

## NCCI: Smyková únosnost kloubového přípoje čelní deskou

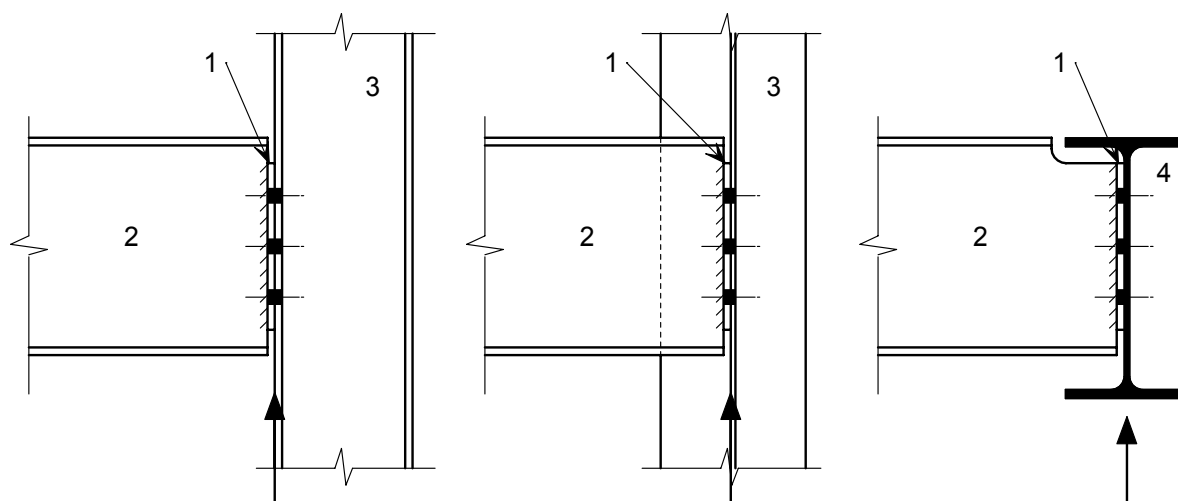
*Tento NCCI uvádí pravidla pro stanovení smykové únosnosti "kloubového přípoje" tvořeného čelní deskou pro přípoj nosníku na sloup nebo nosníku na průvlak. Zabývá se zásadami pro návrh čelní desky, připojovaný nosník a podporující sloup nebo nosník. Zásady mohou být využity pro vyhodnocení celkové smykové únosnosti přípoje, pro všechny možné způsoby kolapsu podle pravidel daných v EN 1993-1-8 pro určení únosností jednotlivých komponent přípoje. Tyto zásady se týkají šroubovaného přípoje s nepředepnutými šrouby (tj. kategorie A: Spoje namáhané ve stříhu a v otláčení). Zásady předkládané v tomto NCCI lze aplikovat na přípoje s čelní deskou na část výšky i plnou výšku nosníku.*

### Obsah

1.	Návrhový model	2
2.	Parametry	3
3.	Šrouby ve stříhu	4
4.	Čelní deska v otláčení	4
5.	Podporující prvek v otláčení	5
6.	Čelní deska ve smyku (plný průřez)	6
7.	Čelní deska ve smyku (oslabený průřez)	6
8.	Čelní deska ve smyku (vytržení skupiny šroubů)	6
9.	Čelní deska v ohybu (v rovině desky)	7
10.	Stojina nosníku ve smyku	7
11.	Návrh svaru	8
12.	Požadavek tažnosti	9
13.	Omezení platnosti	9
14.	Podklady	9

# 1. Návrhový model

Přípoje s čelní deskou lze považovat podle [EN1993-1-1 §5.1.2](#) (1), (2) a [EN1993-1-8 §5.1.1](#) (1), (2), (3) za "kloubové spoje". Další informace týkající se kloubových spojů jsou uvedeny v [SN020](#). Účinky tohoto přípoje tak není nutné uvažovat při analýze rámu.



Přepokládaná rovina přenosu  
smyku (líc sloupu)

Přepokládaná rovina přenosu  
smyku (líc stojiny)

Přepokládaná rovina přenosu  
smyku (líc stojiny)

- Legenda: 1. Čelní deska  
2. Připojovaný nosník  
3. Sloup  
4. Podporující nosník

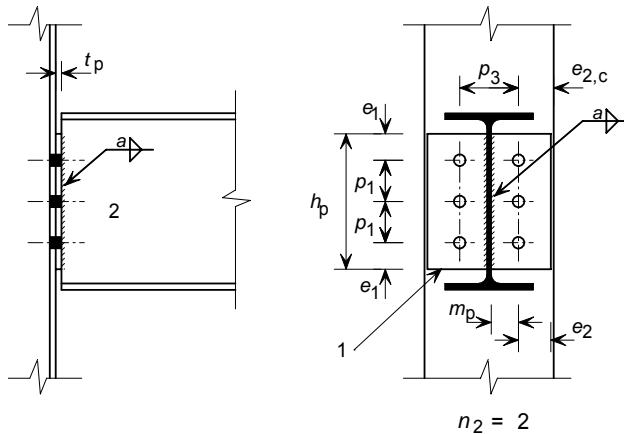
**Obrázek 1.1** Přípoj s čelní deskou namáhaný posouvající silou

Smyková únosnost a způsob kolapsu přípoje odpovídají hodnotě a způsobu, který odpovídá nejnižší únosnosti od všech možných způsobů kolapsu. Zásady pro určení těchto způsobů kolapsu se určí podle tabulky 1.1.

