

Informacje uzupełniające: Nośność przy ścinaniu połączeń doczołowych prostych

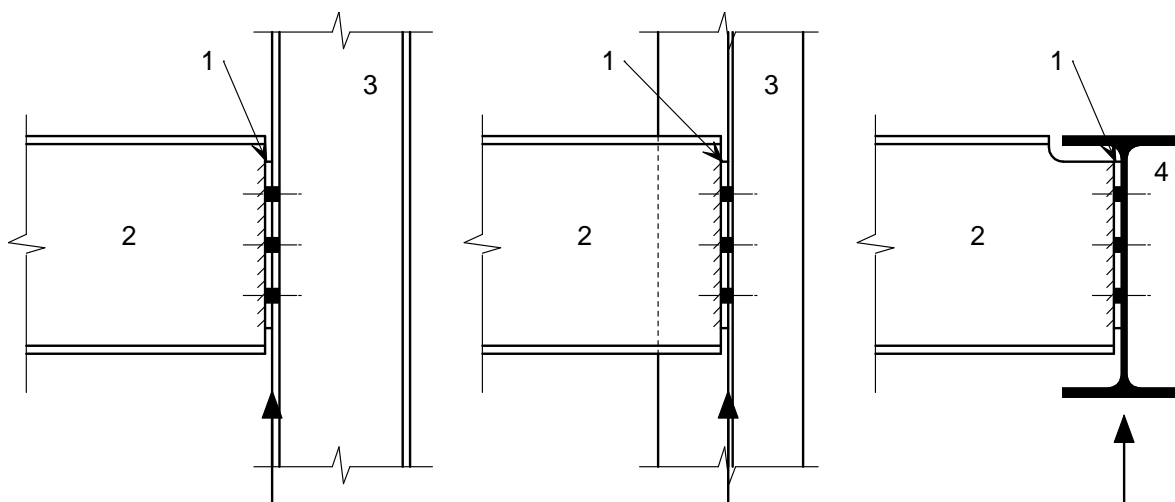
Dokument ten zawiera reguły wyznaczania nośności przy ścinaniu „prostych” połączeń typu belka-stup, lub belka-belka, realizowanych przy użyciu blach czołowych. Dokument obejmuje zakresem blachę czołową, podpieraną belkę i podpierający stup (belkę). Opisane zasady mogą być użyte do oceny globalnej nośności na ścinanie. Uwzględniono w nich wszystkie możliwe sposoby zniszczenia, wyznaczone w oparciu o zasady oceny nośności części podstawowych złącza podanych w PN-EN 1993-1-8. Reguły odnoszą się do połączeń śrubowych niesprężanych (tj. kategorii “A” – połączeń typu dociskowego). Reguły mogą być stosowane do połączeń z blachami czołowymi o niepełnej lub pełnej wysokości.

Zawartość

1. Model obliczeniowy	2
2. Parametry geometryczne	3
3. Śruby przy ścinaniu	4
4. Blacha czołowa przy docisku	4
5. Element podpierający przy docisku	5
6. Blacha czołowa przy ścinaniu (przekrój brutto)	6
7. Blacha czołowa przy ścinaniu (przekrój netto)	6
8. Blacha czołowa przy ścinaniu (rozerwanie blokowe)	6
9. Blacha czołowa przy zginaniu (w płaszczyźnie blachy)	7
10. Środek belki przy ścinaniu	7
11. Projektowanie spoiny	8
12. Wymagania co do ciągłości	9
13. Granice stosowania	9
14. Literatura	9

1. Model obliczeniowy

Rozpatrywane połączenia z blachami czołowymi mogą być uważane za węzeł „prosty” (nie przenoszący momentu zginającego) stosownie do PN-EN1993-1-1 §5.1.2 (1) i (2) oraz EN1993-1-8 §5.1.1 (1), (2) i (3). Szersze omówienie węzłów prostych znajduje się w [SN020](#). Tak więc wpływ złącza nie musi być uwzględniony w analizie ramy.



