

NCCI: Návrh rámového rohu

Tento NCCI poskytuje informace o návrhové metodě pro šroubovaný momentový přípoj v rámovém rohu. Obsahuje některá zjednodušení, která jsou v dokumentu vysvětlena a vedou k jednodušším, ale konzervativním výpočtům.

Obsah

1.	Návrhový model	2
2.	Geometrie	4
3.	Návrh svarů	5
4.	Možná únosnost části v tahu	7
5.	Ověření části styčnicku v tlaku	11
6.	Panel stěny sloupu ve smyku	13
7.	Stěna příčle v příčném tlaku	13
8.	Rozdělení sil do řad šroubů	14
9.	Ověření únosnosti ve smyku	18
10.	Omezení použití	19
11.	Literatura	20

1. Návrhový model

1.1 Tuhost

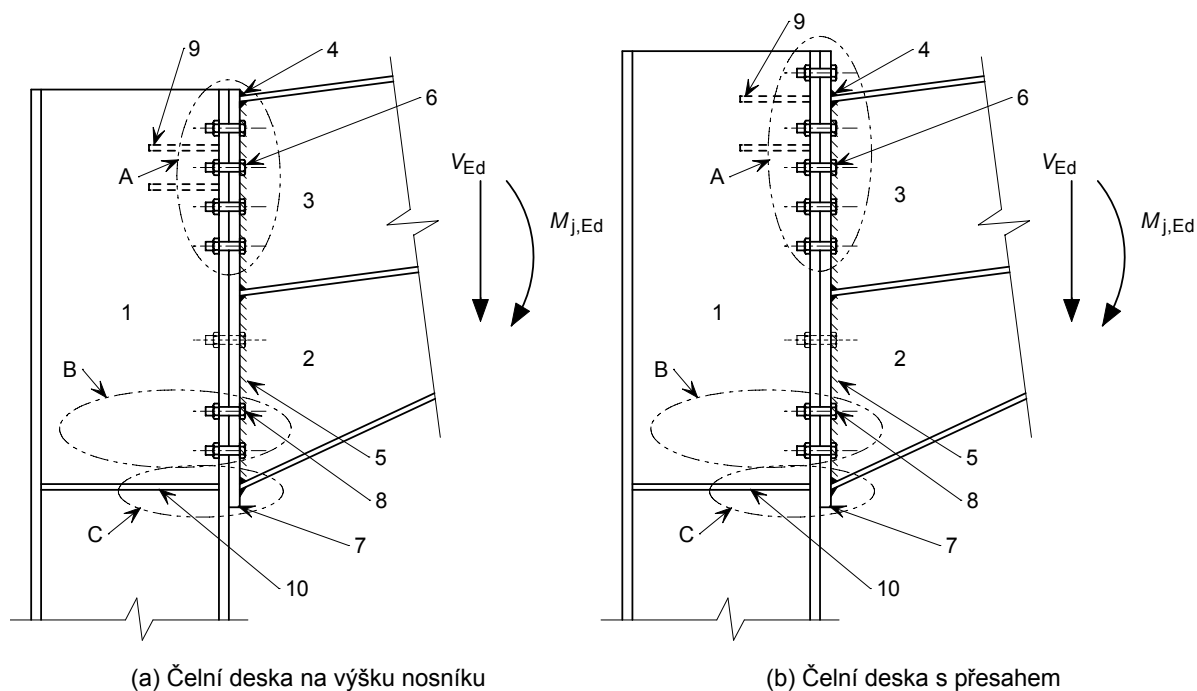
V normě EN 1993-1-8 [§5.2.2.1\(1\)](#) lze styčníky klasifikovat jako tuhé, kloubové nebo polotuhé podle jejich počáteční rotační tuhosti $S_{j,ini}$. Využije se při tom mezí, které jsou uvedeny v [§5.2.2.5](#) normy. Počáteční tuhost styčníku průřezů H nebo I lze spočítat podle zásad v [§6.3.1 v normě EN 1993-1-8](#).

Styčník lze klasifikovat též pomocí experimentu nebo zkušenosti s chováním v minulosti při podobných situacích.

1.2 Únosnost

1.2.1 Všeobecně

Momentová únosnost $M_{j,Rd}$ a smyková únosnost $V_{j,Rd}$ styčníku závisí na spojovaných prutech a na hlavních komponentách styčníku, které se na únosnosti projeví: šroubech, stěně a pásnici sloupu, náběhu a stěně a pásnici příčle a svarech, viz obrázek 1.1. [§6.1.3](#) a [tabulka 6.1](#) normy EN 1993-1-8 umožňuje vybrat hlavní komponenty styčníku.



Legenda:

- | | | | | |
|----------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| 1. Sloup | 3. Příčle | 5. Svar stojiny | 7. Čelní deska | 9. Případná výtzuha v tahu |
| 2. Náběh | 4. Svar pásnice | 6. Šrouby | 8. Šrouby ve smyku | 10. Výtzuha v tlaku |

A. Část v tahu

B. Část ve smyku

C. Část v tlaku

Obrázek 1.1 Rámový roh s čelní deskou

V některých zemích se šrouby v tažené části a ve smyku uvažují dohromady a pro zachování největších vzdáleností v [tabulce 3.3 normy EN 1993-1-8](#) je třeba navrhnout další šrouby, v obrázku 1.1. Jinde se obě skupiny uvažují samostatně a není třeba dalších šroubů.

Když byly vybrány hlavní komponenty, lze podle [EN 1993-1-8 §6.2.7.2](#) lze stanovit momentovou únosnost styčnicku se šroubovanou čelní deskou z výrazu

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd}$$

kde

$F_{tr,Rd}$ je účinná únosnost v tahu řady šroubů r ,

h_r vzdálenost řady r do středu tlaku, který lze uvažovat ve středu pásnice náběhu,

r počet řad šroubů.

Ve styčnicku musí být splněn vztah

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1,0$$

Postup stanovení únosnosti ve styčnicku je ukázán v tabulce 1.1.

