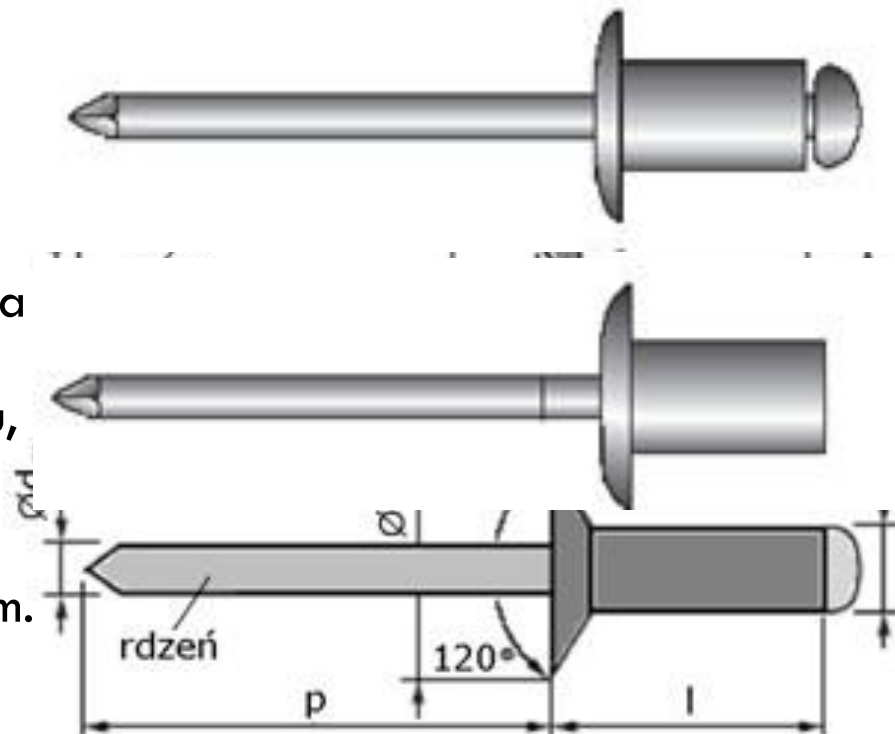
Podłoże drewniane

Nie ma określonych parametrów

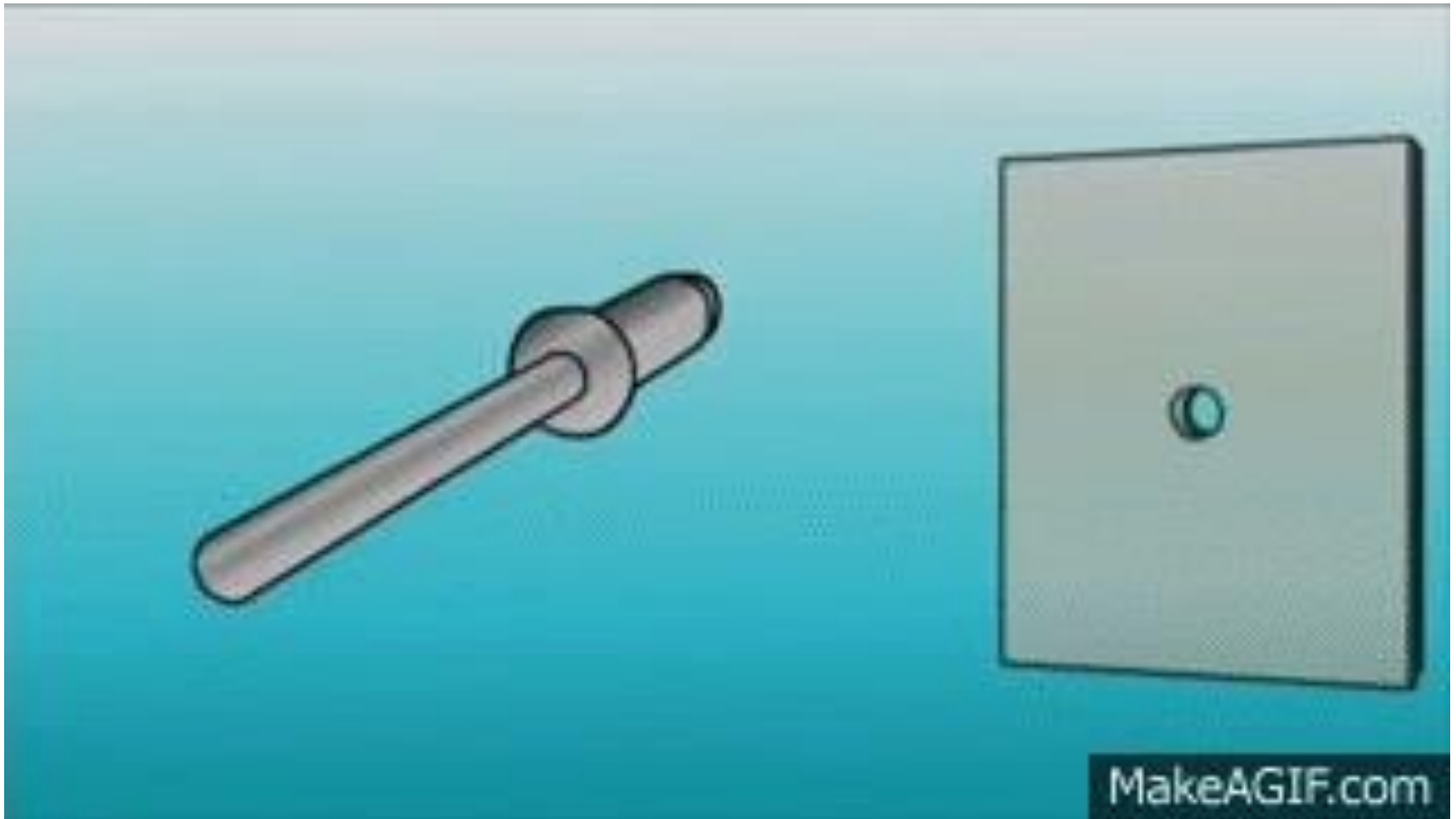
$t_{N,II}$ [mm]	2 x 0,63	2 x 0,75	2 x 0,88	2 x 1,00	—	—	—	—
M_{Urom}	4 Nm							
$V_{R,k}$ [kN] for $t_{N,i}$ [mm]	0,50	1,23	1,23	1,23	1,23	—	—	—
	0,55	1,23	1,23	1,23	1,23	—	—	—
	0,63	1,23	1,51	1,51	1,51	—	—	—
	0,75	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	0,88	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	1,00	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	1,13	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	1,25	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	1,50	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	1,75	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
	2,00	1,23	1,51	1,83	2,15	—	—	—
$N_{R,k}$ [kN] for $t_{N,i}$ [mm]	0,50	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	0,55	0,98	1,33	1,66	1,92	—	—	—
	0,63	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	0,75	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	0,88	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	1,00	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	1,13	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	1,25	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	1,50	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	1,75	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—
	2,00	0,98	1,33	1,66	1,93	—	—	—