Przyjęta linia przekazania reakcji podporowej (l. 3)

Przyjęta linia przekazania reakcji podporowej (l. 3)

Przyjęta linia przekazania reakcji podporowej (l. 4)

Legenda: 1. Blacha czołowa
2. Belka podpierana
3. Słup
4. Belka podpierająca

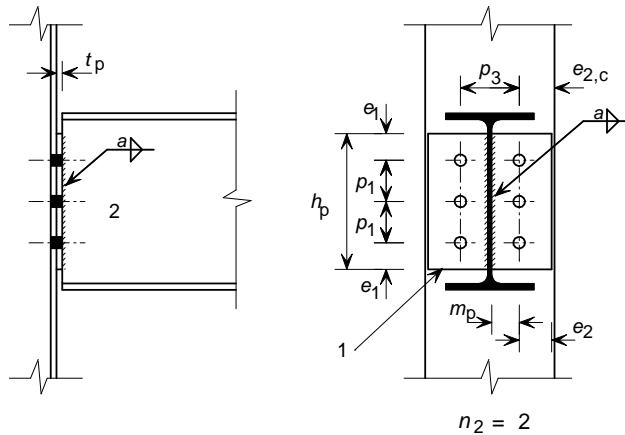
Rys. 1.1 Połączenia z blachami czołowymi poddane działaniu pionowej reakcji podporowej

Nośność połączenia przy ścinaniu jest najniższą nośnością określoną dla poszczególnych form zniszczenia. Zasady określania nośności przy ścinaniu, w poszczególnych formach zniszczenia, są wyszczególnione w Tabelcy 1.1, z odesłaniem do odpowiedniego rozdziału dokumentu.

Tablica 1.1 Nośność przy ścinaniu połączenia doczołowego

Forma zniszczenia		Numer rozdziału
Śruby przy ścinaniu	$V_{Rd,1}$	3
Blacha czołowa przy docisku	$V_{Rd,2}$	4
Element podpierający przy docisku	$V_{Rd,3}$	5
Blacha czołowa przy ścinaniu (przekrój brutto)	$V_{Rd,4}$	6
Blacha czołowa przy ścinaniu (przekrój netto)	$V_{Rd,5}$	7
Blacha czołowa przy ścinaniu (rozerwanie blokowe)	$V_{Rd,6}$	8
Blacha czołowa przy zginaniu	$V_{Rd,7}$	9
Środek belki przy ścinaniu	$V_{Rd,8}$	10

2. Parametry geometryczne



Legenda: 1. Blacha czołowa
2. Belka podpierana

- a grubość spoiny
- $A_{v,net}$ przekrój netto blachy czołowej
- d_o średnica otworu
- d_w średnica podkładki lub obrysu łba śruby lub nakrętki
- e_1 odległość osi otworu do najbliższego brzegu (w kierunku obciążenia) (blacha czołowa)
- e_2 odległość osi otworu do najbliższego brzegu, w kierunku prostopadłym do kierunku obciążenia (blacha czołowa)
- $e_{2,c}$ jak wyżej, lecz w pasie słupa
- $f_{u,b}$ wytrzymałość na rozciąganie śruby
- $f_{u,b1}$ wytrzymałość na rozciąganie podpieranej belki
- $f_{u,b2}$ wytrzymałość na rozciąganie podpierającej belki
- $f_{y,c}$ granica plastyczności słupa
- $f_{u,c}$ wytrzymałość na rozciąganie słupa
- $f_{u,p}$ wytrzymałość na rozciąganie blachy czołowej
- $f_{y,b1}$ granica plastyczności podpartej belki
- $f_{y,b2}$ granica plastyczności podpierającej belki
- $f_{y,p}$ granica plastyczności blachy czołowej
- h_p wysokość blachy czołowej
- m_p odległość pomiędzy osią linii śrub a krawędzią spoiny łączącej blachę czołową ze środkiem belki (zdefiniowane jako m na rys. 6.2 w normie PN-EN1993-1-8)
- n całkowita liczba śrub (t.j. $n_1 \times n_2$)
- n_1 liczba poziomych szeregów śrub
- n_2 liczba pionowych rzędów śrub. W dokumencie rozpatrzono tylko sytuację dla $n_2=2$
- p_1 podłużna podziałka śrub
- p_3 rozstaw lub odległość pomiędzy osiami śrub
- $t_{f,c}$ grubość pasa słupa
- t_p grubość blachy czołowej
- $t_{w,b1}$ grubość średnika belki podpieranej
- $t_{w,b2}$ grubość średnika belki podpierającej

