


<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<i>1 z 8</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</i>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>

## Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej

*Przykład pokazuje procedurę sprawdzenia nośności połączenia śrubowego pomiędzy prętem stężenia wykonanym z kątownika a blachą węzłową, przyspawaną do środka słupa. W połączeniu zastosowano śruby niesprężone (kategoria połączenia A: połączenie typu dociskowego).*


Ten rodzaj połączeń jest typowy w mocowaniu prętów stężeń ściennych i dachowych, projektowanych na poziome działanie wiatru, równoległego do osi podłużnej budynku parterowego. Zagadnienie to zilustrowano w opracowaniu SS048.

W celu uniknięcia mimośrodów przy przekazaniu obciążenia na stopę słupa, kątownik ustawiony jest tak, aby jego oś pokrywała się z pionową płaszczyzną symetrii słupa, zaś blacha węzłowa jest umieszczona obok osi głównej słupa, tak blisko jak to jest możliwe

[SS048](#)

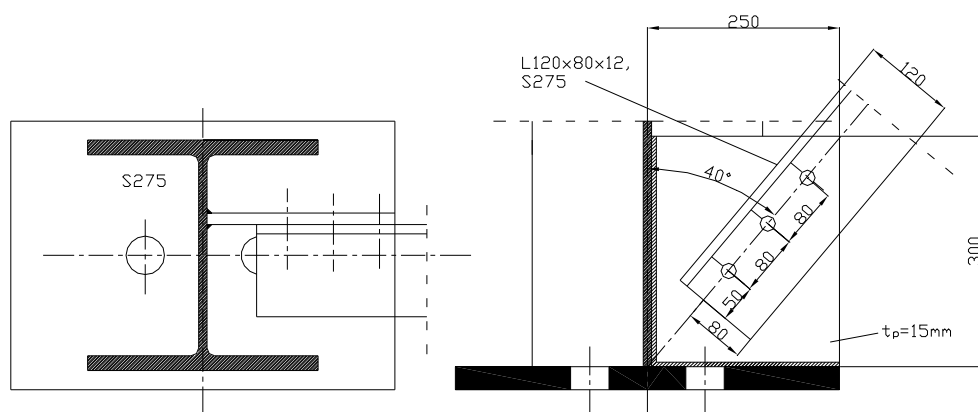
**Tablica 1.1**      *Formy zniszczenia połączenia stężenia*

<b>Forma zniszczenia</b>	<b>Nośność części podstawowej</b>
Śruba przy ścinaniu	$N_{Rd,1}$
Śruby przy docisku (do ramienia kątownika)	$N_{Rd,2}$
Kątownik przy rozciąganiu	$N_{Rd,3}$
Projektowanie spoiny	$a$

<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<b>2</b> z <b>8</b>
	Tytuł	<b>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</b>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<b>kwiecień 2006</b>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<b>kwiecień 2006</b>

### Połączenie stężenia – szczegóły

Rys. 1.1 pokazuje, że kątownik L120x80x12 jest mocowany szerszym ramieniem do blachy węzłowej.




**Rys. 1.1**                      **Szczegóły połączenia: widok i przekrój**

Powszechna praktyka jest minimalizowanie mimośrodu pomiędzy osią pręta stężenia i osią słupa. Blacha węzłowa jest przyspawana do środniczka słupa i blachy podstawy przy użyciu dwu spoin pachwinowych (patrz. Rys. 1.1). Mimo istnienia niewielkiego mimośrodu stworzonego aby ominąć śrubę kotwiącą, jest to lepsze rozwiązanie w porównaniu do bezpośredniego mocowania kątownika do pasa słupa.

### Dane podstawowe

Układ	Kątownik mocowany do blachy węzłowej, spawanej do środniczka słupa
Słup	HEB 300, S275
Pręt stężenia	L120 × 80 × 12, S275
Rodzaj połączenia	Połączenie zakładkowe kategorii A: połączenie typu dociskowego
Blacha węzłowa	bl. 15 x 250 × 300, S275
Śruby	M20, kl. 8.8
Spoiny	Blacha węzłowa do środniczka słupa: spoina pachwinowe, $a = 4$ mm (patrz rozdział 4). Blacha węzłowa do blachy podstawy: spoina pachwinowa $a = 4$ mm (patrz rozdział 4).