NITY JEDNOSTRONNE

- stosuje się jako połączenia blach profilowanych między sobą,
- do łączenia metalowych elementów uzupełniających w postaci: listew maskujących, elementów narożnikowych, rynien, wpustów dachowych itp.,
- niektóre wersje pozwalają na łączenie blach profilowanych z konstrukcją wsporczą,
- średnice nitów od 2,4 do 6,4 mm,
- grubości skleczenia od 0,5 do 30 mm
- średnica nitu nie powinna być mniejsza niż grubość łączonych elementów i o od 0,1 do 0,2 mm większa od otworu,
- nity standardowe,
- nity szczelne, z zamkniętym trzpieniem.



NITY JEDNOSTRONNE



NITY JEDNOSTRONNE – NITOWNICE

Nitownica ręczna BZ2

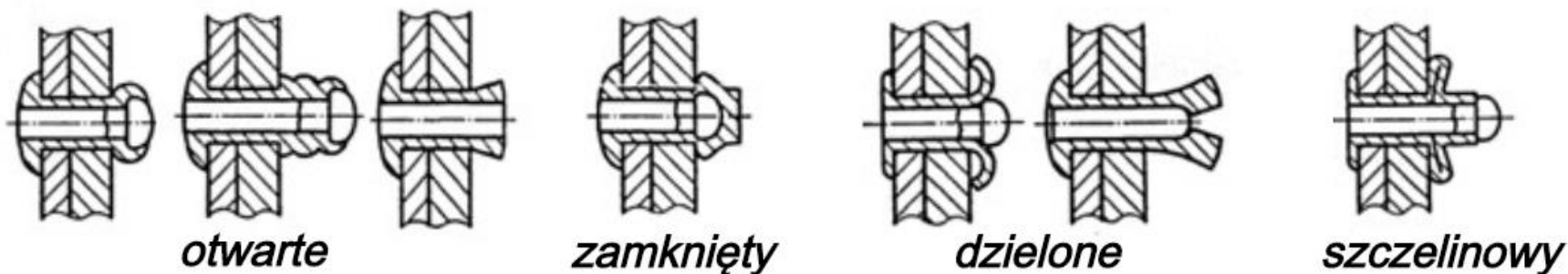
Nitownica				
2,4	3,0	3,2	4,0	
Aluminium				
	Stal			
	Stal nierdzewna			
	Miedź			
Waga: 0,56 kg				S

Nitownica hydrauliczna



NITY JEDNOSTRONNE

Kształty nitów wg PN-EN ISO 14588



Materiał trzpienia	Materiały łączone			
	Aluminium	Miedź	Stal ocynkowana	Stal. nierdzewna
Aluminium	++	--	+	+
Miedź	--	++	--	+
Stal ocynkowana	+	--	++	++
Stal nierdzewna	+	+	++	++

ŁĄCZENIE NITAMI

Nity obciążone siłą poprzeczną:		
<u>Nośność na docisk:</u>		
$F_{b,Rd} = \alpha f_u d t \gamma_{M2}$ lecz $F_{b,Rd} \leq f_u e_1 t / (1,2 \gamma_{M2})$		
Przy czym współczynnik α jest określony następująco:		
- dla $t = t_1$:	$\alpha = 3,6 \sqrt{t/d}$	lecz $\alpha \leq 2,1$
- dla $t_1 \geq 2,5 t$:	$\alpha = 2,1$	
- dla $t < t_1 < 2,5 t$:	$\alpha =$ wartość interpolowana.	
<u>Nośność przekroju netto:</u>		
$F_{n,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$		
<u>Nośność na ścinanie:</u>		
Nośność na ścinanie $F_{v,Rd}$ wyznacza się eksperymentalnie ^{*1)} ; $F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{M2}$		
<u>Warunki dodatkowe:</u> ⁴⁾ $F_{v,Rd} \geq 1,2 F_{b,Rd} / (n_t \beta_{Lf})$ lub $F_{v,Rd} \geq 1,2 F_{n,Rd}$		
Nity rozciągane: ²⁾		
Nośność na przeciąganie: $F_{p,Rd}$ wyznacza się eksperymentalnie ^{*1)} .		
Nośność na wyrwanie: nie dotyczy nitów.		
Nośność na rozciąganie: $F_{L,Rd}$ wyznacza się eksperymentalnie ^{*1)}		
<u>Warunek dodatkowy:</u>		
$F_{L,Rd} \geq \Sigma F_{p,Rd}$		
Zakres stosowania: ³⁾		
$e_1 \geq 1,5 d$	$p_1 \geq 3 d$	$2,6 \text{ mm} \leq d \leq 6,4 \text{ mm}$
$e_2 \geq 1,5 d$	$p_2 \geq 3 d$	
$f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$		

GWOŹDZIE WSTRZELIWANE

Zamocowanie uzyskuje się wskutek: sił tarcia, połączenia kształtowego, zgrzania i zlutowania.

Mechanizm powstawania zamocowania:

- sprężyste i plastyczne odkształcenie stali podłoża,
- siły reakcji stali oddziałujące na trzpień łącznika powodują zamocowanie dzięki siłom tarcia (zaciskanie),
- w strefie wysokich temperatur (do 900°C) powoduje częściowe zgrzanie trzpienia z materiałem,
- w strefach niższych temperatur pojawia się połączenie lutowane.

Łączenie jednej blachy do 2,5 mm lub pakiet do czterech blach do 5 mm.