Tabulka 1.1 Postup stanovení $F_{tr,Rd}$ a únosnosti styčnicku

Krok	
1. Vypočte se návrhová únosnost každé řady šroubů v tažené části styčnicku v tahu, kterou lze využít	$F_{t,Rd(row)}$
2. Vypočte se návrhová únosnost části v tlaku	$F_{c,Rd}$
3. Vypočte se návrhová únosnost panelu stěny sloupu ve smyku	$V_{wp,Rd}$
4. Vypočte se využitá návrhová únosnost každé řady šroubů v tažené části styčnicku	$F_{tr,Rd}$
5. Vypočte se momentová únosnost styčnicku	$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd}$
6. Ověří se svislá smyková únosnost	$V_{Ed} \leq V_{Rd}$

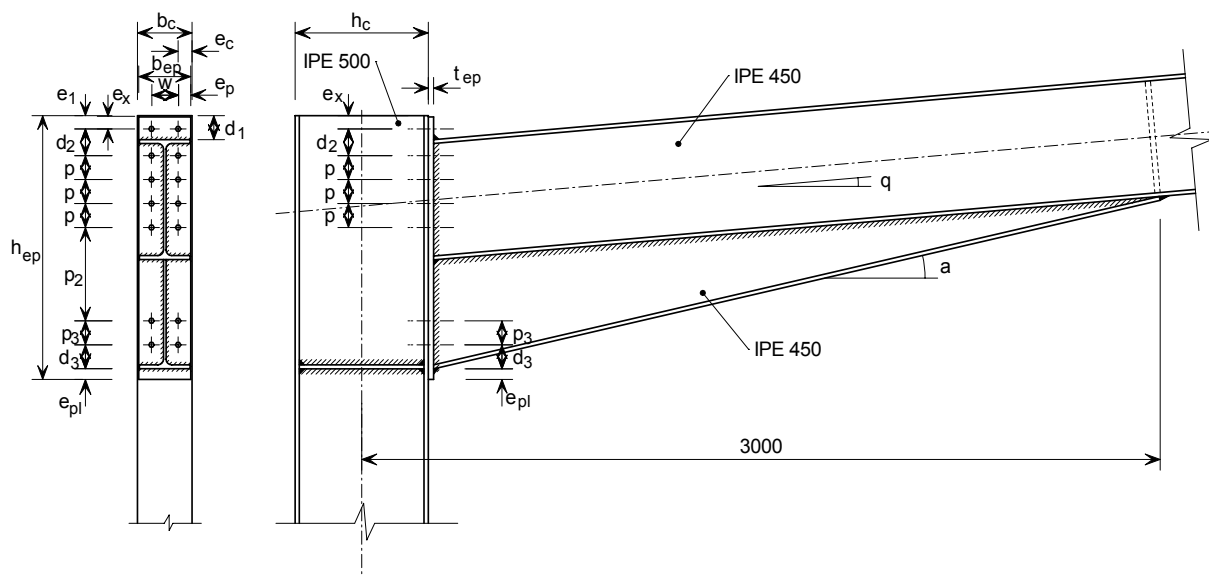
1.2.2 Zjednodušení

V tomto NCCI jsou navržena tato zjednodušení výpočtu, která vedou na konzervativní výsledky:

- Při úplném výpočtu v tahu se uvažuje se řada šroubů uvažuje samostatně a ve skupině a rozhoduje nejmenší získaná hodnota. V tomto zjednodušeném postupu se uvažuje pouze řada šroubů samostatně. Postup spoří čas a námahu a vede na konzervativní výsledky.
- Účinná délka náhradního T profilu pro výpočet únosnosti řady šroubů v tahu se bere jako nejmenší z možných účinných délek jak je ukázáno v kapitole 4.1 této práce.

- ❑ Na základě normy EN 1993-1-8 [§6.2.2\(2\)](#) se uvažují tažené a tlačené části samostatně. Předpokládá se, že šrouby v tažené části působí pouze v tahu. Obdobně šrouby v části ve smyku přenášejí pouze smyk.
- ❑ Návrh svarů se uvažuje podle [§4 normy EN 1993-1-8](#). Obvykle se svary navrhují po výpočtu návrhové únosnosti přípoje. V této NCCI jsou jednoduchá pravidla na předběžné dimenzování svarů, která jsou založena na plné únosnosti svarů, což umožňuje jednoduchý návrh. Další možnosti návrhu svarů jsou uvedeny v příloze A k této NCCI.

2. Geometrie



Obrázek 2.1 Popis geometrie rámového rohu

- a účinná tloušťka koutového svaru,
- A_{fb} plocha pásnice příčle,
- b_p šířka čelní desky,
- d_1 vzdálenost horní tažené pásnice k hraně čelní desky,
- d_2 rozteč mezi řadou šroubů v přesahu čelní desky k první řadě pod taženou pásnici příčle,
- d_3 vzdálenost první řady šroubů ve smyku k dolní hraně tlačené pásnice náběhu,
- e_1 svislá vzdálenost hrany pásnice sloupu k první řadě šroubů,
- e_c vzdálenost hrany pásnice sloupu k řadě šroubů,
- e_p vodorovná vzdálenost hrany čelní desky k řadě šroubů,
- e_{pl} vzdálenost dolní hrany tlačené pásnice náběhu a hrany čelní desky,
- e_x svislá vzdálenost hrany čelní desky k řadě šroubů,
- f_{ub} mez pevnosti šroubu,
- $f_{u,b}$ mez pevnosti příčle,

$f_{u,c}$	mez pevnosti sloupu,
$f_{u,h}$	mez pevnosti náběhu,
$f_{u,p}$	mez pevnosti čelní desky,
$f_{y,b}$	mez kluzu příčle,
$f_{y,c}$	mez kluzu sloupu,
$f_{y,h}$	mez kluzu náběhu,
$f_{y,p}$	mez kluzu čelní desky,
h_c	výška průřezu sloupu,
h_p	výška čelní desky,
m	vzdálenost osy šroubu od stojiny v náhradním T profilu, u svařovaného T profilu se uvažuje od osy šroubu ke kořeni svaru a 20 % ramene svaru a u pásnice válcovaného profilu se uvažuje od osy šroubu k počátku zaoblení a 20 % zaoblení, viz obrázek 6.2 v normě EN 1993-1-8,
n_s	počet šroubů ve smyku,
n_t	počet řad šroubů v tahu,
p	vzdálenost řad šroubů v tahu,
p_2	vzdálenost poslední řady šroubů v tahu k řadě šroubů ve smyku,
p_3	vzdálenost řad šroubů ve smyku,
r	číslo řady šroubů, začíná se od řady, která je nejvíce vzdálena od středu tlaku;
w	rozteč šroubů, tj. vodorovná rozteč v náhradním T průřezu,
t_{fb}	tloušťka pásnice příčle,
t_{fc}	tloušťka pásnice sloupu,
t_p	tloušťka čelní desky,
t_{wb}	tloušťka stojiny náběhu,
t_{wc}	tloušťka stěny sloupu.

3. Návrh svarů

3.1 Svar tažené pásnice a čelní desky

Konzervativně se navrhuje svar na plnou únosnost, která bude zajištěna pro svar účinné tloušťky

$$a \geq t_{fb} \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\beta_w \gamma_{M2}}{f_u / \sqrt{2}} \right)$$

kde

f_y	je mez kluzu průřezu příčle,
f_u	mez pevnosti části nižší třídy oceli, tj. příčle nebo čelní desky,

β_w součinitel korelace podle [tabulky 4.1 normy EN 1993-1-8](#),

kde $\gamma_{M0} = 1,0$ a $\gamma_{M2} = 1,25$ a

$a \geq 0,46 \cdot t_{fb}$ pro příčli z oceli třídy S235,

$a \geq 0,48 \cdot t_{fb}$ pro příčli z oceli třídy S275,

$a \geq 0,55 \cdot t_{fb}$ pro příčli z oceli třídy S355.