**Tabulka 1.1** Smyková únosnost přípoje s čelní deskou

Způsob kolapsu		Č. kapitoly
Šrouby ve střihu	$V_{Rd,1}$	3
Čelní deska v otláčení	$V_{Rd,2}$	4
Podporující prvek v otláčení	$V_{Rd,3}$	5
Čelní deska ve smyku (plný průřez)	$V_{Rd,4}$	6
Čelní deska ve smyku (oslabený průřez)	$V_{Rd,5}$	7
Čelní deska ve smyku (vytržení skupiny šroubů)	$V_{Rd,6}$	8
Čelní deska v ohybu	$V_{Rd,7}$	9
Stojina nosníku ve smyku	$V_{Rd,8}$	10

## 2. Parametry



Legenda: 1. Čelní deska  
2. Připojovaný nosník

- $a$  účinná tloušťka svaru,  
 $A_{v,net}$  oslabená smyková plocha čelní desky,  
 $d_o$  průměr díry,  
 $d_w$  průměr podložky, nebo opsaný průměr hlavy šroubu nebo matice,  
 $e_1$  podélná koncová vzdálenost (čelní deska),  
 $e_2$  příčná vzdálenost okraje (čelní deska),  
 $e_{2,c}$  příčná vzdálenost okraje (pásnice sloupu),  
 $f_{u,b}$  mez pevnosti šroubu v tahu,  
 $f_{u,b1}$  mez pevnosti v tahu připojovaného nosníku,  
 $f_{u,b2}$  mez pevnosti v tahu podporujícího nosníku,  
 $f_{y,c}$  mez kluzu sloupu,  
 $f_{u,c}$  mez pevnosti v tahu sloupu,  
 $f_{u,p}$  mez pevnosti v tahu čelní desky,  
 $f_{y,b1}$  mez kluzu připojovaného nosníku,  
 $f_{y,b2}$  mez kluzu podporujícího nosníku,  
 $f_{y,p}$  mez kluzu čelní desky,  
 $h_p$  výška čelní desky,  
 $m_p$  vzdálenost mezi roztečnou čarou šroubu a přechodem svarového spoje připojovacího čelní desky ke stojině nosníku (definice viz [Obrázek 6.2, EN1993-1-8](#), jako  $m$ ),  
 $n$  celkový počet šroubů (tj.  $n_1 \times n_2$ ),  
 $n_1$  počet vodorovných řad šroubů,  
 $n_2$  počet svislých řad šroubů; tento NCCI je platný pro  $n_2=2$ ,  
 $p_1$  podélná rozteč šroubů,  
 $p_3$  rozteč v příčném směru,  
 $t_{f,c}$  tloušťka pásnice sloupu,  
 $t_p$  tloušťka čelní desky,  
 $t_{w,b1}$  tloušťka stojiny připojovaného nosníku,  
 $t_{w,b2}$  tloušťka stojiny podporujícího nosníku,

$t_{w,c}$  tloušťka stojiny sloupu.

### 3. Šrouby ve stříhu

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

Pro únosnost jednoho šroubu ve stříhu  $F_{v,Rd}$  platí, viz [Tabulka 3.4, EN1993-1-8](#):

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

kde  $A$  lze brát jako plochu šroubu v tahu  $A_s$ .

Poznámka: Redukční součinitel 0,8 bere v úvahu možný tah ve šroubech. Další podrobnosti uvádí literatura (1), odstavce 4.1.1.2 a 6.2.2.

### 4. Čelní deska v otláčení

Konzervativně lze psát (viz [§3.7 \(1\), EN1993-1-8](#))

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

**Pokud však  $F_{v,Rd} \geq F_{b,Rd}$ , potom: (zřejmě jde o omyl)**

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

Pro únosnost jednoho šroubu v otláčení  $F_{b,Rd}$  platí, viz [Tabulka 3.4, EN1993-1-8](#):

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

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

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

## 5. Podporující prvek v otláčení

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

Pro únosnost jednoho šroubu v otláčení  $F_{b,Rd}$  platí, viz [Tabulka 3.4, EN1993-1-8](#):

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

Pokud je podporujícím prvkem pásnice sloupu, platí:

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

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

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

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

Pokud je podporujícím prvkem stojina sloupu, platí:

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

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

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

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

Pokud je podporujícím prvkem stojina nosníku, platí:

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

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

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

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

## 6. Čelní deska ve smyku (plný průřez)

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

Poznámka: Součinitel 1,27 zohledňuje snížení únosnosti ve smyku vlivem momentu v rovině desky (viz lit. (1), odstavec 6.2.2). Pro další informace viz lit. (3).