Minimalna grubość blachy – 0,6 mm.

Czynniki mające wpływ na zastosowanie gwoździ: grubości elementu, wytrzymałość stali na rozciąganie, podatność sprężysta elementu.

GWOŹDZIE WSTRZELIWANE

The HILTI logo is displayed in white, bold, uppercase letters on a red rectangular background. The letters are thick and blocky, with a slight shadow effect.

DX pin

GWOŹDZIE WSTRZELIWANE

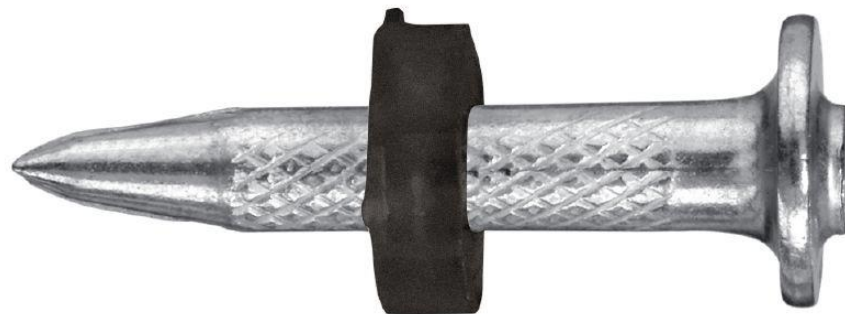


GWOŹDZIE WSTRZELIWANE

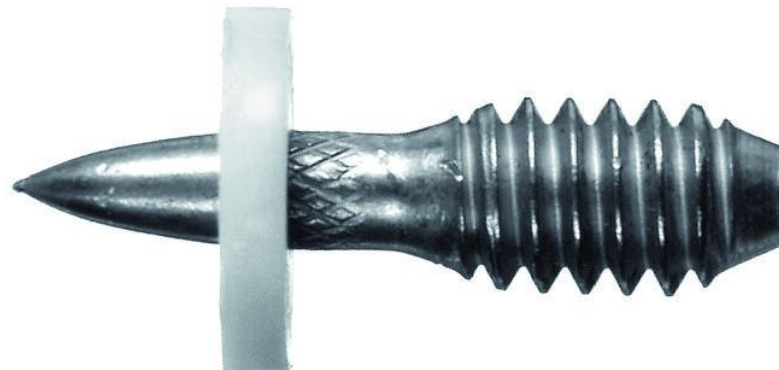
Gwóźdź pojedynczy o wysokiej jakości,
do betonu i stali, do osadzaków DX



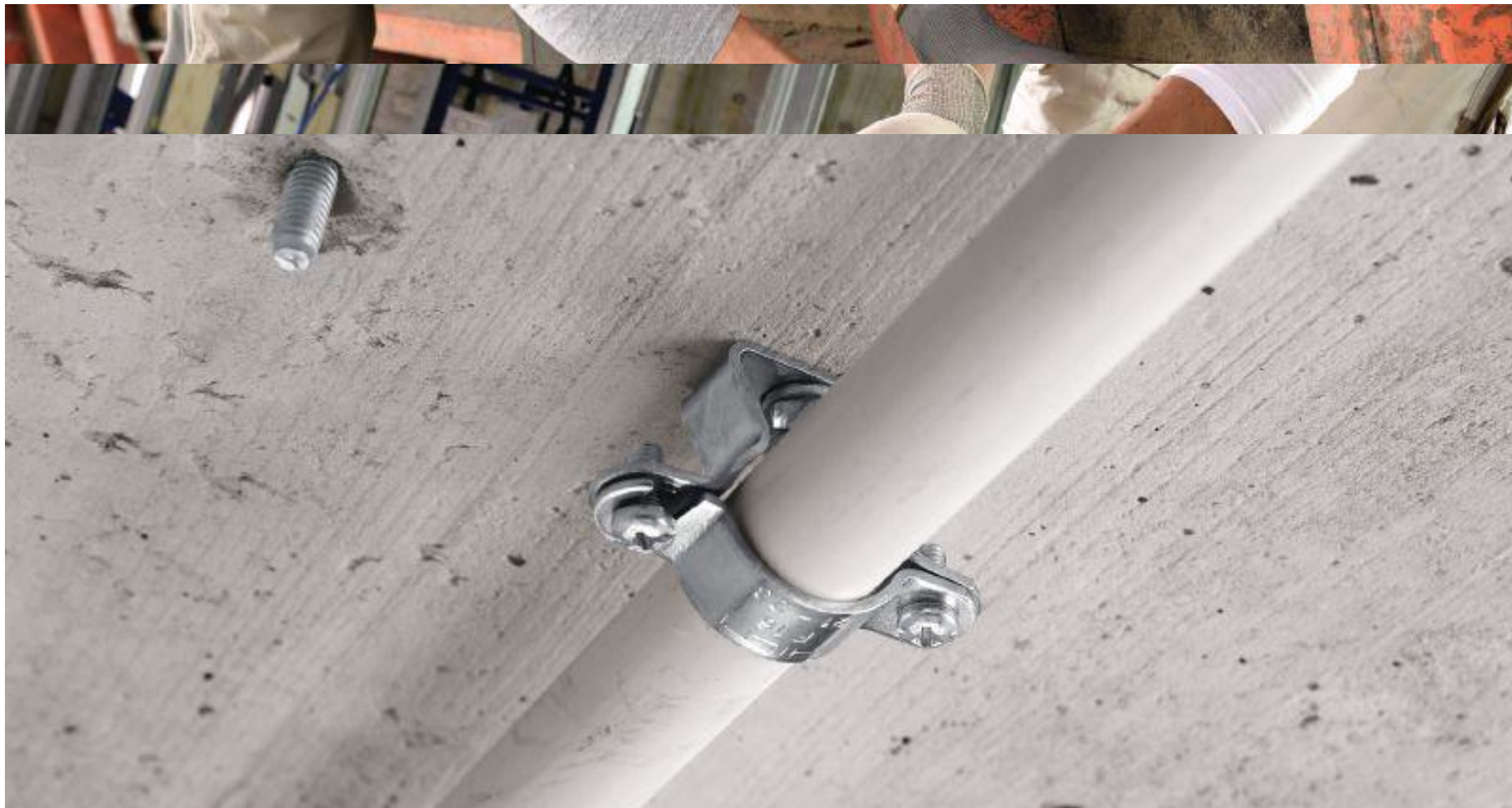
Gwóźdź pojedynczy do betonu, do
osadzaków DX