V příloze A této NCCI lze nalézt další možný návrh svarů, které připojují pásnici a čelní desku.

3.2 Svar stojiny a čelní desky

Svary na stojině příčle v tažené části se konzervativně navrhují na plnou únosnost. Tento svar je vhodné použít na celou výšku stojiny příčle.

Požadavek bude splněn pro svar účinné tloušťky

$$a \geq t_{wb} \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\beta_w \gamma_{M2}}{f_u / \sqrt{2}} \right)$$

kde

f_y je mez kluzu průřezu příčle,

f_u mez pevnosti části nižší třídy oceli, tj. příčle nebo čelní desky,

β_w součinitel korelace podle [tabulky 4.1 normy EN 1993-1-8](#),

kde $\gamma_{M0} = 1,0$ a $\gamma_{M2} = 1,25$

$a \geq 0,46 \cdot t_{wb}$ pro nosník z oceli třídy S235

$a \geq 0,48 \cdot t_{wb}$ pro příčli z oceli třídy S275,

$a \geq 0,55 \cdot t_{wb}$ pro příčli z oceli třídy S355.

3.3 Svary na tlačené pásnici

Jestliže je konec tlačené pásnice kvalitně uříznut pilou, volí se konstrukční koutový svar efektivní výšky:

- pro pásnice tloušťky 12 mm a méně 4 mm
- jinak 5 mm.

V ostatních případech se svar navrhne na celou tlakovou sílu v tažené pásnici.

4. Možná únosnost části v tahu

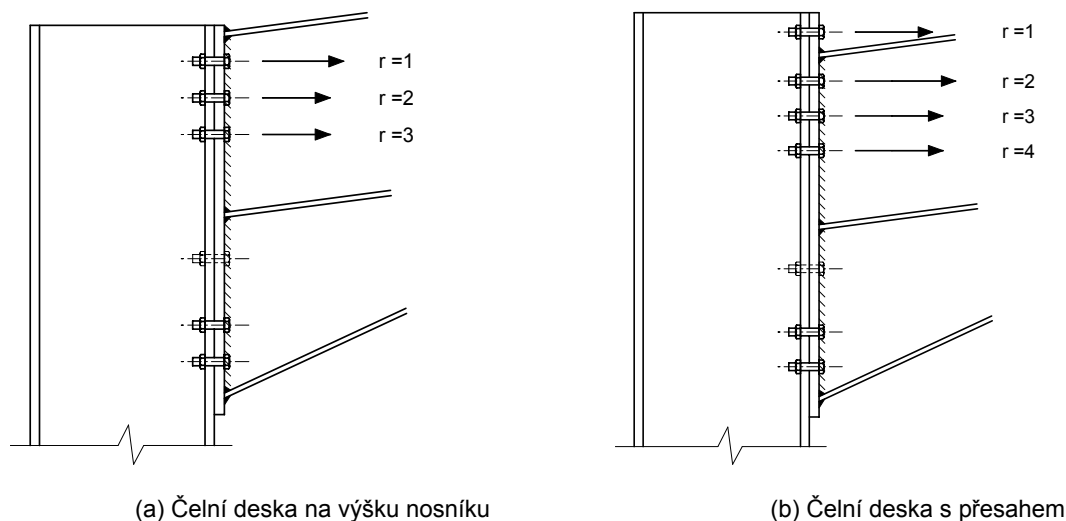
POZNÁMKA: Norma EN 1993-1-8 značí symbolem $F_{t,Rd}$ únosnost jedné řady šroubů v tahu i únosnost jednoho šroubu v tahu. **V tomto dokumentu se označí únosnost řady šroubů symbolem $F_{t,Rd(row)}$.**

Možná únosnost jednotlivé řady šroubů se podle [EN 1993-1-8 §6.2.7.2\(6\)](#) stanoví jako

$$F_{t,Rd(row)} = \min(F_{t,fc,Rd}; F_{t,wc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd})$$

Komponenta		Číslo kapitoly
Pásnice sloupu v ohybu	$F_{t,fc,Rd}$	4.1
Stěna sloupu v tahu	$F_{t,wc,Rd}$	4.2
Čelní deska v ohybu	$F_{t,ep,Rd}$	4.3
Stojina příčle v tahu	$F_{t,wb,Rd}$	4.4

Možnou návrhovou únosnost v tahu $F_{t,Rd(row)}$ lze pro jednotlivé řady šroubů stanovit postupně. Začíná se počítat u nejbližší řady šroubů od středu tlačené části, tj. u první řady šroubů. Pokračuje se další řadou, tj. druhou řadou až k poslední řadě, která je nejbližší ke středu tlačené části, viz obrázek 4.1. Předpokládá se, že střed tlačené části je ve středu tlačené pásnice náběhu.



Obrázek 4.1 Postup stanovení možné návrhové únosnosti řad šroubů v tahu v rámovém rohu

Pro zjednodušení výpočtu možné únosnosti řady šroubů v tahu se nepředpokládá spolupůsobení řad šroubů.

Zjednodušení vede na konzervativní výpočet efektivní délky T průřezu ℓ_{eff} , viz řešený příklad [SX031](#).

Působící návrhová únosnost v tahu $F_{t,Rd}$ každé řady šroubů může být proto menší než zde počítaná největší možná návrhová únosnost v tahu $F_{t,Rd(row)}$.

4.1 Pásnice sloupu v ohybu

Návrhová únosnost a způsob porušení nevyztužené pásnice sloupu v příčném ohybu a příslušných šroubů v tahu se uvažuje na náhradním T profilu jako

$$F_{t,fc,Rd} = \min (F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

Jednotlivé způsoby porušení jsou popsány v tabulce 4.2, která je obdobná [tabulce 6.2 normy EN 1993-1-8 §6.2.4](#):

Tabulka 4.1 Způsoby porušení a návrhová únosnost

Způsob porušení		Návrhová únosnost
Způsob 1	Čtyři plastické klouby v pásnici	$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,1,Rd}}{m}$
Způsob 2	Porušení šroubů a dva plastické klouby v pásnici	$F_{T,2,Rd} = \frac{2 M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$
Způsob 3	Porušení šroubů	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$

kde

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \text{ je únosnost šroubu v tahu.}$$

$$\sum F_{t,Rd} = 2F_{t,Rd} \quad \text{tj. pro dva šrouby}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,1} t_{fc}^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,2} t_{fc}^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$n = e_{min} \quad \text{ale} \quad n \leq 1,25m, \text{ viz } \a href="#">\text{obrázek 6.2 v normě EN 1993-1-8}$$

$\sum \ell_{eff}$ lze stanovit z [obrázku 6.2](#), [obrázku 6.9](#) a pro nevyztužená sloup z [tabulky 6.4](#) a pro vyztužené sloup z [tabulky 6.5](#) v normě EN 1993-1-8.

