


<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<i>1 z 8</i>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

## Řešený příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu

*Příklad ukazuje posouzení šroubového přípoje taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu, který je přivařen ke stojině sloupu. Jsou použity nepředpjaté šrouby, kategorie A: šrouby namáhané na střih a na otláčení.*


Tyto způsoby přípojů jsou typické pro ztužidla ze zkřížených diagonál jak v obvodových stěnách, tak ve střeších, k přenesení účinků vodorovného zatížení od větru v podélném směru na jednopodlažní budovu. To je zobrazeno na SS048

Z důvodu vyloučení excentricity zatížení vneseného do základu, je osa úhelníku ve svislé rovině procházející osou sloupu a patního plechu a styčnickový plech je umístěn co nejbližší k rovině s těžišťovou osou sloupu.

**Tab.1.1 Způsoby porušení přípoje ztužidla**

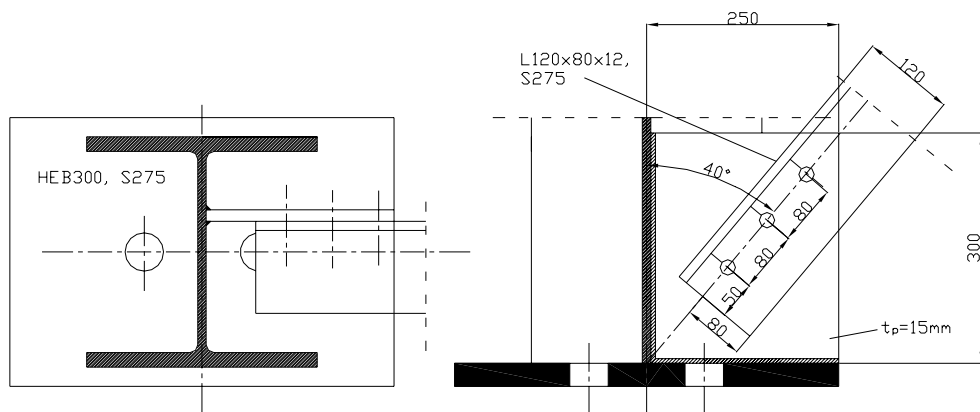
Způsob porušení	Únosnost prvku
Šrouby ve střihu	$N_{Rd,1}$
Šrouby v otláčení (na rameni úhelníku)	$N_{Rd,2}$
Úhelník v tahu	$N_{Rd,3}$
Návrh svaru	$a$

[SS048](#)

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<b>2</b> z <b>8</b>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

### Přípoj ztužidla – Details

Obr. 1.1 ukazuje, že úhelník 120x80x12 je připojen ke styčnickovému plechu přes delší rameno.




**Obr.1.1** Detail šroubového přípoje: půdorys a pohled

Obvyklou praxí je minimalizovat excentricitu mezi prutem ztužidla a osou sloupu. Styčnickový plech je přivařen ke stojině sloupu a k patnímu plechu oboustrannými koutovými svary (viz obr.1.1). Jelikož kotevní šrouby jsou v ose sloupu, tak zde vzniká jistá excentricita, což je daleko lepší než mít rovinu ztužidla v ose pásnic sloupu.

### Hlavní údaje o spoji

Konfigurace	Úhelník ke styčnickovému plechu přivařenému ke stojině sloupu
Sloup	HEB 300, S275
Prut ztužení	Úhelník 120 × 80 × 12, S275
Typ přípoje	Přípoj úhelníku na styčnickový plech pomocí nepředpjatých šroubů Kategorie A: Šrouby namáhané na střih a na otláčení
Styčnickový plech	250 × 300 × 15, S275
Šrouby	M20, jakost 8.8
Svary	Styčnickový plech ke stojině sloupu: koutový svar, $a = 4$ mm (viz bod 4). Styčnickový plech k patnímu plechu: koutový svar, $a = 4$ mm (viz bod 4).