$t_{w,c}$ grubość środnika słupa

3. Śruby przy ścinaniu

$$V_{Rd,1} = 0,8 n F_{v,Rd}$$

Nośność na ścinanie pojedynczej śruby $F_{v,Rd}$ jest podana w Tabelicy 3.4 normy [Tabelicy 3.4 PN-EN1993-1-8](#) jako:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Gdzie A może być wzięte, jako pole przekroju trzpienia śruby A_s .

Uwaga: Współczynnik redukcyjny o wartości 0,8 uwzględnia przejmowanie przez śrubę siły rozciągającej. Szersze objaśnienie podano w (publikacja (1), rozdział 4.1.1.2 oraz 6.2.2).

4. Blacha czołowa przy docisku

Konserwatywnie (z [§3.7 \(1\) normy PN-EN1993-1-8](#))

$$V_{Rd,2} = n F_{b,Rd}$$

Lecz, jeśli $F_{v,Rd} \geq F_{b,Rd}$ wówczas:

$$V_{Rd,2} = \sum F_{b,Rd}$$

Nośność na docisk pojedynczej śruby $F_{b,Rd}$ jest podana w [Tabelicy 3.4 PN-EN1993-1-8](#) jako:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_{u,p} d t_p}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Gdzie } \alpha_b = \min \left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{u,p}}; 1,0 \right)$$

$$k_1 = \min \left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right)$$

5. Element podpierający przy docisku

$$V_{Rd,3} = nF_{b,Rd}$$

Nośność na docisk pojedynczej śruby $F_{b,Rd}$ jest podana w [Tablicy 3.4 PN-EN1993-1-8](#) jako:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

Gdy elementem podpierającym jest pas słupa:

$$t = t_{f,c}$$

$$f_u = f_{u,c}$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{u,c}}; 1,0\right)$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_{2,c}}{d_0} - 1,7; 2,5\right)$$

Gdy elementem podpierającym jest środek słupa:

$$t = t_{w,c}$$

$$f_u = f_{u,c}$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{u,c}}; 1,0\right)$$

$$k_1 = \min\left(1,4 \frac{p_3}{d_0} - 1,7; 2,5\right)$$

Gdy elementem podpierającym jest środek belki:

$$t = t_{w,b2}$$

$$f_u = f_{u,b2}$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{u,b2}}; 1,0\right)$$

$$k_1 = \min\left(1,4 \frac{p_3}{d_0} - 1,7; 2,5\right)$$

6. Blacha czołowa przy ścinaniu (przekrój brutto)

$$V_{Rd,4} = \frac{2h_p t_p}{1,27} \frac{f_{y,p}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga: Współczynnik 1,27 uwzględnia redukcję nośności przy ścinaniu wywołaną zginaniem w płaszczyźnie połączenia (patrz publikacja (1), rozdział 6.2.2). Dalsze objaśnienia zawiera publikacja (3).