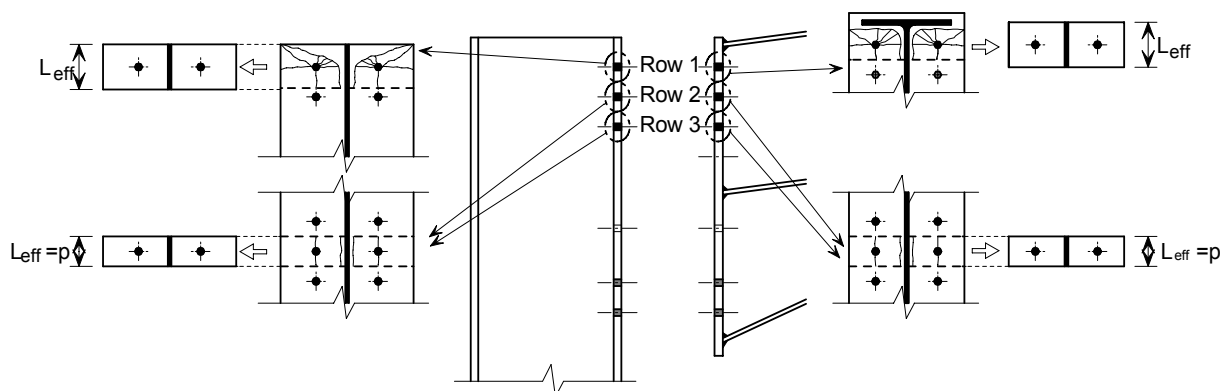
Alternativně lze uvažovat zjednodušeně pro každou jednotlivou řadu šroubů

$$\sum \ell_{eff,1} = \sum \ell_{eff,2} = L_{eff} \quad \text{jak je zobrazeno v kapitole 4.2 dále}$$

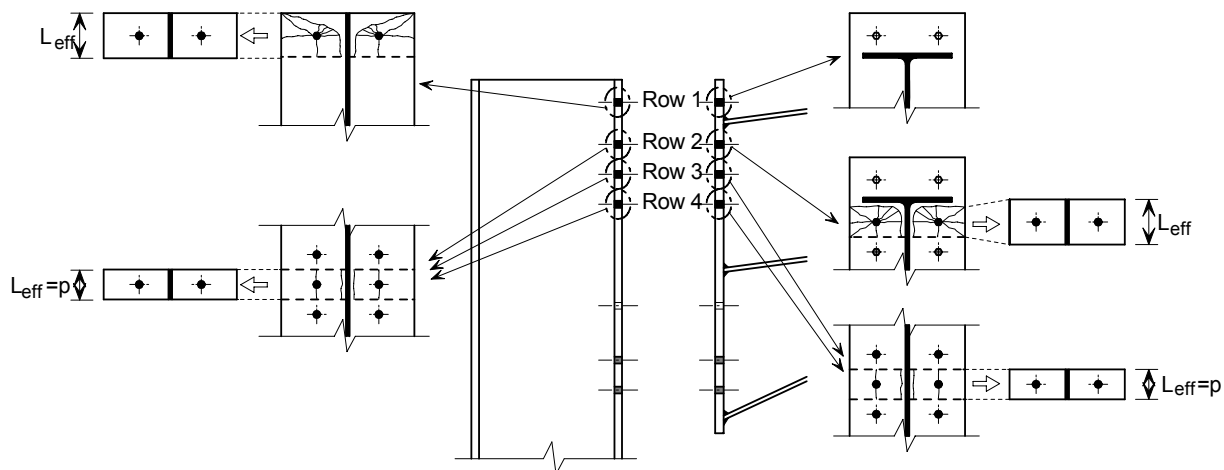
$$\sum \ell_{eff,1} \text{ je hodnota } \sum \ell_{eff} \text{ pro tvar porušení 1}$$

$\sum l_{eff,2}$ je hodnota $\sum l_{eff}$ pro tvar porušení 2

V tomto NCCI se pro zjednodušení předpokládá, že účinná délka náhradního T průřezu je omezena vzdáleností řad šroubů, jak je ukázáno na obrázku 4.2 a v tabulce 4.3.



(a) Čelní deska na výšce nosníku



(b) Čelní deska s přesahem

Obrázek 4.2 Zjednodušený návrh účinné délky náhradního T průřezu

Tabulka 4.2 Účinná délka náhradního T průřezu

Koncová řada šroubů	Vnitřní řada šroubů	Koncová řada šroubů u výztuhy pásnice sloupu nebo řada šroubů vně pásnice příčle na čelní desce	Vnitřní řada šroubů u výztuhy pásnice sloupu nebo řada šroubů pod pásnicí příčle na čelní desce
		$2\pi m$	$2\pi m$
		$\pi m + 2e_1$	αm
		$e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e)$	$\pi m + p$
$2\pi m$		$2\pi m_x$	$0,5 + \alpha m - (2m + 0,625e)$
$\pi m + 2e_1$	$2\pi m$	$\pi m_x + 2w$	
$4m + 1,25e$	$4m + 1,25e$	$\pi m_x + 2e$	
$2m + 0,625e + 0,5p$	p	$4m_x + 1,25e_x$	
$e_1 + 0,5p$		$e + 2m_x + 0,625e_x$	
		$0,5b_p$	
		$0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	

4.2 Stěna sloupu v příčném tahu

Únosnost nevyztužené stěny sloupu v příčném tahu je uvedena v [EN 1993-1-8 §6.2.6.3](#) jako

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{\text{eff},t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$$

kde

$\omega = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$ je redukční součinitel interakce se smykem v panelu sloupu,

A_{vc} plocha sloupu ve smyku, viz [EN 1993-1-1 §6.2.6\(3\)](#), pro válcované průřezy I a H lze konzervativně uvažovat s $h_w t_w$,

$b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff}}$, viz kapitolu 4.1

4.3 Čelní deska v ohybu

Návrhová únosnost a způsob porušení čelní desky v ohybu a šroubů v tahu lze stanovit postupem, který je popsán v kapitole 4.1 tohoto příspěvku pro pásnici sloupu v ohybu pomocí [tabulky 6.6](#), podle které lze postupovat a která tak nahradí [tabulku 6.4](#) v normě EN 1993-1-8.

$$F_{t,ep,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd})$$

4.4 Stojina příčle v tahu

Únosnost nevyztužené stojiny příčle v tahu lze vypočítat podle [EN 1993-1-8 §6.2.6.8](#) jako

$$F_{t,wb,Rd} = \frac{b_{\text{eff},t,wb} t_{wb} f_{y,wb}}{\gamma_{M0}}$$

kde

$b_{\text{eff},t,wb} = l_{\text{eff}}$, viz kapitola 4.1.