Kołek gwintowany M6 (z
plastikową podkładką 12 mm)



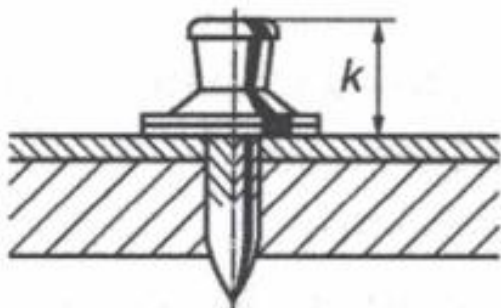
ZASTOSOWANIE GWOŹDZI



GWOŹDZIE WSTRZELIWANE

Sposoby osadzenia gwoździe wstrzeliwanych

a)
Gwóźdź X-ENP-19-L15
osadzony prawidłowo



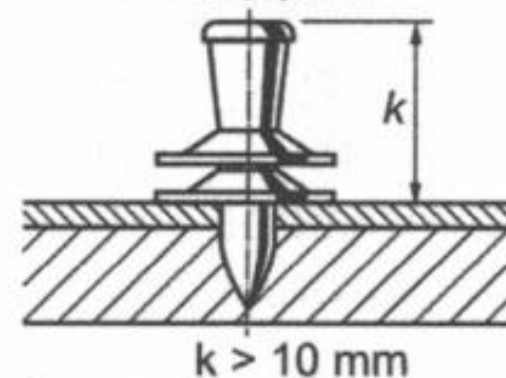
Wartości zalecane
 $k = 8,2 + 9,8 \text{ mm}$

b)
Gwóźdź X-ENP-19-L15
za głęboko

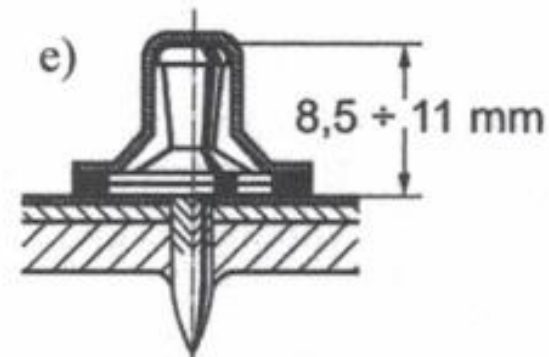
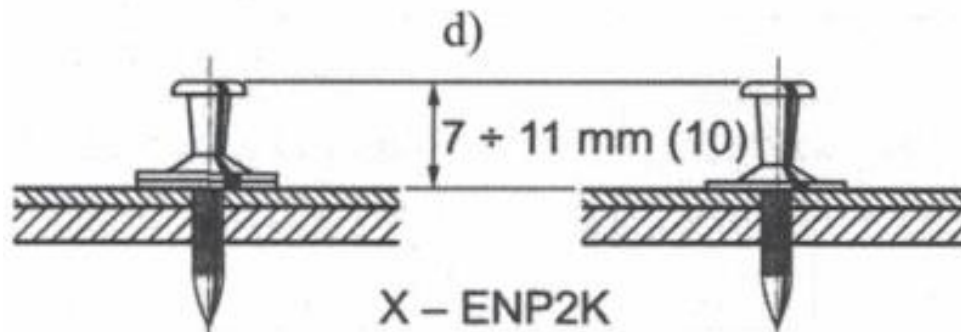


$k < 8 \text{ mm}$

c)
Gwóźdź X-ENP-19-L15
za płytko



$k > 10 \text{ mm}$



ŁĄCZENIE GWOŹDŹMI WSTRZELIWANYMI

Gwoździe obciążone siłą poprzeczną:											
<u>Nośność na docisk:</u>											
$F_{b,Rd} = 3,2 f_u d t / \gamma_{M2}$											
<u>Nośność przekroju netto:</u> $F_{n,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$											
<u>Nośność na ścinanie:</u> Nośność na ścinanie $F_{v,Rd}$ wyznacza się eksperymentalnie *3)											
$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{M2}$											
<u>Warunki dodatkowe:</u> ³⁾ $F_{v,Rd} \geq 1,5 \Sigma F_{b,Rd}$ lub $\Sigma F_{v,Rd} \geq 1,5 F_{n,Rd}$											
Gwoździe rozciągane:											
<u>Nośność na przeciąganie:</u> ¹⁾											
– przy obciążeniach statycznych: $F_{p,Rd} = d_w t f_u / \gamma_{M2}$											
– przy oddziaływaniach wiatru lub innych kombinacjach obciążeń z udziałem wiatru: $F_{p,R} = 0,5 d_w t f_u / \gamma_{M2}$											
<u>Nośność na wyrwanie:</u>											
$F_{o,Rd}$ – wyznacza się eksperymentalnie *3)											
<u>Nośność na rozciąganie:</u>											
$F_{t,Rd}$ – wyznacza się eksperymentalnie *3)											
<u>Warunki dodatkowe:</u> ³⁾ $F_{o,Rd} \geq \Sigma F_{p,Rd}$ lub $F_{t,Rd} \geq F_{o,Rd}$											
Zakres stosowania: ²⁾											
<u>Ogólnie:</u>	<table> <tr> <td>$e_1 \geq 4,5 d$</td> <td>$3,7 \text{ mm} \leq d \leq 6,0 \text{ mm}$</td> </tr> <tr> <td>$e_2 \geq 4,5 d$</td> <td>dla $d = 3,7 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 4,0 \text{ mm}$</td> </tr> <tr> <td>$p_1 \geq 4,5 d$</td> <td>dla $d = 4,5 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 6,0 \text{ mm}$</td> </tr> <tr> <td>$p_2 \geq 4,5 d$</td> <td>dla $d = 5,2 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 8,0 \text{ mm}$</td> </tr> <tr> <td>$f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$</td> <td></td> </tr> </table>	$e_1 \geq 4,5 d$	$3,7 \text{ mm} \leq d \leq 6,0 \text{ mm}$	$e_2 \geq 4,5 d$	dla $d = 3,7 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 4,0 \text{ mm}$	$p_1 \geq 4,5 d$	dla $d = 4,5 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 6,0 \text{ mm}$	$p_2 \geq 4,5 d$	dla $d = 5,2 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 8,0 \text{ mm}$	$f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$	
$e_1 \geq 4,5 d$	$3,7 \text{ mm} \leq d \leq 6,0 \text{ mm}$										
$e_2 \geq 4,5 d$	dla $d = 3,7 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 4,0 \text{ mm}$										
$p_1 \geq 4,5 d$	dla $d = 4,5 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 6,0 \text{ mm}$										
$p_2 \geq 4,5 d$	dla $d = 5,2 \text{ mm}$: $t_{sup} \geq 8,0 \text{ mm}$										
$f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$											
<u>W przypadku rozciągania:</u>	$0,5 \text{ mm} \leq t \leq 1,5 \text{ mm}$ $t_{sup} \geq 6,0 \text{ mm}$										