<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<b>3</b> z <b>8</b>
	Tytuł	<b>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</b>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Edurne Nuñez</i>	Data	<b>kwiecień 2006</b>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<b>kwiecień 2006</b>

### **Słup HEB 300, S275**

Wysokość	$h_c = 300 \text{ mm}$
Szerokość	$b_c = 300 \text{ mm}$
Grubość środnika	$t_{w,c} = 11 \text{ mm}$
Grubość stopki	$t_{f,c} = 19 \text{ mm}$
Promień wyokrąglenia	$r = 27 \text{ mm}$
Pole przekroju poprzecznego	$A_c = 149,1 \text{ cm}^2$
Moment bezwładności	$I_y = 25170 \text{ cm}^4$
Wysokość płaskiej części środnika	$d_c = 208 \text{ mm}$
Granica plastyczności	$f_{y,c} = 275 \text{ N/mm}^2$
Granica wytrzymałości	$f_{u,c} = 430 \text{ N/mm}^2$

### **Kątownik L120 × 80 × 12, S275**

Wysokość	$h_{ac} = 120 \text{ mm}$
Szerokość	$b_{ac} = 80 \text{ mm}$
Grubość	$t_{ac} = 12 \text{ mm}$
Promień wyokrąglenia	$r_1 = 11 \text{ mm}$
Promień wyokrąglenia	$r_2 = 5,5 \text{ mm}$
Pole przekroju poprzecznego	$A_{ac} = 22,7 \text{ cm}^2$
Moment bezwładności	$I_y = 322,8 \text{ cm}^4$
Granica plastyczności	$f_{y,ac} = 275 \text{ N/mm}^2$
Granica wytrzymałości	$f_{u,ac} = 430 \text{ N/mm}^2$

<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<b>4</b> z <b>8</b>
	Tytuł	<b>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</b>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<b>kwiecień 2006</b>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<b>kwiecień 2006</b>

### **Blacha węzłowa bl. 15 x 250 x 300 , S275**

Wysokość	$h_p$	= 300 mm
Szerokość	$b_p$	= 250 mm
Grubość	$t_p$	= 15 mm
Granica plastyczności	$f_{y,p}$	= 275 N/mm <sup>2</sup>
Granica wytrzymałości	$f_{u,p}$	= 430 N/mm <sup>2</sup>

#### *Kierunek działania obciążenia (1)*

Liczba szeregów śrub	$n_1$	= 3
Odległość brzegu kątownika do osi śruby	$e_1$	= 50 mm
Podziałka między śrubami	$p_1$	= 80 mm

#### *Kierunek prostopadły do działania obciążenia (2)*

Liczba rzędów śrub	$n_2$	= 1
Odległość brzegu kątownika do osi śruby	$e_2$	= 80 mm

### **Śruby M20, kl. 8.8**


Całkowita liczba śrub ( $n = n_1 \times n_2$ )	$n$	= 3
Pole przekroju czynnego	$A_s$	= 245 mm <sup>2</sup>
Średnica trzpienia	$d$	= 20 mm
Średnica otworu	$d_o$	= 22 mm
Średnica podkładki	$d_w$	= 37 mm
Granica plastyczności	$f_{yb}$	= 640 N/mm <sup>2</sup>
Granica wytrzymałości	$f_{ub}$	= 800 N/mm <sup>2</sup>

### **Współczynniki częściowe**

$\gamma_{M0}$	= 1,0
$\gamma_{M2}$	= 1,25 (w przypadku nośności przy ścinaniu śrub)

### **Obliczeniowa podłużna siła rozciągająca w przecie stężenia:**

$N_{Ed}$	= 250 kN
----------	----------

<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<i>5</i> z <i>8</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</i>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>

## 1 Śruby przy ścinaniu

$$N_{Rd,1} = nF_{v,Rd}$$

$$F_{v,Rd} = \alpha_v \frac{f_{ub} A}{\gamma_{M,2}} = 0,6 \times \frac{800 \times 245}{1,25} \times 10^{-3} = 94,08 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,1} = 3 \times 94,08 = 282 \text{ kN}$$

## 2 Śruby przy docisku (do ramienia kątownika)


Uwaga: Grubość ścianki ramienia kątownika (12mm) jest mniejsza niż grubość blachy węzłowej (15mm). Uwzględniono odległość brzegu kątownika do osi śruby wynoszącą 50.