5. Ověření části styčnicku v tlaku

Návrhová únosnost části v tlaku lze stanovit jako

$$F_{c,Rd} = \min(F_{c,wc,Rd}; F_{c,fb,Rd})$$

pro $F_{c,wc,Rd}$ a $F_{c,fb,Rd}$ viz kapitolu 5.1 a 5.2 dále.

Při výpočtu je třeba ověřit, že

$$F_{c,Ed} \leq F_{c,Rd}$$

Protože náběhy na příčli rámové konstrukce jsou dostatečně dlouhé, lze uvažovat, že tlaková síla je do sloupu přenášena náběhem. Působící tlaková síla musí být rovna velikosti součtu tahových sil ve šroubech

$$F_{c,Ed} = \sum F_{t,Rd(\text{row})}$$

Tabulka 5.1 Komponenty v tlačené části styčnicku

Komponenta		Číslo kapitoly
Stěna sloupu v tlaku	$F_{c,wc,Rd}$	5.1
Pásnice a stojina náběhu v tlaku	$F_{c,fb,Rd}$	5.2

5.1 Stěna sloupu v příčném tlaku

5.1.1 Požadavky na výztuhu v tlaku

Jestliže stěna sloupu nepřenesení sílu v tlaku, navrhne se v tlaku výztuha, která brání i boulení stěny sloupu.

Výztuha zlepšuje i stabilitu stěny sloupu zvláště, jestliže se v tomto místě uvažuje s plastickým kloubem.

Návrh výztuhy se doporučuje ve většině případů.

Návrhová únosnost vyztužené stěny sloupu v příčném tlaku lze stanovit podle [§9.1\(3\)](#) normy EN 1993-1-5.

5.1.2 Stěna sloupu bez výztuhy v tlaku

Návrhová únosnost nevyztužené stěny vystavené příčnému tlaku je dána v [EN 1993-1-8, §6.2.6.2](#):

$$F_{c,wc,Rd} = \min \left(\frac{\omega k_{wc} b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}; \frac{\omega k_{wc} \rho b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} \right)$$

kde

ω je redukční součinitel, viz kapitola 4.2,

$b_{\text{eff},c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p$ účinná výška stěny sloupu v tlaku pro šroubovaný přípoj,

a_p je účinná výška svaru,

s_p délka, která se získá rozprostřením napětí čelní deskou pod úhlem 45° (nejméně t_p a až $2t_p$ za předpokladu dostatečného přesahu čelní desky),

ρ redukční součinitel boulení desky,

jestliže $\bar{\lambda}_p \leq 0,72$ pak $\rho = 1,0$

jestliže $\bar{\lambda}_p > 0,72$ pak $\rho = \frac{(\bar{\lambda}_p - 0,2)}{\bar{\lambda}_p^2}$

kde

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{\text{eff},c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}} \text{ je desková štíhlost,}$$

pro válcované průřezy sloupu z průřezu I nebo H $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + r_c)$,

pro svařované průřezy sloupu z průřezu I nebo H $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + \sqrt{2}a_c)$,

k_{wc} je redukční součinitel zahrnující největší podélné tlakové napětí $\sigma_{\text{com,Ed}}$ od takové síly a ohybového momentu ve stěně sloupu (u náběhu u válcovaných a u svaru v svařovaných průřezů sloupů),

když $\sigma_{\text{com,Ed}} \leq 0,7 f_{y,wc}$ pak $k_{wc} = 1,0$

když $\sigma_{\text{com,Ed}} > 0,7 f_{y,wc}$ pak $k_{wc} = 1,7 - \sigma_{\text{com,Ed}} / f_{y,wc}$

Při předběžném výpočtu se doporučuje volit $k_{wc} = 1,0$ a později, až bude napětí známo, posoudit. Konzervativně lze použít hodnotu $k_{wc} = 0,7$.

5.2 Pásnice a stojina náběhu v tlaku

Únosnost pásnice a stojiny náběhu v tlaku je uvedena v [§6.2.6.7](#) normy EN 1993-1-8.

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{(h - t_{fh})}$$

h je výška průřezu nosníku, tj. v tomto případě příčle a náběhu,

$M_{c,Rd}$ návrhová momentová únosnost průřezu nosníku, tj. v tomto případě příčle a náběhu, s případnou redukcí vlivem smyku, viz [EN 1993-1-1 §6.2.5](#). $M_{c,Rd}$ lze stanovit přibližně se zanedbáním mezilehlé pásnice,

t_{fh}

Pro výšku nosníku, tj. zde příčle a náběhu, větší než 600 mm se příspěvek stojiny nosníku do únosnosti v tlaku redukuje na 20%. To znamená, že pro únosnost pásnice $t_{fb}b_{fb}f_{y,fb}$ se příspěvek únosnosti stojiny redukuje na

$$F_{c,fb,Rd} \leq \frac{t_{fb}b_{fb}f_{y,fb}}{0,8}$$

6. Panel stěny sloupu ve smyku

Za předpokladu, že štíhlost sloupu splňujeme podmínku $\frac{d}{t_w} \leq 69\varepsilon$, lze stanovit únosnost nevyztužené stěny sloupu ve smyku podle [§6.2.6.1](#) normy EN 1993-1-8 jako

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9f_{y,wc}A_{vc}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}}$$

kde

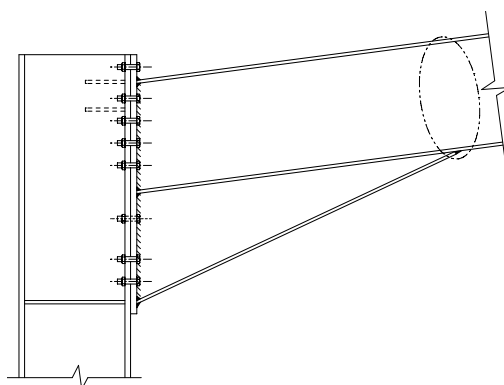
A_{vc} je plocha sloupu ve smyku, viz [EN 1993-1-1 §6.2.6\(3\)](#) a kapitola 4.2 v této NCCI.