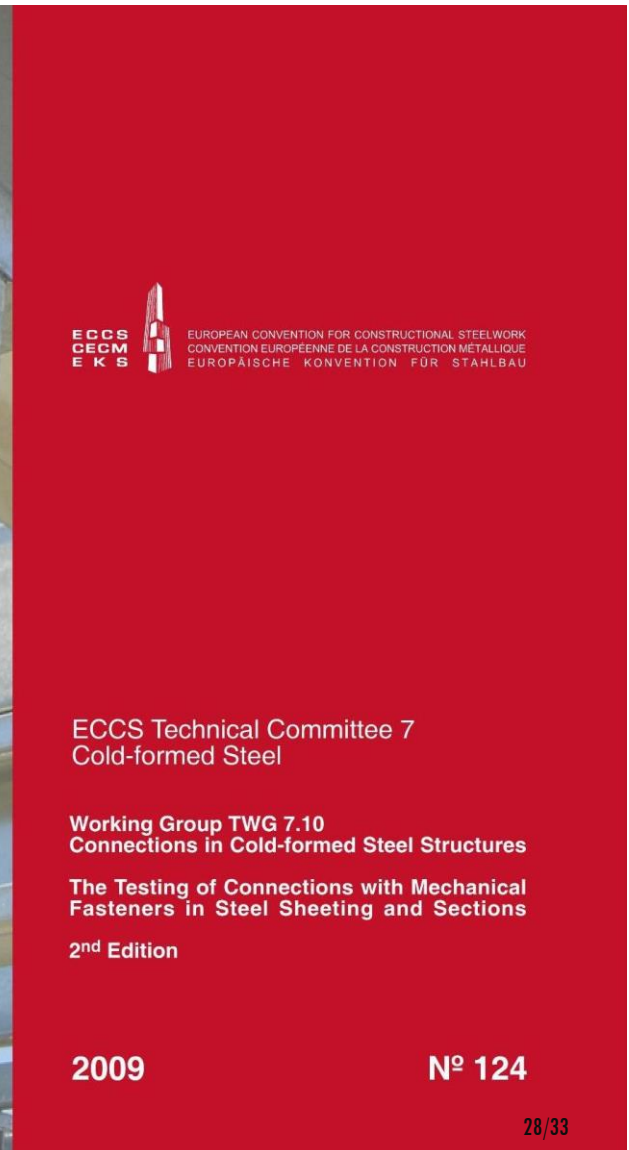
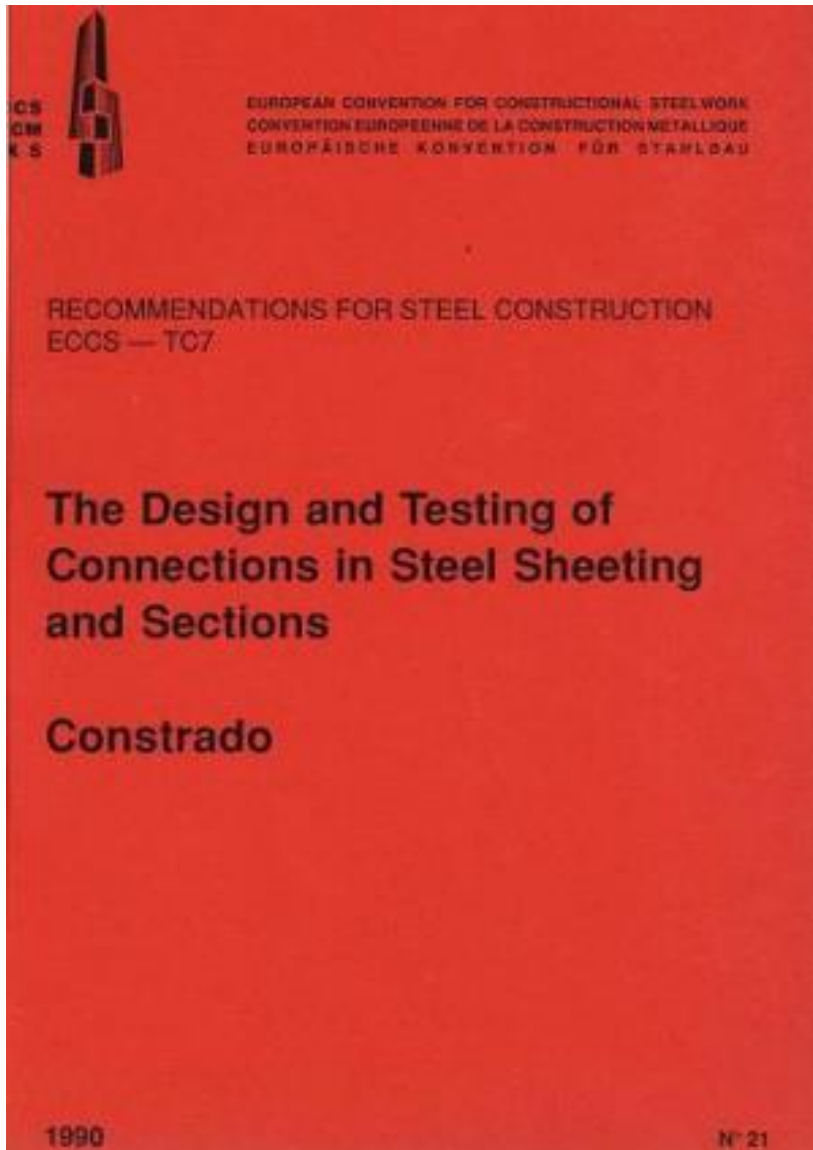
OSADZAKI DO GWOŹDZI



