

NCCI: Vzpěrné délky sloupů a tlačných prutů příhradových a rámových konstrukcí

Tento NCCI dokument se zabývá určením vzpěrných délek sloupů a tlačných prutů příhradových nosníků a rámu. Zahrnuje rovněž případy, které nejsou pokryty EN 1993-1-1.

Obsah

1.	Obecně	2
2.	Sloupy	2
3.	Pásky příhradových nosníků a ztužující prvky	3
4.	Specielní případy	5
5.	Literatura	7

1. Obecně

Tento dokument NCCI se zabývá určením vzpěrných délek sloupů u rámových konstrukcí s příhradovou příčlím. Článek rovněž předkládá pravidla pro výpočet vzpěrných délek pasů a mezipásových výplňových prutů příhradových nosníků.

U svařovaných příhradových nosníků jsou pásy a mezipásové pruty částečně pevně spojeny ve styčnicích, ačkoliv ve statickém výpočtu vnitřních sil u jednotlivých prutů předpokládáme kloubová připojení. V důsledku tohoto částečného spojení prvků může být redukována systémová délka L , abychom obdrželi efektivní vzpěrnou délku L_{eff} .

Pravidla popsaná níže jsou částečně založená na [EN1993-1-1 Annex BB.1](#) (*Vzpěr částí konstrukcí pozemních staveb*). Detailní informace o stabilitě dutých průřezů jsou uvedeny v publikacích CIDECT a důležité informace jsou shrnuty v sekci 3. Pravidla pro speciální případy převzaté z DIN 18800 jsou prezentována v sekci 4.

2. Sloupy

Tab. 2.1 poskytuje informace o vzpěrných délkách sloupů, závisících na podmínkách uložení na konci v místě napojení příhradového nosníku a v místě uložení sloupu na patku. Uvedené hodnoty jsou přibližné a mohou být použity pro návrh.

Tab. 2.1 *Součinitele vzpěrných délek sloupů pro vybočení v rovině u portálových rámu s příhradovými vazník*

Připojení k patce	Připojení k příhradovému nosníku	Součinitel vzpěrné délky L_{cr}/h	Komentář
Kloubově	Tuhé	= 1,5	Kloubové patky mají některá rotační omezení
Vetknutí	Kloubové	= 1,5	Připoj k příhradovému nosníku má některá rotační omezení
Vetknutí	Tuhé	= 1,2	>1,0 z důvodů některých zakřivení sloupu nad spodním pásem příhradového příčného nosníku Příhradový nosník není 100% tuhý Základová patka není 100% tuhá a připoj k základu není rovněž 100% tuhý

Poznámka: Výše uvedené součinitele je možné použít tam, kde rámová konstrukce není ztužena ve své rovině ztužidly.

3. Pásky příhradových nosníků a ztužující prvky

3.1 EN 1993-1-1 Příloha BB.1 – Obecně

V případě, že je požadováno stanovení přesnější hodnoty L_{cr} může být provedena analýza pomocí metody konečných prvků za účelem zjištění vlastních tvarů vybočení.

3.2 Duté průřezy - vzpěrné délky pásů příhradových nosníků a mezipásových prutů s příčným podepřením

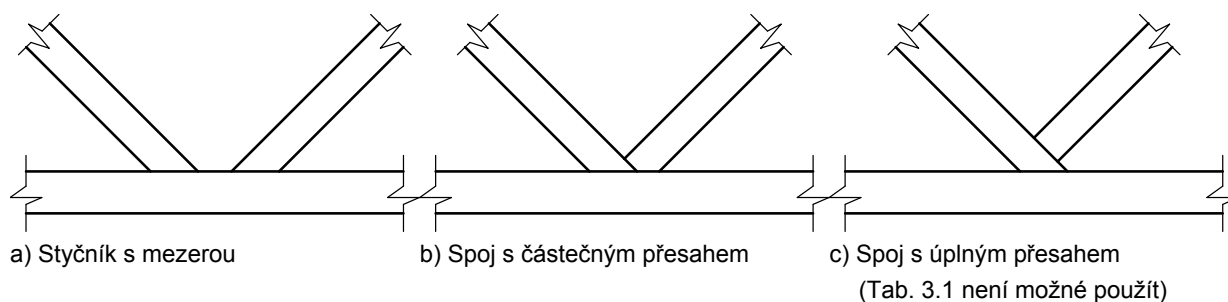
Doporučení pro stanovení vzpěrných délek dutých průřezů u příhradových nosníků jsou uvedeny v mnoha dokumentech. Pro doplnění ustanovení v EN 1993-1-1 (Příloha BB.1.3) mohou být použity následující dodatečná doporučení:

Ztužení v rovině a z roviny

Pro všechny poměry vnějších průměrů nebo šířek výplňových mezipásových prutů k průměru (nebo šířce u obdélníkových průřezů) spodního pásu platí:

$$L_{eff} = 0,75L \text{ (kde } L \text{ je systémová délka mezi styčníky)}$$

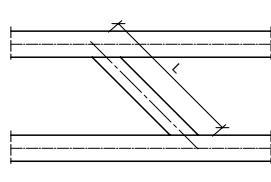
Když je poměr vnějšího průměru (nebo šířky) výztužných mezipásových prutů k průměru (nebo šířce) připojeného spodního pásu menší než 0,6, může být vzpěrná délka výztužných mezipásových prutů stanovena podle Tab. 3.1. Uvedené vztahy jsou platné pouze pro výztužné mezipásové pruty, které jsou spojeny se spodním pasem svařem kolem celého obvodu bez ořezu nebo zploštění konců těchto prvků. Z důvodů skutečnosti, že v současné době nejsou k dispozici žádné zkoušky spojů s úplným přesahem nemohou být vztahy z Tab. 3.1 aplikovány na tento typ styčniců.



Obr. 3.1 Typy spojů

Pro případy, kdy Tab. 3.1 nelze použít je nutné uvažovat vzpěrnou délku výplňových prutů rovnou systémové délce prvků

Tab. 3.1 Vzpěrná délkavýpňových mezipásových prutů příhradového nosníku

<p>d_0: vnější průměr kruhového prvku pásu d_1: vnější průměr kruhového prvku diagonál b_0: šířka (vnější rozměr) pravouhelného prvku pásu b_1: šířka (vnější rozměr) pravouhelného prvku diagonály</p>		$\beta = \frac{d_1}{d_0} \text{ nebo } \frac{d_1}{b_0}$ $\text{nebo } \frac{b_1}{b_0}$
Pro $\beta: L_{\text{eff}}/L \leq 0,75$		
<p>když $\beta < 0,6$ obecně $0,5 \leq L_{\text{eff}}/L \leq 0,75$</p> <p>Uvažujte:</p>		
<p>pás: CHS diagonála: CHS</p>	$L_{\text{eff}}/L = 2,20 \sqrt[4]{\frac{d_1^2}{L d_0}}$	(3.1)
<p>pás: CHS diagonála: CHS</p>	$L_{\text{eff}}/L = 2,35 \sqrt[4]{\frac{d_1^2}{L b_0}}$	(3.2)
<p>pás: CHS diagonála: CHS</p>	$L_{\text{eff}}/L = 2,30 \sqrt[4]{\frac{b_1^2}{L b_0}}$	(3.3)

3.3 Duté průřezy – pásy příhradových nosníků, které nejsou zajištěny proti vybočení z roviny

Je obvyklou praxí předpokládat, že vzpěrná délka je rovna vzdálenost mezi body zajištěnými proti vybočení. Avšak pro příčně nezajištěné pásy vazníků může být vzpěrná délka může být výrazně menší, než je vzdálenost mezi podporami. Výpočet této vzpěrné délky je obtížný a proto je vhodné použít výpočetní program.

V literatuře je možné nalézt dvě metody pro případ tlačného pásu příhradového nosníku bez příčného zajištění proti vybočení. Obě metody jsou založeny na iteračních postupech vyžadují použití výpočetní techniky. Avšak pro usnadnění u nejčastěji se vyskytujících případů těchto konstrukcí (nosníky příčně podepřené proti vybočení) byly vytvořeny návrhové grafy, které vyšly jako přílohy u CIDECT publikací..