7. Stěna příčle v příčném tlaku

Návrhová únosnost a způsob porušení stěny příčle v příčném tlaku v místě počátku vyztužení náběhem lze stanovit podle metodiky popsané v kapitole 5.1 pro stěnu sloupu v příčném tlaku podle vztahu

$$F_{c,wb,Rd} = \min\left(\frac{\omega k_{wc} b_{\text{eff},c,wb} t_{wb} f_{y,wb}}{\gamma_{M0}}; \frac{\omega k_{wc} \rho b_{\text{eff},c,wb} t_{wb} f_{y,wb}}{\gamma_{M1}}\right)$$

V případě, že únosnost je menší než působící síla, navrhne se v příčli svislá výtzuha.



Obrázek 7.1 Porušení stojiny příčle v příčném tlaku

8. Rozdělení sil do řad šroubů

Možná únosnost každé řady šroubů $F_{t,Rd}$ se počítá, viz kapitola 4 této NCCI, pro jednotlivé řady šroubů postupně shora. Šrouby u výztuhy mají větší únosnost.

Plastické rozdělení

Síly lze rozdělit na jednotlivé řady šroubů plasticky pouze v případě, že se pásnice sloupu nebo čelní deska mohou dostatečně deformovat.

Únosností části v tahu nemůže být větší než částí únosnost v tlaku a části ve smyku, viz obrázek 8.1(a) a 8.2(a). Podle [EN 1993-1-8 §6.2.7.2\(7\)](#) musí být únosnost panelu stěny sloupu v tlaku nebo ve smyku větší než únosnost všech šroubů v tahu:

1. Stěna sloupu v tlaku
$$\sum F_{t,Rd(row)} \leq \min(F_{c,wc,Rd}; F_{c,fb,Rd}; F_{c,wb,Rd})$$
2. Panel stěny sloupu ve smyku
$$\sum F_{t,Rd(row)} \leq \frac{V_{wp,Rd}}{\beta}$$

Výpočet návrhové únosnosti stěny sloupu v tlaku a panelu stěny sloupu ve smyku viz kapitola 5 a 6

$\beta = 1$ je transformační součinitel podle [EN 1993-1-8 §5.3\(8\)](#)

Jestliže nejsou podmínky výše splněny je třeba únosnosti v tahu redukovat, viz obrázky 8.1(b) a 8.2(b).

Trojúhelníkové rozdělení

Podle [§6.2.7.2\(9\)](#) normy EN 1993-1-8 nelze využít taženou řadu šroubů více než na 1,9 násobek únosnosti každé řady, která je více vzdálena od středu tlačené části

$$F_{tx,Rd} \leq 1,9F_{t,Rd}$$

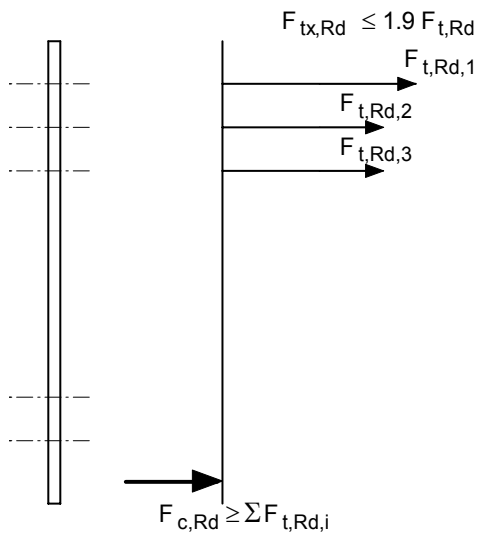
kde

$F_{tx,Rd}$ je účinná únosnost tažené řady šroubů x ,

x je další řada šroubů více vzdálená od středu tlačené části.

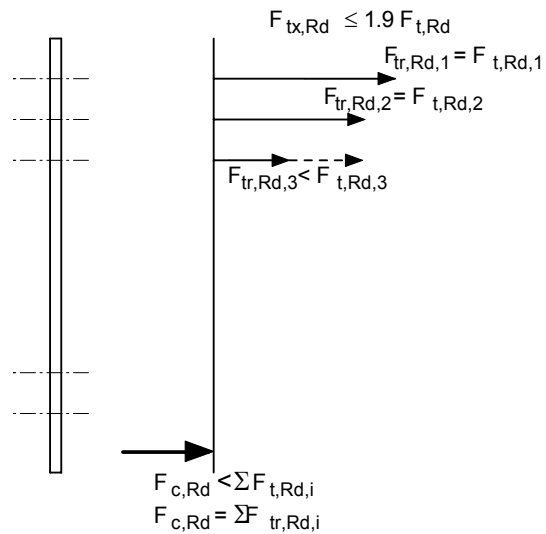
Je-li únosnost řady šroubů určena porušením 3, tj. porušením šroubů v tahu

$F_{t,Rd(row)} \geq 1,9F_{t,Rd}$ pak nelze použít plastické rozdělení. Síly se na další řady šroubů rozdělí podle trojúhelníkového rozdělení, viz obrázky 8.1 a 8.2.



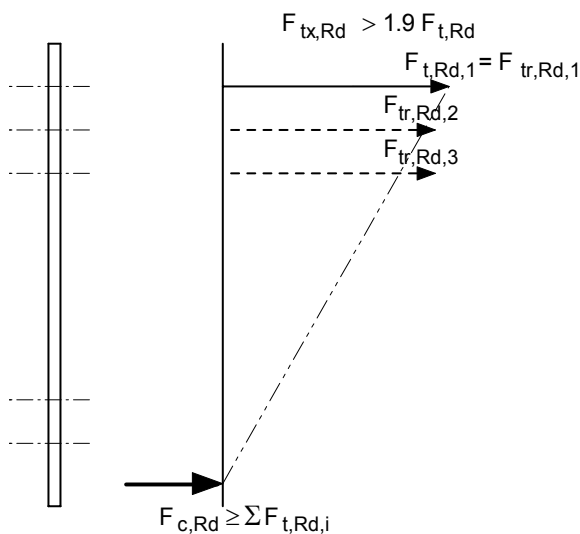
(a) Plastické rozdělení

- Protože $F_{c,Rd}$ a $V_{wp,Rd} \geq F_{t,Rd,i}$ únosnost řad šroubů v tahu $F_{tr,Rd}$ se využije celá možná únosnost $F_{t,Rd,i}$