## 7. Čelní deska ve smyku (oslabený průřez)

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

kde:

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

## 8. Čelní deska ve smyku (vytržení skupiny šroubů)

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

Podle [§3.10.2, EN1993-1-8](#) platí:

Obecně:

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

Pokud však  $h_p < 1,36 p_3$  a  $n_1 > 1$ , potom:

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

kde:

$A_{nt}$  je oslabená plocha při působení tahu, daná

$$A_{nt} = t_p \left( e_2 - \frac{d_0}{2} \right)$$

$A_{nv}$  je oslabená plocha při působení smyku, daná

$$A_{nv} = t_p (h_p - e_1 - (n_1 - 0,5)d_0)$$

## 9. Čelní deska v ohybu (v rovině desky)

Obvykle  $h_p \geq 1,36 p_3$  (tj.  $p_3 \leq h_p/1,36$ ) a proto:

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

Pokud však je rozteč v příčném směru velká, tj.  $p_3 > h_p/1,36$ , je účinek ohybového momentu v rovině čelní desky v její střední části dominantní a snižuje smykovou únosnost desky (tj.

$V_{Rd,7} < V_{Rd,4}$ ). Snižená smyková únosnost potom je:

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

kde:

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

## 10. Stojina nosníku ve smyku

Podle [§6.2.6 \(2\), EN1993-1-1](#) platí:

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

Co se týče smykové plochy  $A_v$ , §6.2.6 (3) neuvádí přímo případ obdélníkového průřezu. Podle §6.2.6(3), případu c), však lze vyvodit potřebu zavedení součinitele 0,9 pro stojinu nosníku připojenou k čelní desce. Proto:

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

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

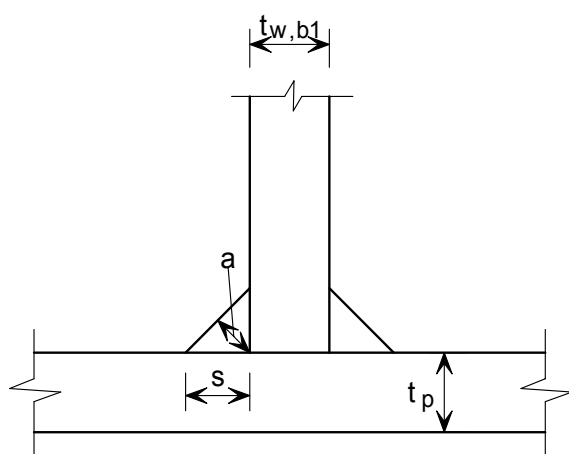
## 11. Návrh svaru

Uvažují se dva koutové svary na plnou únosnost. Svary jsou uvažovány jako krční. Velikost účinné tloušťky svaru “ $a$ ” má vyhovovat následujícímu požadavku:

$a \geq 0,38 t_{w,b1}$  pro připojovaný nosník z oceli S235,

$a \geq 0,39 t_{w,b1}$  pro připojovaný nosník z oceli S275,

$a \geq 0,45 t_{w,b1}$  pro připojovaný nosník z oceli S355.



Legenda:  $a$ : účinná tloušťka svaru  
 $s$ : šířka strany svaru

**Obrázek 11.1** Koutový svar, účinná tloušťka a šířka strany svaru.



## 12. Požadavek tažnosti

Pro zajištění dostatečné tažnosti musí být splněn následující požadavek.

- Pokud je podporujícím prvkem stojina nosníku nebo sloupu:

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

- Pokud je podporujícím prvkem pásnice sloupu:

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

kde  $d$  je průměr šroubu.

## 13. Omezení platnosti

Tento NCCI platí pro dvě svislé řady šroubů (tj.  $n_2 = 2$ ) a pro nepředepnuté šrouby kategorie A: Spoje namáhané ve stříhu a v otláčení, podle [EN1993-1-8 §3.4.1](#).

## 14. Podklady

Pravidla v tomto NCCI vycházejí z:

- (1) *“European recommendations for the design of simple joints in steel structures – Document prepared under the supervision of ECCS TC10 by: J.P. Jaspard, 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*

## Quality Record

<b>RESOURCE TITLE</b>	NCCI: Shear resistance of a simple end plate connection		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	Eduarne Nunez	SCI	March 2005
<b>Technical content checked by</b>	Abdul Malik	SCI	July 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	26/4/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b> J. Macháček		CTU in Prague	31/7/07
<b>Translated resource approved by:</b>	F. Wald	CTU in Prague	31/7/07
<b>National technical contact</b>	F. Wald	CTU in Prague	