

Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<i>1 z 9</i>
Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>

## Řešený příklad:: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou

*Tento příklad seznamuje s postupem výpočtu únosnosti ve smyku a únosnosti na vazebné síly "kloubového spoje" s čelní deskou pro přípoj nosníku na pásnici sloupu. V přípoji jsou použity nepředepnuté šrouby (tj. kategorie A: Spojy namáhané na stříh a na otláčení).*

Poznámka: Pro úplnost jsou níže uvedena všechna návrhová posouzení, která by měla být provedena. V praxi se obvykle pro „běžné“ spoje ověřují rozhodující posudky označené \*. V tomto příkladu jsou podrobně ukázány pouze označené posudky. Odkazy na další posouzení jsou uvedeny v NCCI pro smykovou únosnost v [SN014] a pro únosnost na vazebné síly v [SN015].

Před posouzením únosností má být zajištěna dostatečná tažnost (viz kapitola 1) a ověřeno riziko křehkého porušení svarů (viz kapitola 2).

### Smyková únosnost přípoje

Tabulka 1: Smyková únosnost přípoje s čelní deskou

Způsob porušení	
Šrouby ve smyku*	$V_{Rd,1}$
Čelní deska v otláčení*	$V_{Rd,2}$
Podporový prvek v otláčení	$V_{Rd,3}$
Čelní deska ve smyku (plný průřez)	$V_{Rd,4}$
Čelní deska ve smyku (oslabený průřez)	$V_{Rd,5}$
Čelní deska ve smyku (vytržení skupiny šroubů)	$V_{Rd,6}$
Čelní deska v ohybu	$V_{Rd,7}$
Stojina nosníku ve smyku*	$V_{Rd,8}$

\* Způsoby porušení posouzené v příkladu (viz poznámka nahoře).

Smyková únosnost přípoje je nejmenší z výše uvedených únosností.

### Únosnost přípoje na vazebné síly

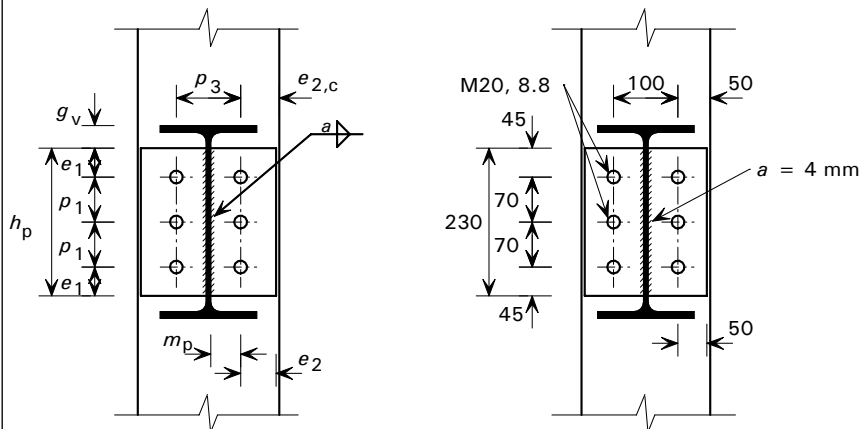
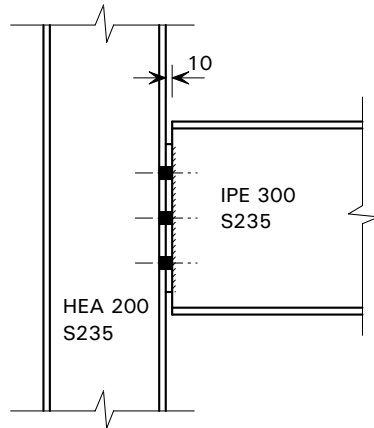
Tabulka 2: Únosnost přípoje s čelní deskou při působení vazebných sil

Způsob porušení	
Šrouby v tahu	$N_{Rd,u,1}$
Čelní deska v ohybu *	$N_{Rd,u,2}$
Podporový prvek v ohybu	$N_{Rd,u,3}$
Stojina nosníku v tahu	$N_{Rd,u,4}$

Únosnost přípoje na vazebné síly je nejmenší z výše uvedených únosností.

Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<b>2</b> z <b>9</b>
Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>


### Přípoj s čelní deskou - podrobnosti





$n_1$  = počet vodorovných řad šroubů       $n_1 = 3$   
 $n_2$  = počet svislých řad šroubů       $n_2 = 2$

### Hlavní údaje přípoje

Uspořádání	Nosník k pásnici sloupu
Sloup	HEA 200 S235
Nosník	IPE 300 S235
Typ přípoje	Přípoj s čelní deskou s nepředepnutými šrouby Kategorie A: namáhané na smyk a na otláčení
Čelní deska	230 × 200 × 10, S235
Šrouby	M20, třída 8.8
Koutové svary	Účinná výška $a = 4$ mm

	Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<b>3</b> z <b>9</b>
	Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
	Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
	Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>
<b>Sloup HEA 200, S235</b>				
Výška	$h$	= 190 mm		
Šířka	$b$	= 200 mm		
Tloušťka stojiny	$t_{w,c}$	= 6,5 mm		
Tloušťka pásnice	$t_{f,c}$	= 10 mm		
Poloměr zaoblení	$r$	= 18 mm		
Plocha	$A$	= 53,83 cm <sup>2</sup>		
Poloměr setrvačnosti	$I_y$	= 3692 cm <sup>4</sup>		
Výška mezi zaoblením	$d_c$	= 134 mm		
Mez kluzu	$f_{y,c}$	= 235 N/mm <sup>2</sup>		
Mez pevnosti	$f_{u,c}$	= 360 N/mm <sup>2</sup>		
<b>Připojovaný nosník IPE 300, S235</b>				
Výška	$h$	= 300 mm		
Šířka	$b$	= 150 mm		
Tloušťka stojiny	$t_{w,b1}$	= 7,1 mm		
Tloušťka pásnice	$t_{f,b1}$	= 10,7 mm		
Poloměr zaoblení	$r$	= 15 mm		
Plocha	$A$	= 53,81 cm <sup>2</sup>		
Moment setrvačnosti	$I_y$	= 8356 cm <sup>4</sup>		
Mez kluzu	$f_{y,b1}$	= 235 N/mm <sup>2</sup>		
Mez pevnosti	$f_{u,b1}$	= 360 N/mm <sup>2</sup>		
<b>Čelní deska 230 × 200 × 10, S235</b>				
Svislá mezera	$g_v$	= 35 mm		
Výška	$h_p$	= 230 mm		
Šířka	$b_p$	= 200 mm		
Tloušťka	$t_p$	= 10 mm		
Mez kluzu	$f_{y,p}$	= 235 N/mm <sup>2</sup>		
Mez pevnosti	$f_{u,p}$	= 360 N/mm <sup>2</sup>		

	Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<i>4 z 9</i>
	Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
	Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
	Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>
<i>Ve směru zatížení (1)</i>				
Počet vodorovných řad šroubů	$n_1$	=	3	
Vzdálenost okraje desky k první řadě šroubů	$e_1$	=	45 mm	
Rozteč řad šroubů	$p_1$	=	70 mm	
<i>Kolmo na směr zatížení (2)</i>				
Počet svislých řad šroubů	$n_2$	=	2	
Vzdálenost okraje desky k řadě šroubů	$e_2$	=	50 mm	
Vzdálenost okraje sloupu k řadě šroubů	$e_{2,c}$	=	50 mm	
Rozteč (tj. příčná vzdálenost řad šroubů)	$p_3$	=	100 mm	
<b>Šrouby M20, 8.8</b>				
Celkový počet šroubů ( $n = n_1 \times n_2$ )	$n$	=	6	
Plocha šroubu v tahu	$A_s$	=	245 mm <sup>2</sup>	
Průměr dříku	$d$	=	20 mm	
Průměr otvoru	$d_o$	=	22 mm	
Průměr podložky	$d_w$	=	37 mm	
Mez kluzu	$f_{yb}$	=	640 N/mm <sup>2</sup>	
Mez pevnosti	$f_{ub}$	=	800 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Svary</b>				
Účinná výška svaru	$a$	=	4 mm	
<b>Dílčí součinitelé spolehlivosti</b>				
$\gamma_{M0}$	=	1,0		
$\gamma_{M2}$	=	1,25 (pro únosnost ve smyku na MSÚ)		
$\gamma_{M,u}$	=	1,1 (pro únosnost při působení vazebných sil na MSÚ)		
<b>Návrhová smyková síla (na MSÚ)</b>				
$V_{Ed}$	=	200 kN		

	Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<i>5 z 9</i>
	Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
	Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
	Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>

### **Požadavky na tažnost**

Podporujícím prvkem je pásnice sloupu, proto má spoj splňovat následující podmínky:

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

nebo

$$t_{f,c} \leq \frac{d}{2,8} \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_{y,c}}}$$

$$\frac{d}{2,8} \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_{y,p}}} = \frac{20}{2,8} \sqrt{\frac{800}{235}} = 13,18 \text{ mm}$$

$$t_p = 10 \text{ mm}$$

Jelikož  $t_p < 13,18 \text{ mm}$ , tažnost je zajištěna.