$$N_{Rd,2} = nF_{b,Rd}$$

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

[PN-EN1993-1-8 Tablica 3.4.](#)

[PN-EN1993-1-8 Tablica 3.4.](#)

<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<b>6</b> z <b>8</b>
	Tytuł	<i>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</i>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>

Wszystkie śruby

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

$$2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,8 \times \frac{80}{22} - 1,7 = 8,48$$

$$\therefore k_1 = \min(8,48; 2,5) = 2,5$$

Śruba skrajna:

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{u,ac}}; 1,0\right)$$

$$\frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 \times 22} = 0,76$$

$$\frac{f_{ub}}{f_{u,ac}} = \frac{800}{430} = 1,86$$

$$\therefore \alpha_b = \min(0,76; 1,86; 1,0) = 0,76$$

$$F_{b,Rd,end bolt} = \frac{2,5 \times 0,76 \times 430 \times 20 \times 12}{1,25} \times 10^{-3} = 156,9 \text{ kN}$$

Śruby pośrednie:

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

$$\frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{80}{3 \times 22} - \frac{1}{4} = 0,96$$


$$\frac{f_{ub}}{f_{u,ac}} = \frac{800}{430} = 1,86$$

$$\therefore \alpha_b = \min(0,96; 1,86; 1,0) = 0,96$$

$$\therefore F_{b,Rd,interior bolt} = \frac{2,5 \times 0,96 \times 430 \times 20 \times 12}{1,25} \times 10^{-3} = 198,1 \text{ kN}$$

Nośność na docisk śrub pośrednich i śruby skrajnej jest większa od nośności przy ich ścinaniu. Jako nośność miarodajną śruby przy docisku przyjęto najmniejszą z wyznaczonych nośności na docisk.

[PN-EN1993-1-8 §3.7\(1\)](#)

<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<i>7 z 8</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</i>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>

$$\therefore N_{Rd,2} = 3 \times 156,9 = 471 \text{ kN}$$

### 3 Kątownik przy rozciąganiu

$$N_{Rd,3} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$2,5d_0 = 2,5 \times 22 = 55 \text{ mm}$$

$$5d_0 = 5 \times 22 = 110 \text{ mm}$$

$$2,5d_0 < p_1 < 5d_0$$


$\beta_3$  może zostać wyznaczone przez interpolację liniową:

$$\therefore \beta_3 = 0,59$$

$$A_{net} = A - t_{ac} d_0 = 2270 - 12 \times 22 = 2006 \text{ mm}^2$$

$$\therefore N_{Rd,3} = \frac{0,59 \times 2006 \times 430}{1,25} \times 10^{-3} = 407 \text{ kN}$$

[PN-EN1993-1-8 §3.10.3](#)

<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<b>8</b> z <b>8</b>
	Tytuł	<i>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</i>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Edurne Nuñez</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>

## 4 Projektowanie spoiny

Spoinę zaprojektowano jak następuje:

Blacha węzłowa jest przyspawana do środka słupa i do blachy podstawy za pomocą dwustronnej spoiny pachwinowej.

Procedura wyznaczenia grubości spoiny jest taka sama w przypadku spoiny pomiędzy blachą węzłową i środkiem słupa, oraz spoiny pomiędzy blachą węzłową i blachą podstawy..

Podane niżej obliczenia pokazują projektowanie spoin pomiędzy blachą węzłową i blachą podstawy.

Jest możliwe zaprojektować spoinę obustronną o nośności większej niż nośność elementu dołączanego (por. SN017), jednak w tym przypadku takie podejście byłoby zbyt konserwatywne

Zalecanym podejściem jest przyjęcie grubości spoiny i następnie sprawdzenie, czy spełnione są warunki nośności:

Przyjęto  $a = 4 \text{ mm}$

Nośność obliczeniowa spoiny obustronnej, według procedury uproszczonej wynosi:

$$N_{Rd,w,hor} = 2F_{w,Rd}l$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d}a$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{430 / \sqrt{3}}{0,85 \times 1,25} = 233,66 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore F_{w,Rd} = 233,66 \times 4 = 934,6 \text{ N/mm}$$

$$\therefore N_{Rd,w,hor} = 2 \times 934,6 \times 250 \times 10^{-3} = 467 \text{ kN}$$

Przenosi ona składową poziomą obciążenia działającego w stężeniu, która wynosi:

$$N_{Ed,hor} = N_{Ed} \sin 40 = 250 \times \sin 40 = 161 \text{ kN}$$


Jak widać warunek nośności jest spełniony.