ŁĄCZENIE ŚRUBAMI

Śruby obciążone siłą poprzeczną:	
<u>Nośność na docisk:</u> ²⁾	
$F_{b,Rd} = 2,5 \alpha_b k_t f_u d t / \gamma_{M2}$	przy czym $\alpha_b = \min [1,0 ; e_1 / (3d)]$
dla $0,75 \text{ mm} \leq t \leq 1,25 \text{ mm}$	$k_t = (0,8 t + 1,5) / 2,5;$
dla $t > 1,25 \text{ mm}$	$k_t = 1,0$
<u>Nośność przekroju netto:</u>	
$F_{t,Rd} = (1 + 3r(d_o/u - 0,3)) A_{net} f_u / \gamma_{M2}$	lecz $F_{t,Rd} \leq A_{net} f_u / \gamma_{M2}$
przy czym:	
$r =$	$[\text{liczba śrub w przekroju}] / [\text{całkowita liczba śrub w połączeniu}]$
$u = 2 e_2$	lecz $u \leq p_2$
<u>Nośność na ścinanie:</u>	
– śruby klas 4.6, 5.6 i 8.8:	
$F_{v,Rd} = 0,6 f_{ub} A_s / \gamma_{M2}$	
– śruby klas 4.8, 5.8, 6.8 i 10.9:	
$F_{v,Rd} = 0,5 f_{ub} A_s / \gamma_{M2}$	
<u>Warunki dodatkowe:</u> ³⁾ $F_{v,Rd} \geq 1,2 \Sigma F_{b,Rd}$ lub $\Sigma F_{v,Rd} \geq 1,2 F_{t,Rd}$	
Śruby rozciągane:	
<u>Nośność na przeciąganie:</u>	$F_{p,Rd}$ – wyznacza się eksperymentalnie ⁴⁾ .
<u>Nośność na wyrwanie:</u> Nie dotyczy śrub.	
<u>Nośność na rozciąganie:</u>	$F_{t,Rd} = 0,9 f_{ub} A_s / \gamma_{M2}$
<u>Warunki dodatkowe:</u> ³⁾ $F_{t,Rd} \geq \Sigma F_{p,Rd}$	
Zakres stosowania: ¹⁾	
$e_1 \geq 1,0 d_o$	$p_1 \geq 3 d_o$
$e_2 \geq 1,5 d_o$	$p_2 \geq 3 d_o$
$f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$	
$3 \text{ mm} > t \geq 0,75 \text{ mm}$	Minimalna średnica śruby: M 6
	Klasy: 4.6 – 10.9