<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<b>3</b> z <b>8</b>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

### **Sloup HEB 300, S275**

Výška	$h_c = 300 \text{ mm}$
Šířka	$b_c = 300 \text{ mm}$
Tloušťka stojiny	$t_{w,c} = 11 \text{ mm}$
Tloušťka pásnice	$t_{f,c} = 19 \text{ mm}$
Poloměr zaoblení	$r = 27 \text{ mm}$
Plocha	$A_c = 149,1 \text{ cm}^2$
Moment setrvačnosti	$I_y = 25170 \text{ cm}^4$
Výška mezi zaobleními	$d_c = 208 \text{ mm}$
Mez kluzu	$f_{y,c} = 275 \text{ N/mm}^2$
Mez pevnosti	$f_{u,c} = 430 \text{ N/mm}^2$

### **Úhelník 120 × 80 × 12, S275**

Výška	$h_{ac} = 120 \text{ mm}$
Šířka	$b_{ac} = 80 \text{ mm}$
Tloušťka úhelníku	$t_{ac} = 12 \text{ mm}$
Poloměr zaoblení	$r_1 = 11 \text{ mm}$
Poloměr zaoblení	$r_2 = 5,5 \text{ mm}$
Plocha	$A_{ac} = 22,7 \text{ cm}^2$
Moment setrvačnosti	$I_y = 322,8 \text{ cm}^4$
Mez kluzu	$f_{y,ac} = 275 \text{ N/mm}^2$
Mez pevnosti	$f_{u,ac} = 430 \text{ N/mm}^2$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<i>4 z 8</i>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

### Styčnickový plech 250 × 300 × 15, S275

Výška	$h_p$	= 300 mm
Šířka	$b_p$	= 250 mm
Tloušťka	$t_p$	= 15 mm
Mez kluzu	$f_{y,p}$	= 275 N/mm <sup>2</sup>
Mez pevnosti	$f_{u,p}$	= 430 N/mm <sup>2</sup>

#### Směr přenosu zatížení (1)

Počet šroubů v řadě	$n_1$	= 3
Vzdálenost krajního šroubu	$e_1$	= 50 mm
Rozteče mezi šrouby	$p_1$	= 80 mm

#### Směr kolmý k přenosu zatížení (2)

Počet řad šroubů	$n_2$	= 1
Okraj připojovaného ramene od osy šroubů	$e_2$	= 80 mm

### Šrouby M20, 8.8


Celkový počet šroubů ( $n = n_1 \times n_2$ )	$n$	= 3
Plocha jádra šroubu	$A_s$	= 245 mm <sup>2</sup>
Průměr dřívku	$d$	= 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>

### Dílčí součinitele

$\gamma_{M0}$	= 1,0
$\gamma_{M2}$	= 1,25 (pro únosnost šroubů ve stříhu)

### Návrhová centrická tahová síla v úhelníku připojenému ke styčnickovému plechu.

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

<b>VÝPOČET</b>  	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<b>5</b> z <b>8</b>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

## 1 Šrouby ve střihu

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

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

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

## 2 Šrouby v otláčení (v rameni úhelníku)

Pozn.: Jestliže je tloušťka ramene úhelníku, 12 mm, menší než tloušťka styčnickového plechu, 15 mm, a vzdálenost krajního šroubu je 50 mm nebo větší, posuzuje se pouze připojené rameno úhelníku na otláčení.

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

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

Všechny šrouby

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

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

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

Krajní šroub:

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

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


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

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

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

[EN1993-1-8  
Tab.3.4.](#)

[EN1993-1-8  
Tab.3.4.](#)

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<b>6</b> z <b>8</b>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

Vnitřní šrouby:

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

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

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

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

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

Síla v otláčení krajního šroubu a vnitřního šroubu je větší než síla šroubu ve stříhu. Nejnižší hodnota síly v otláčení šroubu v přípoji je uvažována pro všechny šrouby.