7. Blacha czołowa przy ścinaniu (przekrój netto)

$$V_{Rd,5} = 2A_{v,net} \frac{f_{u,p}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}}$$

gdzie:

$$A_{v,net} = t_p (h_p - n_1 d_0)$$

8. Blacha czołowa przy ścinaniu (rozerwanie blokowe)

$$V_{Rd,6} = 2V_{eff,Rd}$$

Korzystając z [§3.10.2 normy PN-EN1993-1-8](#):

Ogólnie:

$$V_{eff,Rd} = V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{u,p} A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_{y,p} A_{nv}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Lecz gdy $h_p < 1,36 p_3$ oraz $n_1 > 1$ wówczas:

$$V_{eff,Rd} = V_{eff,2,Rd} = \frac{0,5 f_{u,p} A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_{y,p} A_{nv}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

gdzie:

A_{nt} jest polem przekroju netto rozciągany, określonym jako $A_{nt} = t_p \left(e_2 - \frac{d_0}{2} \right)$

A_{nv} jest polem przekroju netto ścinany, określonym jako $A_{nv} = t_p (h_p - e_1 - (n_1 - 0,5)d_0)$

9. Blacha czołowa przy zginaniu (w płaszczyźnie blachy)

Ogólnie $h_p \geq 1,36 p_3$ (tj. $p_3 \leq h_p/1,36$) stąd:

$$V_{Rd,7} = \infty$$

Jednakże, gdy rozstaw lub odległość pomiędzy osiami śrub jest duży tj. $p_3 > h_p/1,36$ wówczas skutki zginania w płaszczyźnie połączenia stają się dominujące i zmniejsza to nośność przy ścinaniu (tj. $V_{Rd,7} < V_{Rd,4}$). Stąd zredukowana nośność przy ścinaniu wynosi:

$$V_{Rd,7} = \frac{2 W_{el}}{\left(\frac{p_3 - t_{w,b1}}{2} \right)} \frac{f_{y,p}}{\gamma_{M0}}$$

Gdzie:

$$W_{el} = \frac{t_p h_p^2}{6}$$

10. Środek belki przy ścinaniu

Korzystając z [§6.2.6 \(2\) normy PN-EN1993-1-1](#):

$$V_{Rd,8} = A_v \frac{f_{y,b1}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

W przypadku przekroju czynnego przy ścinaniu A_v , punkt §6.2.6 (3) nie definiuje ściśle sposobu jego wyznaczania w przypadku blachy prostokątnej. Przez analogię do przypadku (c) punktu §6.2.6(3), można zastosować współczynnik 0,9 do powierzchni środka przyłączonego do blachy czołowej. Wówczas:

$$A_v = 0,9 h_p t_{w,b1}$$

$$V_{Rd,8} = 0,9 h_p t_{w,b1} \frac{f_{y,b1}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

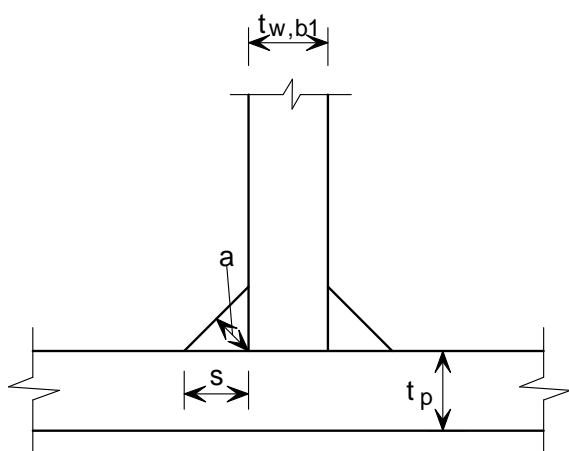
11. Projektowanie spoiny

Należy zapewnić pełną nośność dwustronnej spoiny pachwinowej. Spoiny pachwinowe należy analizować jako **podłużne**. Grubość spoiny “*a*” odpowiadająca tym warunkom wynosi:

$a \geq 0,38 t_{w,b1}$ w przypadku gatunku stali S235 podpartej belki

$a \geq 0,39 t_{w,b1}$ w przypadku gatunku stali S275 podpartej belki

$a \geq 0,45 t_{w,b1}$ w przypadku gatunku stali S355 podpartej belki



Legenda: a: grubość spoiny
s: szerokość boku spoiny

Rys. 11.1 Grubość i szerokość boku spoiny pachwinowej.