PROJEKTOWANIE WSPOMAGANE BADANIAMI



MECHANIZMY ZNISZCZENIA

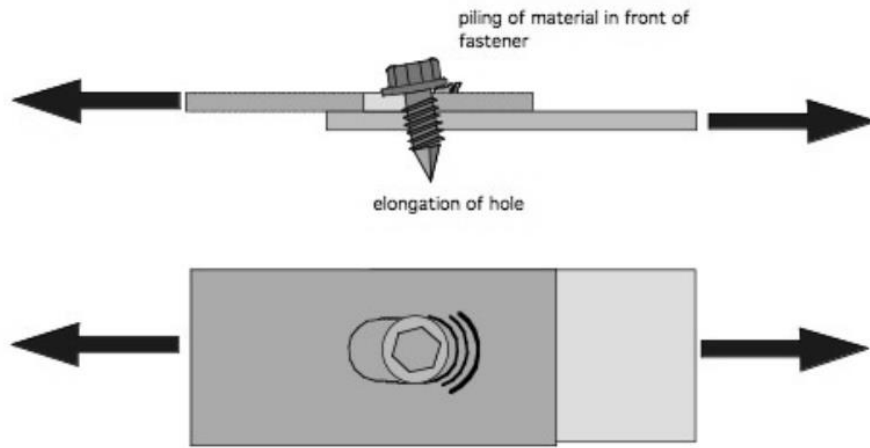


Fig. 2.1: Bearing failure

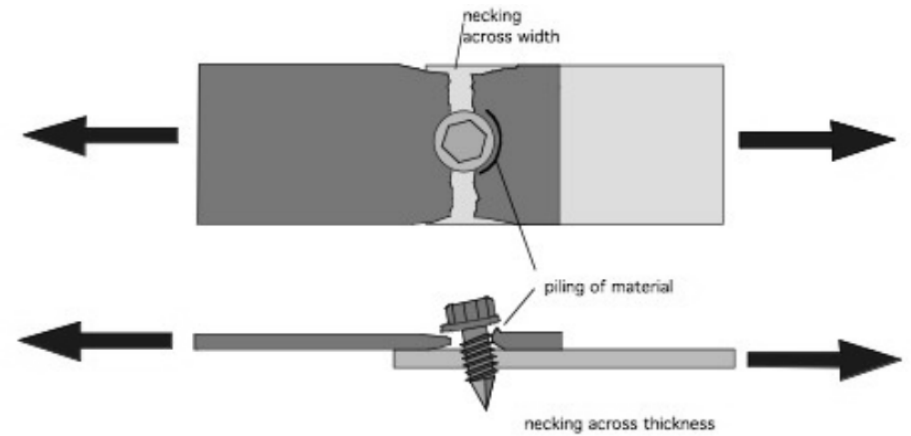


Fig. 2.2: Net section tension failure

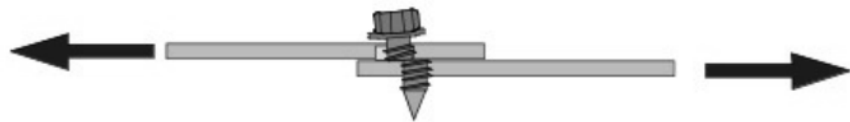


Fig. 2.3: Shear of fastener

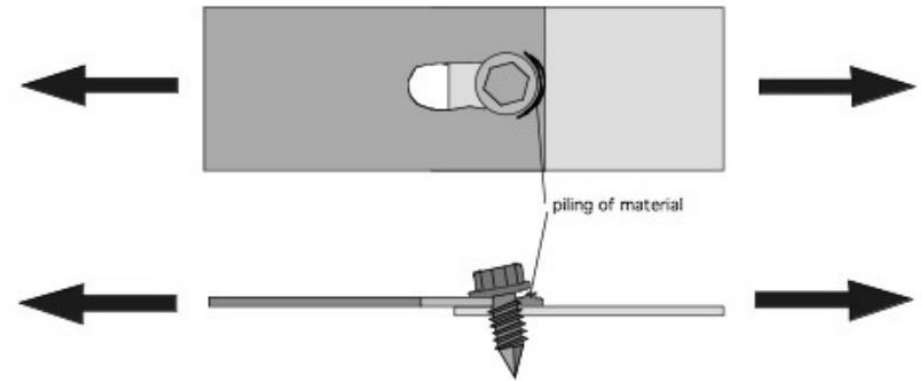


Fig. 2.4: End failure of connection

MECHANIZMY ZNISZCZENIA

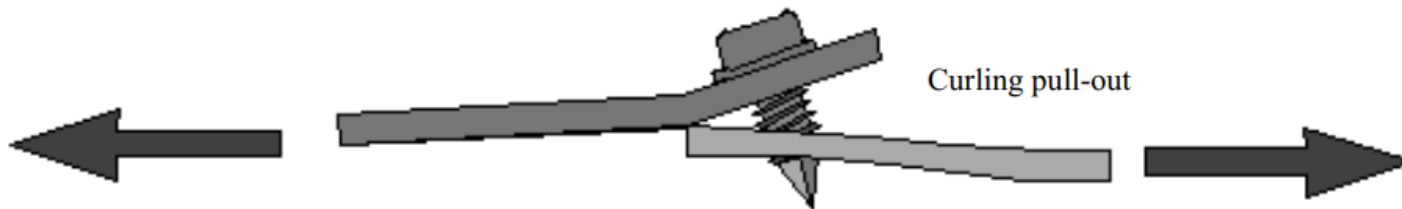