Podobny rachunek odnosi się do pionowej spoiny mocującej blachę węzłową do środka słupa.

[SN017](#)

[PN-N1993-1-8 §4.5.3.3](#)



<b>ARKUSZ OBLICZENIOWY</b>  	Dokument Ref:	<i>SX034a-PL-EU</i>	Strona	<b>9</b> z <b>8</b>
	Tytuł	<i>Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej</i>		
	Dot. Eurokodu			
	Wykonał	<i>Eduarne Nuñez</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>
	Sprawdził	<i>Jose A Chica</i>	Data	<i>kwiecień 2006</i>

## 5 Podsumowanie

Poniższa tablica podaje podsumowanie nośności wyznaczonych w poszczególnych formach zniszczenia. Wartością decydującą o nośności (najmniejszą wartością) jest nośność śrub przy ścinaniu.

**Tablica 5.1**      *Podsumowanie nośności części podstawowych połączenia*

Forma zniszczenia	Nośność części podstawowej	
	<b>Śruby przy ścinaniu</b>	$N_{Rd,1}$
Śruby przy docisku (do ramienia kątownika)	$N_{Rd,2}$	471 kN
Kątownik przy rozciąganiu	$N_{Rd,3}$	407 kN

Niektórych z form zniszczenia nie rozpatrzono. Na przykład pominięto nośność blachy węzłowej przy rozciąganiu i docisku, ponieważ grubość blachy węzłowej jest większa od grubości ścianki kątownika i dlatego kątownik ulegnie zniszczeniu przed blachą węzłową.

## Protokół jakości

<b>TYTUŁ ZASOBU</b>	Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej		
<b>Odniesienie</b>			
<b>ORYGINAŁ DOKUMENTU</b>			
	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Data</b>
<b>Stworzony przez</b>	Eduarne Nuñez	Labein	04/2006
<b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>	Jose A Chica	Labein	04/2006
<b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>			
<b>Zawartość techniczna zaaprobowana przez:</b>			
<b>1. Wielka Brytania</b>	G W Owens	SCI	4/9/06
<b>2. Francja</b>	A Bureau	CTICM	3/7/06
<b>3. Szwecja</b>	B Uppfeldt	SBI	3/7/06
<b>4. Niemcy</b>	C Müller	RWTH	29/6/06
<b>5. Hiszpania</b>	J Chica	Labein	4/9/06
<b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b>	G W Owens	SCI	12/9/06

## Informacje ramowe

<b>Tytuł*</b>	Przykład: Połączenie śrubowe rozciąganego pręta stężenia z kątownika do blachy węzłowej	
<b>Seria</b>		
<b>Opis*</b>	Przykład pokazuje procedurę sprawdzenia nośności połączenia śrubowego pomiędzy prętem stężenia wykonanym z kątownika a blachą węzłową, przyspawaną do środka słupa. W połączeniu zastosowano śruby niesprężone (kategoria połączenia A: połączenie typu dociskowego).	
<b>Poziom dostępu*</b>	Umiejętności specjalistyczne	Specjalista
<b>Identyfikator*</b>	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SX\31-40\SX034a-PL-EU.doc
<b>Format</b>	Microsoft Office Word; 12 stron; 319kb;	
<b>Kategoria*</b>	Typ zasobu	Przykład obliczeniowy
	Punkt widzenia	Inżynier
<b>Temat*</b>	Obszar stosowania	Budynki przemysłowe
<b>Daty</b>	Data utworzenia	11/05/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
<b>Język(i)*</b>	Polski	
<b>Kontakt</b>	Autor	Eduarne Nuñez, Labein
	Sprawdził	Jose A Chica, Labein
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
<b>Słowa kluczowe*</b>	stężenia, połączenia śrubowe, połączenia rozciągane, kątowniki	
<b>Zobacz też</b>	Odniesienie do Eurokodu	EN 1993-1-1 : 2005; EN 1993-1-8 : 2005
	Przykład(y) obliczeniowy	SX013
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	SN017; SN018
<b>Sprawozdanie</b>	Przydatność krajowa	EU
<b>Instrukcje szczególne</b>		