Vzpěrná délka spodního pásu namáhaného tlakem (například u zatížení sáním větru) závisí na vlastním zatížení pásu, tuhosti v kroucení příhradového nosníku, ohybové tuhosti vaznic a připoji vaznic na příhradový nosník.

4. Speciální případy

4.1 Prvky připojené ke křížícím se prutům

Návrh styčnicku

Prvky by měly být připojené přímo nebo pomocí styčnickových plechů. Jestliže oba prvky procházejí jedním spojem, má být tento spoj navržen na zatížení silou z roviny o velikosti 0,1 násobku maximální tlakové síly aby byl započten vliv imperfekcí. Případně může být vzata v úvahu větší hodnota této síly, jestliže jsou imperfekce obzvláště veliké.

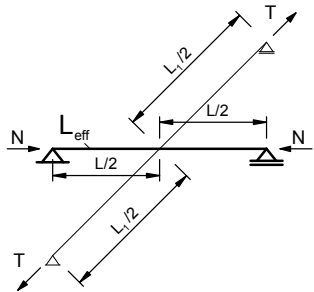
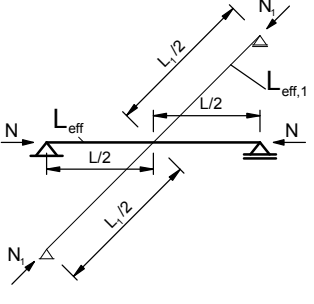
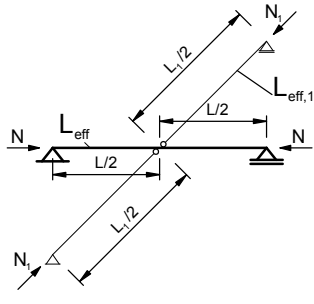
Vybočení v rovině

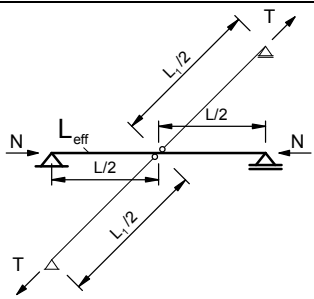
Pro vybočení z roviny může být vzpěrná délka L_{eff} uvažována hodnotou systémové délky L , pokud není přesnější analýzou vypočtena délka menší.

Vybočení z roviny

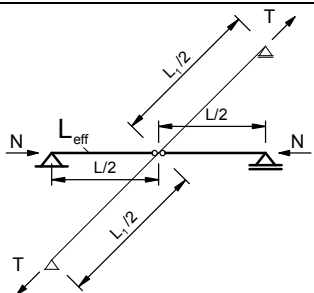
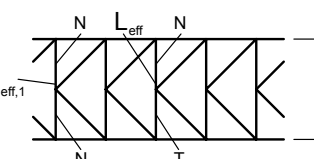
Pro vybočení z roviny může být vzpěrná délka L_{eff} uvažována podle Tab. 4.1, závisující na konstrukčním provedení detailu připojení.

Tab. 4.1 Vzpěrná délka mezipásových prutů příhradového nosníku

	$L_{eff} = L \sqrt{\frac{1 - \frac{3 T \cdot L}{4 N \cdot L_1}}{1 + \frac{I_1 \cdot L^3}{I \cdot L_1^3}}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$</p>
	$L_{eff} = L \sqrt{\frac{1 + \frac{N_1 \cdot L}{N \cdot L_1}}{1 + \frac{I_1 \cdot L^3}{I \cdot L_1^3}}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$</p> $L_{eff,1} = L_1 \sqrt{\frac{1 + \frac{N \cdot L_1}{N_1 \cdot L}}{1 + \frac{I \cdot L_1^3}{I_1 \cdot L^3}}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L_1$</p>
	<p>Průběžný prvek je tlačeny</p> $L_{eff} = L \sqrt{1 + \frac{\pi^2 N_1 \cdot L}{12 N \cdot L_1}}$ <p>Kloubově připojený prvek je tlačeny</p> $L_{eff,1} = 0,5L_1$ <p>if</p> $(E \cdot I)_d \geq \frac{N_1 \cdot L^3}{\pi^2 \cdot L_1} \left(\frac{\pi^2}{12} + \frac{N \cdot L_1}{N_1 \cdot L} \right)$