Fig. 2.5: Tilting and pull-out failure

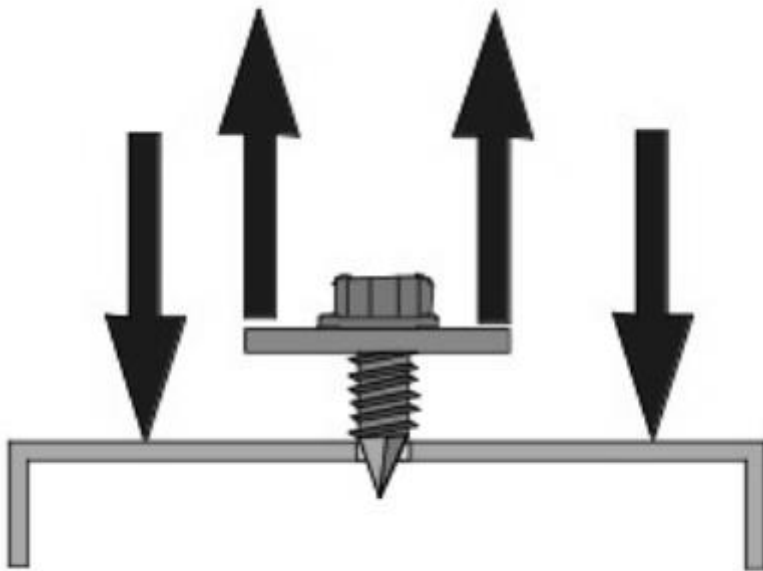


Fig. 2.6: Pull-out failure

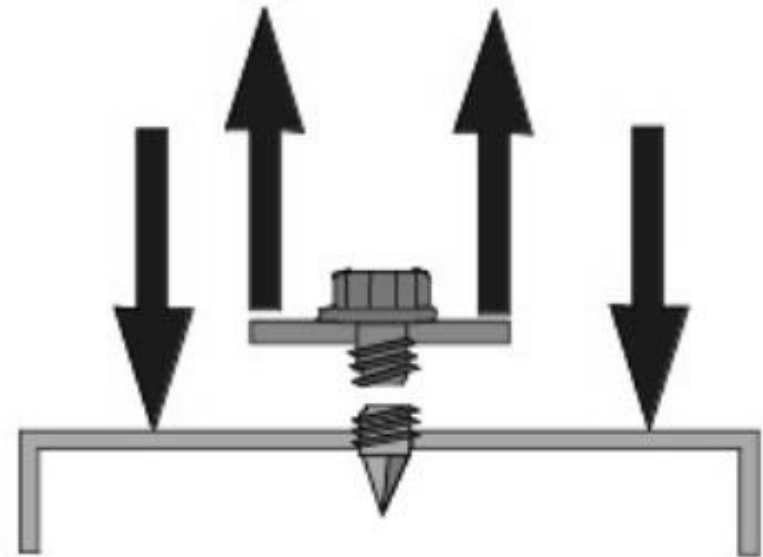


Fig. 2.7: Fastener failure

MECHANIZMY ZNISZCZENIA

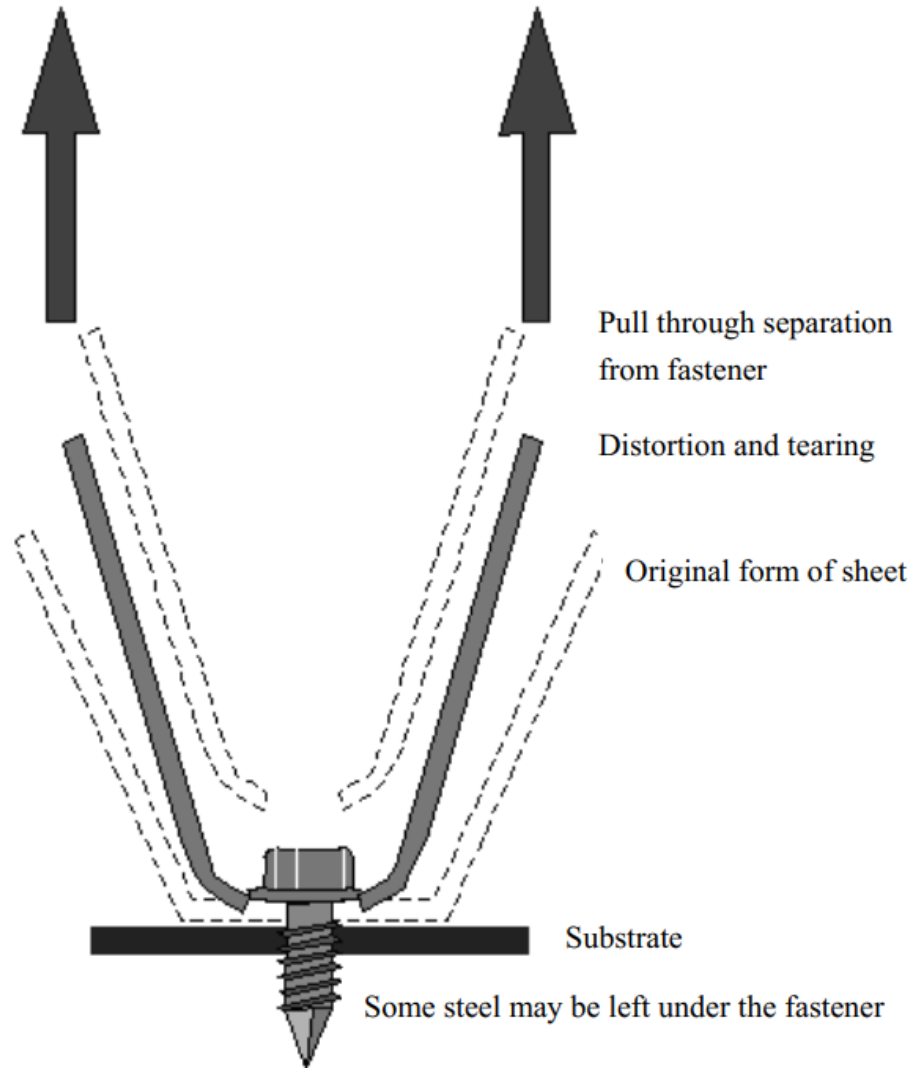
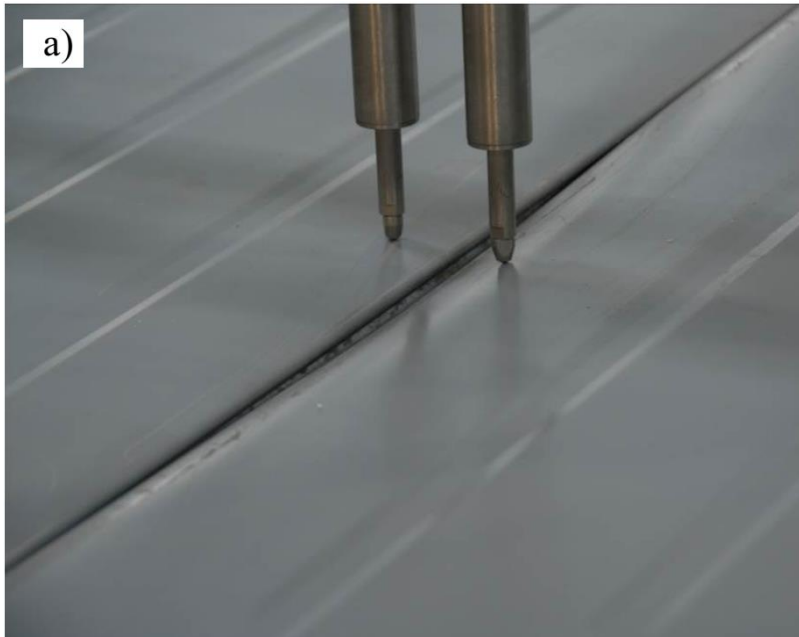
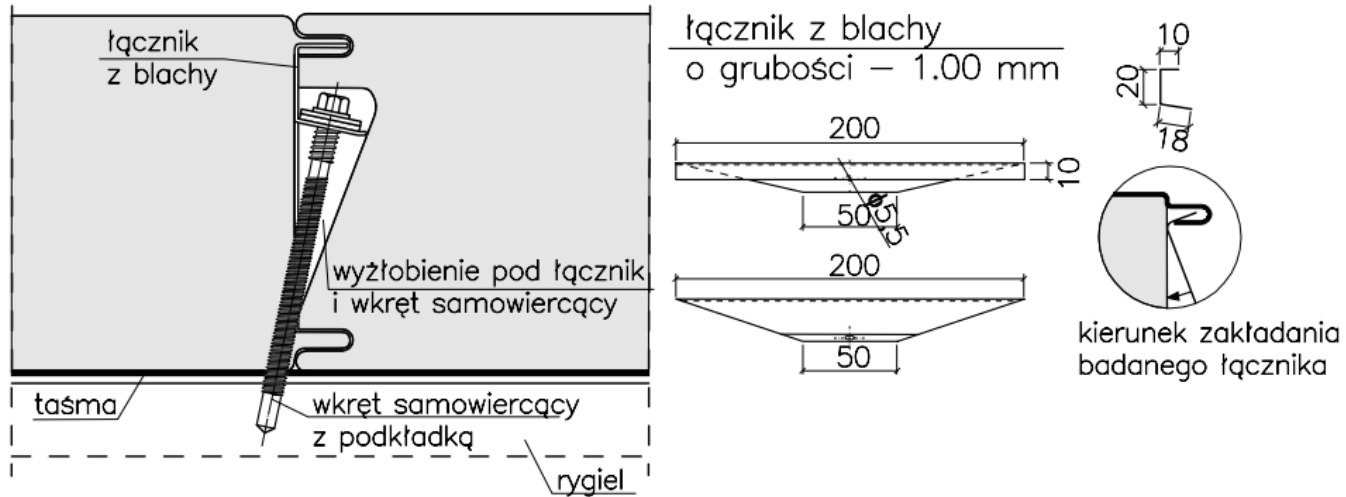


Fig. 2.8: Pull-over and pull-through failure

MECHANIZMY ZNISZCZENIA



MECHANIZMY ZNISZCZENIA