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

### 3 Úhelník v tahu

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

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

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

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

$\beta_3$  může být stanoveno lineární interpolací:


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

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

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

[EN1993-1-8 §3.7\(1\)](#)

[EN1993-1-8 §3.10.3](#)

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	7 z 8
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>		
	Eurokód			
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>

## 4 Návrh svaru

Svar se navrhuje takto:

Styčnickový plech je přivařen ke stojině sloupu a k patnímu plechu oboustrannými koutovými svary.

Postup k určení tloušťky oboustranného koutového svaru je stejný jak pro přípoj styčnickového plechu ke stojině sloupu tak pro přípoj styčnickového plechu k patnímu plechu.

Následující výpočet ukazuje návrh svaru mezi styčnickovým plechem a patním plechem.

Je možné zajistit plnou únosnost oboustranných koutových svarů podle zjednodušených doporučení, viz SN017, avšak takový přístup je pro tento případ příliš konzervativní.

Držet se doporučeného postupu znamená navrhnout velikost průřezu svaru a zkontrolovat, zda vyhovuje požadavku únosnosti.

Zde navrženo  $a = 4 \text{ mm}$

Návrhová únosnost oboustranného svaru podle zjednodušené metody je:

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

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

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

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

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

Přenáší vodorovnou složku síly ztužidla, která je:


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

Takže vodorovný svar vyhovuje.

Podobný přístup platí pro svislý svar (styčnickový plech je přivařen ke stojině sloupu).

[SN017](#)

[EN1993-1-8](#)  
§4.5.3.3

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX034a-CZ-EU</i>	Strana	<b>8</b>	z	<b>8</b>
	Název	<i>Příklad: Šroubový přípoj taženého úhelníku ztužidla ke styčnickovému plechu</i>				
	Eurokód					
	Vypracoval	<i>Edurne Nuñez</i>	Datum	<i>duben 2006</i>		
	Kontroloval	<i>Jose A Chica</i>	Datum	<i>duben 2006</i>		

## 5 Závěr

Následující tabulka shrnuje hodnoty únosnosti pro kritické způsoby porušení. Rozhodující hodnota pro spoj (tj. minimální hodnota) je vtištěna tučně.

**Tab.5.1 Výsledné hodnoty únosnosti ve šroubovém přípoji ztužidla**

Způsob porušení	Složka únosnosti	
	Šrouby ve stříhu	$N_{Rd,1}$
Šrouby v otláčení ramene úhelníku	$N_{Rd,2}$	471 kN
Úhelník v tahu	$N_{Rd,3}$	407 kN

Některé způsoby porušení nejsou kontrolovány. Např. styčnickový plech ztužidla v tahu není kontrolován, poněvadž jeho tloušťka je větší než tloušťka úhelníku, a proto by úhelník selhal dřív než styčnickový plech.



## Quality Record

<b>RESOURCE TITLE</b>	Example: Bolted connection of an angle brace in tension to a gusset plate		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	Eduar Nuñez	Labein	4/9/06
<b>Technical content checked by</b>	Jose A Chica	Labein	4/9/06
<b>Editorial content checked by</b>			
<b>Technical content endorsed by the following STEEL Partners:</b>			
<b>1. UK</b>	G W Owens	SCI	4/9/06
<b>2. France</b>	A Bureau	CTICM	3/7/06
<b>3. Sweden</b>	B Uppfeldt	SBI	3/7/06
<b>4. Germany</b>	C Müller	RWTH	29/6/06
<b>5. Spain</b>	J Chica	Labein	4/9/06
<b>Resource approved by Technical Coordinator</b>	G W Owens	SCI	12/9/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b>	T. Rotter	CTU in Prague	25/6/07
<b>Translated resource approved by:</b>	T. Vraný	CTU in Prague	28/8/07
<b>National technical contact:</b>	F. Wald	CTU in Prague	