	$L_{eff} = L \sqrt{1 - 0,75 \frac{T \cdot L}{N \cdot L_1}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$</p>
---	---

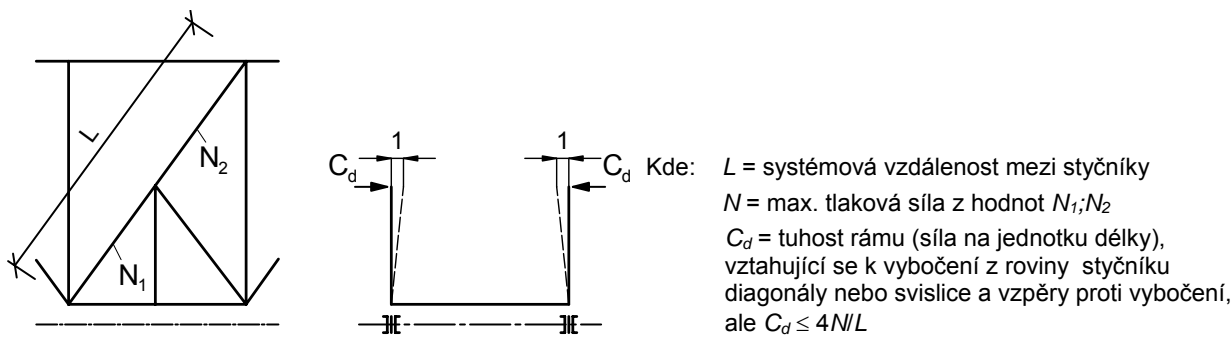
Tab. 4.1 (pokračování) Vzpěrná délka mezipásových prutů příhradového nosníku

	$L_{eff} = 0,5L$ <p>if $\frac{N \cdot L_1}{T \cdot L} \leq 1$ or if</p> $(E \cdot I_1)_d \geq \frac{3T \cdot L_1^2}{4\pi^2} \left(\frac{N \cdot L_1}{T \cdot L} - 1 \right)$
	$L_{eff} = L \left(0,75 - 0,25 \left \frac{T}{N} \right \right) \quad L_{eff,1} = L \left(0,75 + 0,25 \frac{N_1}{N} \right)$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$ $N_1 < N$</p>

4.2 Výplňové pruty příhradového nosníku (pružně uchyceného v polovině rozpětí)

Pro vybočení z roviny může být vzpěrná délka L_{eff} výplňových prutů příhradového nosníku s flexibilním uchycením v polovině rozpětí vypočtena dle vztahu 4.1.

$$L_{eff} = L \sqrt{1 - \frac{3}{16} \frac{C_d L}{N}} \quad (4.1)$$



Obr. 4.1 Prvek stěny příhradového nosníku a tuhost rámu

5. Literatura

Vztahy a pravidla obsažená v tomto NCCI dokumentu jsou založena na následujících podkladech:

- (1) *EN 1993-1-1: Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-1: General rules and rules for Buildings. Annex BB.1 Flexural buckling of members in triangulated and lattice structures*
- (2) *CIDECT – Structural stability of hollow sections, 1996*
- (3) *DIN 18800: Stahlbauten, Teil 1: Bemessung und Konstruktion*

Quality Record

RESOURCE TITLE	NCCI: Effective lengths of columns and truss elements in truss portal frame construction		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Matthias Oppe	RWTH Aachen	
Technical content checked by	Christian Müller	RWTH Aachen	
Editorial content checked by			
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	14/3/06
2. France	A Bureau	CTICM	14/3/06
3. Sweden	A Olsson	SBI	14/3/06
4. Germany	C Müller	RWTH	14/3/06
5. Spain	J Chica	Labein	14/3/06
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	08/6/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by: K. Mikeš		ČVUT in Prague	30/9/07
Translated resource approved by:	T Vraný	ČVUT in Prague	3/10/07
	F Wald	ČVUT in Prague	4/10/07