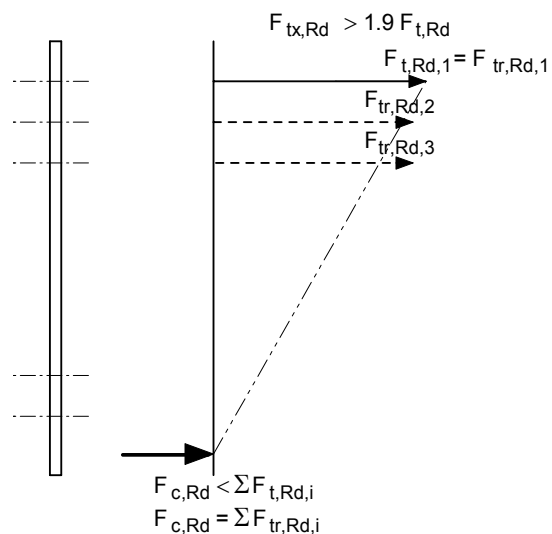
(b) Modifikované plastické rozdělení

- Protože $F_{c,Rd}$ a/nebo $V_{wp,Rd} < F_{t,Rd,i}$ únosnost v tahu $F_{tr,Rd}$ se redukuje počínaje u řady šroubů blíže ke středu tlačené části



(c) Pružněplastické rozdělení

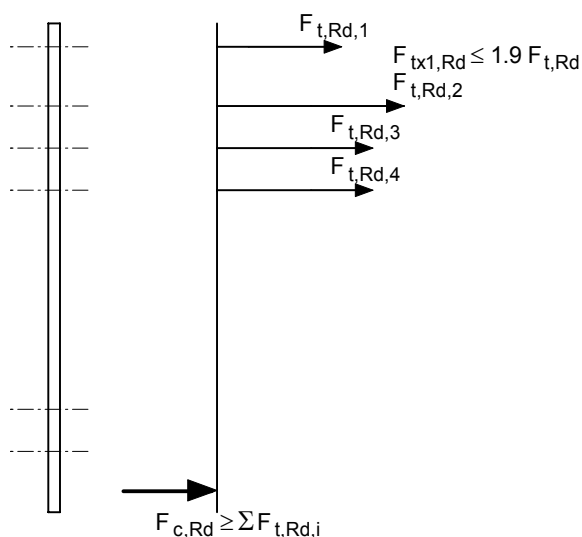
- Protože $F_{tx,Rd} > 1,9 F_{t,Rd}$ redukuje se únosnost řady šroubů v tahu $F_{tr,Rd} = F_{tx,Rd} \frac{h_r}{h_x}$



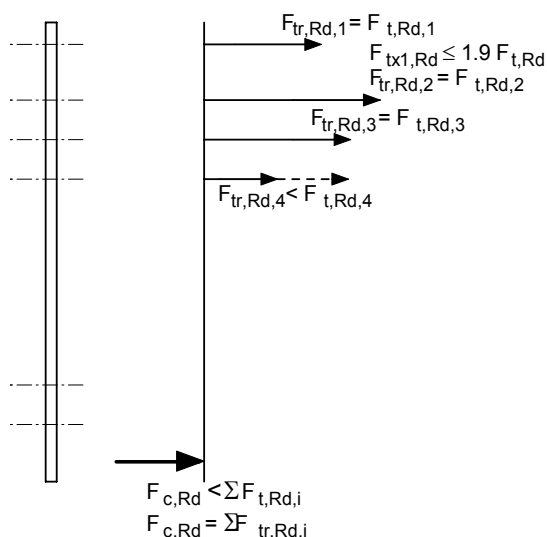
(d) Pružněplastické rozdělení

- Protože $> 1,9 F_{t,Rd}$ redukuje se únosnost řady šroubů v tahu $F_{tr,Rd} = F_{tx,Rd} \frac{h_r}{h_x}$
- Protože $F_{c,Rd}$ a/nebo $V_{wp,Rd} < F_{t,Rd,i}$ redukuje se únosnost řady šroubů v tahu $F_{tr,Rd}$ se redukuje počínaje u řady šroubů blíže ke středu tlačené části

Obrázek 8.1 Čelní deska na výšku nosníku – rozdělení sil do řad šroubů



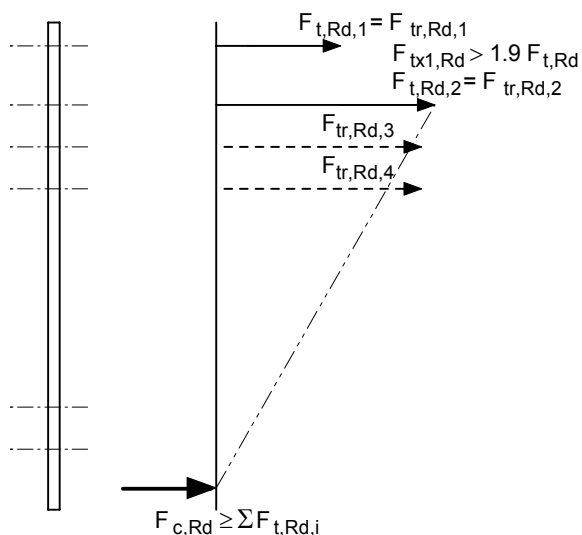
(a) Plastické rozdělení



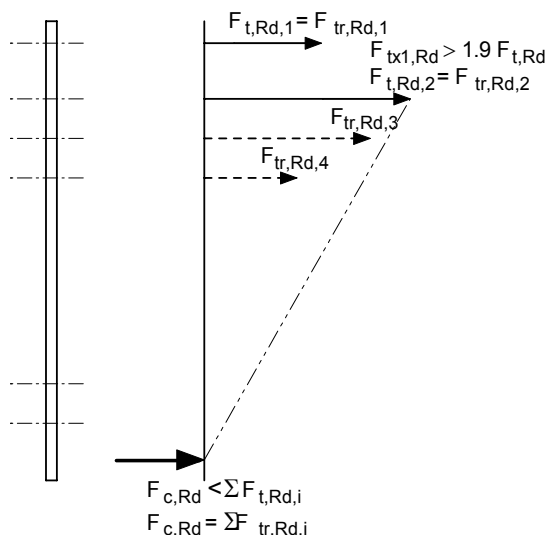
(b) Modifikované plastické rozdělení

- Protože $F_{c,Rd}$ a $V_{wp,Rd} \geq F_{t,Rd,i}$ únosnost řad šroubů v tahu $F_{tr,Rd}$ se využije celá možná únosnost $F_{t,Rd,i}$

- Protože $F_{c,Rd}$ a/nebo $V_{wp,Rd} < F_{t,Rd,i}$ únosnost v tahu $F_{tr,Rd}$ se redukuje počínaje u řady šroubů blíže ke středu tlačené části



(c) Pružněplastické rozdělení



(d) Pružněplastické rozdělení

- Protože $F_{tx,Rd} > 1,9 F_{t,Rd}$ redukuje se únosnost řady šroubů v tahu $F_{tr,Rd} = F_{tx,Rd} \frac{h_T}{h_X}$

- Protože $> 1,9 F_{t,Rd}$ redukuje se únosnost řady šroubů v tahu $F_{tr,Rd} = F_{tx,Rd} \frac{h_T}{h_X}$