12. Wymagania co do ciągłości

W celu zapewnienia odpowiedniej ciągłości połączenia należy spełnić następujące warunki.

- Jeżeli elementem podpierającym jest środek belki lub słupa:

$$t_p \leq \frac{d}{2,8} \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_{y,p}}}$$

- Jeżeli elementem podpierającym jest pas słupa:

$$t_p \leq \frac{d}{2,8} \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_{y,p}}} \quad \text{lub} \quad t_{f,c} \leq \frac{d}{2,8} \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_{y,c}}}$$

Gdzie d jest średnicą śruby.

13. Granice stosowania

Zapisy tego dokumentu odnoszą się tylko do połączeń z dwoma pionowymi rzędami śrub (t.j. $n_2 = 2$) i wykonanych jako połączenia niesprężone kategorii A - połączenia typu dociskowego, zgodnie z PN-EN 1993-1-8 §3.4.1.

14. Literatura

Zapisy tego dokumentu opracowano w oparciu o następujące publikacje:

- (1) *“European recommendations for the design of simple joints in steel structures – Document prepared under the supervision of ECCS TC10 by: J.P. Jaspart, S. Renkin and M.L. Guillaume – First draft September 2003”*
- (2) *Joints in Steel Construction – Simple Connections (P212). The Steel Construction Institute and The British Constructional Association Ltd., 2002.*
- (3) *Development of a European process for the design of simple structural joint in steel frames” (in French), by RENKIN Sandra, Diploma work, University of Liege, June 2003*

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Informacje uzupełniające: Nośność przy ścinaniu połączeń doczołowych prostych		
Odniesienie			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Edurne Nunez	SCI	March 2005
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Abdul Malik	SCI	July 2005
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez	D C Iles	SCI	16/9/05
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. Wielka Brytania	G W Owens	SCI	16/9/05
2. Francja	A Bureau	CTICM	16/9/05
3. Szwecja	A Olsson	SBI	15/9/05
4. Niemcy	C Müller	RWTH	14/9/05
5. Hiszpania	J Chica	Labein	16/9/05
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	26/4/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:	L. Ślęczka, PRz		
Tłumaczenie zatwierdzone przez:	B. Stankiewicz	PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Informacje uzupełniające: Nośność przy ścinaniu połączeń doczołowych prostych	
Seria		
Opis*	Dokument ten zawiera reguły wyznaczania nośności przy ścinaniu „prostych” połączeń typu belka-słup, lub belka-belka, realizowanych przy użyciu blach czołowych. Dokument obejmuje zakresem blachę czołową, podpieraną belkę i podpierający słup (belkę). Opisane zasady mogą być użyte do oceny globalnej nośności na ścinanie. Uwzględniono w nich wszystkie możliwe sposoby zniszczenia, wyznaczone w oparciu o zasady oceny nośności części podstawowych złącza podanych w PN-EN 1993-1-8. Reguły odnoszą się do połączeń śrubowych niesprężanych (tj. kategorii “A” – połączeń typu dociskowego). Reguły mogą być stosowane do połączeń z blachami czołowymi o niepełnej lub pełnej wysokości.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Specjalista
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SN\SN014a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Word 9.0; 11stron; 234kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Informacje uzupełniające
	Punkt widzenia	Inżynier
Temat*	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	11/04/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*	Polski	
Kontakt	Autor	Eduarne Núñez, SCI
	Sprawdził	Abdul Malik, SCI
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Nośność przy ścinaniu, blachy czołowe, połączenia śrubowe, połączenie belka-słup, połączenie belka-belka, spoina pachwinowa, ciągliwość	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	EN 1993-1-1 : 2005; EN 1993-1-8 : 2005
	Przykład(y) obliczeniowy	SX012
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	SN020
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	Europa
Instrukcje szczególne		