### **Návrh svarů**

Pro připojovaný nosník z oceli třídy S235 jsou požadavky následující:

$$a \geq 0,38t_{w,b1}$$

$$0,38 \times 7,1 = 2,7 \text{ mm}$$

$$a = 4 \text{ mm}$$

Jelikož  $a > 2,7 \text{ mm}$ , svar **vyhoví**.

### **Smyková únosnost přípoje**

#### **Šrouby ve smyku**

$$V_{Rd,1} = 0,8nF_{v,Rd}$$


Smyková únosnost jednoho šroubu  $F_{v,Rd}$  se stanoví jako:

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

[SN014](#)

[SN014](#)

EN1993-1-8  
[Tabulka 3.4](#)

	Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<b>6</b> z <b>9</b>
	Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
	Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
	Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>

kde:

$$\gamma_{M2} = 1,25 \text{ pro smykovou únosnost}$$

$$\alpha_v = 0,6 \text{ pro třídu šroubů 8.8}$$

$$A = A_s = 245 \text{ mm}^2$$

$$\therefore F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times 800 \times 245}{1,25} \times 10^{-3} = 94,08 \text{ kN}$$

$$\therefore V_{Rd,1} = 0,8 \times 6 \times 94,08 = 452 \text{ kN}$$

### Čelní deska v otláčení

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

[SN014](#)

Únosnost v otláčení jednoho šroubu  $F_{b,Rd}$  se stanoví jako:

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

EN1993-1-8  
[Tabulka 3.4](#)

kde:

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

$$\frac{e_1}{3d_o} = \frac{45}{3 \times 22} = 0,68$$

$$\frac{p_1}{3d_o} - \frac{1}{4} = \frac{70}{3 \times 22} - \frac{1}{4} = 0,81$$

$$\frac{f_{ub}}{f_{u,p}} = \frac{800}{360} = 2,22$$

$$\therefore \alpha_b = \min(0,68; 0,81; 2,22; 1,0) = 0,68$$

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

$$2,8 \frac{e_2}{d_o} - 1,7 = \frac{2,8 \times 50}{22} - 1,7 = 4,66$$

$$\therefore k_1 = \min(4,66; 2,5) = 2,5$$

$$\therefore F_{b,Rd} = \frac{2,5 \times 0,68 \times 360 \times 20 \times 10}{1,25} \times 10^{-3} = 97,92 \text{ kN}$$

Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	7 z 9
Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>

$$V_{Rd,2} = 6 \times 97,92 = 588 \text{ kN}$$

### Stojina nosníku ve smyku

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

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

$$V_{Rd,8} = 0,9 \times 230 \times 7,1 \times \frac{235}{\sqrt{3} \times 1,0} \times 10^{-3} = 200 \text{ kN}$$

### Únosnost přípoje na vazebné síly

#### Čelní deska v ohybu

$$N_{Rd,u,2} = \min(F_{Rd,u,ep1}; F_{Rd,u,ep2})$$

Ohybová únosnost pro způsob porušení 1  $F_{Rd,u,ep1}$  se stanoví jako:

$$F_{Rd,u,ep1} = F_{T,1,Rd} = \frac{(8n_p - 2e_w)M_{pl,1,Rd,u}}{2m_p n_p - e_w(m_p + n_p)}$$

Ohybová únosnost pro způsob porušení 2  $F_{Rd,u,ep2}$  se stanoví jako:

$$F_{Rd,u,ep2} = F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd,u} + n_p \sum F_{t,Rd,u}}{m_p + n_p}$$

$$e_w = \frac{d_w}{4} = \frac{37}{4} = 9,25 \text{ mm}$$

$$n_p = \min(e_2; e_{2,c}; 1,25m_p)$$

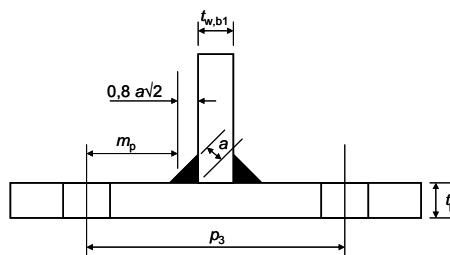
$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$e_{2,c} = 50 \text{ mm}$$

$$m_p = \frac{(p_3 - t_{w,b1} - 2 \times 0,8 \times a \times \sqrt{2})}{2} = \frac{(100 - 7,1 - 2 \times 0,8 \times 4 \times \sqrt{2})}{2} = 41,93 \text{ mm}$$

$$1,25m_p = 1,25 \times 41,93 = 52,41 \text{ mm}$$

$$\therefore n_p = \min(50; 50; 52,41) = 50 \text{ mm}$$



[SN014](#)

[SN015](#)

EN1993-1-8  
[Tabulka 6.2](#)

EN1993-1-8  
[Tabulka 6.2](#)

Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<b>8</b> z <b>9</b>
Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>

$$M_{pl,1,Rd,u} = \frac{1}{4} \frac{h_p t_p^2 f_{u,p}}{\gamma_{M,u}} = \frac{1}{4} \times \frac{230 \times 10^2 \times 360}{1,1} \times 10^{-6} = 1,88 \text{ kNm}$$

$$\therefore F_{Rd,u,ep1} = \frac{(8 \times 50 - 2 \times 9,25) \times 1,88 \times 10^3}{2 \times 41,93 \times 50 - 9,25 \times (41,93 + 50)} = 215 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd,u} = M_{pl,1,Rd,u} = 1,88 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd,u} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M,u}}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$\therefore F_{t,Rd,u} = \frac{0,9 \times 800 \times 245}{1,1} \times 10^{-3} = 160,4 \text{ kN}$$

$$\sum F_{t,Rd,u} = n F_{t,Rd,u} = 6 \times 160,36 = 962,4 \text{ kN}$$

$n$  je celkový počet šroubů


$$\therefore F_{Rd,u,ep2} = \frac{2 \times 1,88 \times 10^3 + 50 \times 962,4}{41,93 + 50} = 564 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,2} = \min(215; 564) = 215 \text{ kN}$$

### **Shrnutí**

V následujících tabulkách jsou shrnuty únosnosti všech možných způsobů porušení. Výpočet hodnot, které jsou v šedých políčkách, není v tomto příkladu uveden. Rozhodující hodnoty (tj. nejmenší ze všech) pro smykovou únosnost a únosnost na vazebné síly jsou zvýrazněny tučným písmem.



	Dokument:	<i>SX012a-CZ-EU</i>	Strana	<b>9</b> z <b>9</b>
	Název	<i>Řešený příklad: Kloubový přípoj nosníku na pásnici sloupu s čelní deskou</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-8, EN1993-1-1</i>		
	Vypracoval	<i>Edurne Nunez</i>	Datum	<i>březen 2005</i>
	Kontroloval	<i>Abdul Malik</i>	Datum	<i>srpen 2005</i>
<b>Způsob porušení</b>		<b>Smyková únosnost přípoje</b>		
Šrouby ve smyku		$V_{Rd,1}$	452 kN	
Čelní deska v otláčení		$V_{Rd,2}$	588 kN	
Podporový prvek v otláčení		$V_{Rd,3}$	700 kN	
Čelní deska ve smyku (plný průřez)		$V_{Rd,4}$	491 kN	
Čelní deska ve smyku (oslabený průřez)		$V_{Rd,5}$	545 kN	
Čelní deska ve smyku (vytržení skupiny šroubů)		$V_{Rd,6}$	578 kN	
Čelní deska v ohybu		$V_{Rd,7}$	∞	
<b>Stojina nosníku ve smyku</b>		$V_{Rd,8}$	<b>200 kN</b>	
<b>Způsob porušení</b>		<b>Únosnost přípoje na vazebné síly</b>		
Šrouby v tahu		$N_{Rd,u,1}$	962 kN	
<b>Čelní deska v ohybu</b>		$N_{Rd,u,2}$	<b>215 kN</b>	
Podporový prvek v ohybu		$N_{Rd,u,3}$	N/A	
Stojina nosníku v tahu		$N_{Rd,u,4}$	534 kN	
<p><i>Poznámka: pokud je tloušťka pásnice sloupu menší než tloušťka čelní desky, pak má být posouzena pásnice sloupu v ohybu.</i></p> <p>Požadavky na tažnost splněny (viz kapitola 1). Velikost svaru je dostatečná (viz kapitola 2).</p>				

## Quality Record

<b>RESOURCE TITLE</b>	Example: End plate beam-to-column-flange simple connection		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	Eduarne Nunez	The Steel Construction Institute	March 2005
<b>Technical content checked by</b>	Abdul Malik	The Steel Construction Institute	Aug 2005
<b>Editorial content checked by</b>	D C Iles	SCI	16/9/05
<b>Technical content endorsed by the following STEEL Partners:</b>			
<b>1. UK</b>	G W Owens	SCI	16/9/05
<b>2. France</b>	A Bureau	CTICM	16/9/05
<b>3. Sweden</b>	A Olsson	SBI	15/9/05
<b>4. Germany</b>	C Müller	RWTH	14/9/05
<b>5. Spain</b>	J Chica	Labein	16/9/05
<b>Resource approved by Technical Coordinator</b>	G W Owens	SCI	09/06/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b>	M. Eliášová	CTU in Prague	31/7/07
<b>Translated resource approved by:</b>	J. Macháček	CTU in Prague	31/7/07
<b>National technical contact</b>	F. Wald	CTU in Prague	