- Protože $F_{c,Rd}$ a/nebo $V_{wp,Rd} < F_{t,Rd,i}$ redukuje se únosnost řady šroubů v tahu $F_{tr,Rd}$ se redukuje počínaje u řady šroubů blíže ke středu tlačené části

Obrázek 8.2 Čelní deska s přesahem – rozdělení sil do řad šroubů

9. Ověření únosnosti ve smyku

Návrhová únosnost ve smyku se stanovuje z únosnosti jednotlivých komponent

$$V_{Rd} = n_s \min(F_{v,i,Rd}; F_{b,i,fc,Rd}; F_{b,i,ep,Rd}); \text{ viz Tabulka 9.1}$$

kde

Tabulka 9.1 Komponenty styčnicku ve smyku

Komponenta		Číslo kapitoly
Šrouby ve smyku	$F_{v,Rd}$	9.1
Šrouby v otláčení v pásnici sloupu	$F_{b,c,Rd}$	9.2
Šrouby v otláčení v čelní desce	$F_{b,ep,Rd}$	9.3

9.1 Šrouby ve smyku

Návrhová únosnost šroubů ve smyku, viz [EN 1993-1-8 §3.6](#), se stanoví jako

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

kde

A_s je plocha šroubu účinná v tahu,

$\alpha_v = 0,6$ pro třídy 4.6, 5.6 a 8.8;

$\alpha_v = 0,5$ pro třídy 4.8, 5.8, 6.8 a 10.9.

9.2 Šrouby v otláčení v pásnici sloupu

Návrhová únosnost šroubů v otláčení v pásnici sloupu, viz [tabulka 3.4 normy EN 1993-1-8](#), se stanoví jako

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

kde

$$\alpha_b = \min\left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right)$$

□ ve směru působící síly

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} \quad \text{pro koncovou řadu; } \alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \quad \text{pro vnitřní řadu}$$

- kolmo na směr působící síly

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

$$k_1 = \min\left(1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) \text{ pro vnitřní šrouby}$$

9.3 Šrouby v otláčení v čelní desce

Návrhovou únosnost šrouby v otláčení v čelní desce lze stanovit stejně jako v kapitole 9.2 pro šrouby v pásnici sloupu ze vztahu

$$F_{b,ep,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t_p}{\gamma_{M2}}$$

10. Omezení použití

Omezení využití materiálů v tomto dokumentu odpovídá pravidlům a omezením normy EN 1993-1-8, které lze shrnout do

- Náběhy je třeba navrhnout podle [EN 1993-1-8 §6.2.6.7\(2\)](#):
 - Třída oceli náběhu by neměla být větší než třída oceli příčle.
 - Pásnice náběhu a tloušťka jeho stojiny by neměla být menší než u příčle.
 - Úhel, který svírá pásnice náběhu a pásnice příčle, by neměl být větší než 45°.
 - Délka tuhého kontaktu s_s se uvažuje jako průmět tloušťky pásnice náběhu, který je rovnoběžný s pásnicí příčle.
- Podle [EN 1993-1-8 §6.2.6.7\(2\)](#) nelze postup výpočtu v tomto dokumentu pro stanovení návrhového momentu únosnosti $M_{j,Rd}$ použít, jestliže osová síla překročí 5% návrhové plastické únosnosti průřezu připojovaného nosníku $N_{p\ell,Rd}$.
- Jestliže osová síla N_{Ed} překročí 5% návrhové plastické únosnosti připojovaného průřezu $N_{p\ell,Rd}$, lze podle [EN 1993-1-8 §6.2.6.7\(3\)](#) použít konzervativního řešení

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0$$

kde:

$M_{j,Rd}$ je návrhový moment únosnosti ve styčnicku bez osově síly;

$N_{j,Rd}$ návrhová únosnost při osově síle ve styčnicku bez ohybového momentu.

- Předpokládá se, že šrouby v tažené části styčnicku přenesou návrhovou sílu v tahu a šrouby části styčnicku ve smyku přenesou návrhovou sílu ve smyku.

11. Literatura

Zásady v této NCCI jsou založeny na materiálech:

- (1) *EN 1993-1-8:2005 Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-8: Design of Joints. CEN.*
- (2) *EN 1993-1-1:2005 Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. CEN.*
- (3) *ENV 1993-1-1:1992 and ENV 1993-1-1 AC:1992, Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-1: General rules and rules for Buildings. CEN.*
- (4) *Joints in Steel Construction – Moment Connections (P207). The Steel Construction Institute and The British Constructional Steelwork Association Ltd., 1995.*

Příloha A

Svar tažené pásnice a čelní desky

1. Svar lze navrhnout na plastickou únosnost pásnice, tj. na sílu

$$N_{pl,Rd} = \frac{A_{fb} f_y}{\gamma_{M0}}$$

2. Alternativně lze v přípoji čelní deskou s přesahem svar navrhnout na součet sil ve třech řadách šroubů v tahu

$$\sum F_{tr,Rd} = F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd}$$

a v přípoji čelní deskou na výšce nosníku na součet sil ve dvou řadách šroubů v tahu

$$\sum F_{tr,Rd} = F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd}$$

Podle zjednodušené metody podle [§4.5.3 normy EN 1993-1-8](#), je únosnost svaru na jednotku jeho délky $F_{w,Rd}$ rovna

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

kde

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$F_{w,Ed}$ je návrhová hodnota síly ve svaru na jednotku délky,

$f_{vw,d}$ únosnost svaru se smyku $f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$,

f_u mez pevnosti části styčnicku z oceli nižší třídy,

β_w korelační součinitel podle [tabulky 4.1 v EN 1993-1-8](#).

Celková návrhová únosnost svaru se získá násobením délky a únosnosti jednotkové délky svaru

$$b_{eff} = b - 2a$$

kde

b je celková délka svaru,

a účinná výška svaru.

V případě, že svar je příliš velký, tj. pro $a \geq 12\text{mm}$, použije se tupý svar s částečně provařeným kořenem v kombinaci s koutovým svarem. Únosnost tupého svaru se stanoví podle [EN 1993-1-8 §4.7](#).

Quality Record

RESOURCE TITLE	NCCI: Design of portal frame eaves connections		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Jaime Grijalvo	LABEIN	
Technical content checked by	Jose Antonio Chica	LABEIN	
Editorial content checked by			
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	23/5/06
2. France	A Bureau	CTICM	23/5/06
3. Sweden	B Uppfeldt	SBI	23/5/06
4. Germany	C Müller	RWTH	23/5/06
5. Spain	J Chica	Labein	23/5/06
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	12/7/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This translation made and checked by:	F. Wald	CTU in Prague	11/5/06
Translated resource approved by:	T. Vraný	CTU in Prague	28/7/07
National technical contact	F. Wald	CTU in Prague	