

NCCI: Kritická síla pro vzpěr zkroucením a prostorový vzpěr

Tento NCCI poskytuje výrazy pro určení kritické síly pro vzpěr zkroucením a prostorový vzpěr.

Obsah

1.	Všeobecně	2
2.	Vzpěr zkroucením	2
3.	Prostorový vzpěr	3
4.	Literatura	4

1. Všeobecně

Pro následující běžné případy nevede vzpěr zkroucením ani prostorový vzpěr k nižšímu vlastnímu tvaru vybočení:

- dvouose symetrické průřezy tvaru I a H (za předpokladu, že v místech příčných podpor jsou podepřeny obě pásnice)
- uzavřené průřezy

V některých konkrétních případech však může vzpěr zkroucením nebo prostorový vzpěr osově tlačенého prutu odpovídat nižší kritické síle než rovinný vzpěr, zvláště jedná-li se o otevřený průřez. Tento dokument poskytuje pravidla pro určení kritické síly v takových případech.

Tento dokument se zabývá pouze pruty s konstantním průřezem a alespoň následujícím podepřením obou konců:

- podepření proti příčnému posunu
- podepření proti natočení okolo podélné osy

2. Vzpěr zkroucením

Kritickou osovou sílu $N_{cr,T}$ pro vzpěr zkroucením lze vypočítat pomocí vztahu:

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_o^2} \left(GI_t + \frac{\pi^2 EI_w}{l_T^2} \right) \quad (1)$$

kde:

$$i_o^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2 \quad (2)$$

přičemž:

E je modul pružnosti ($E = 210000 \text{ N/mm}^2$)

G je modul pružnosti ve smyku ($G = 80770 \text{ N/mm}^2$)

I_t je moment tuhosti v prostém kroucení

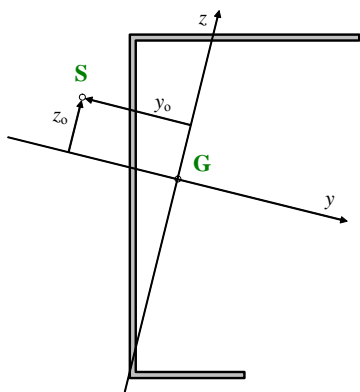
I_w je výsečový moment setrvačnosti

l_T je vzpěrná délka pro vzpěr zkroucením. V obecném případě, pokud zvláštní opatření nebrání deplanaci na koncích prutu, se má l_T brát rovna systémové délce.

y_o a z_o jsou souřadnice středu smyku vztahené k těžišti (viz obrázek 2.1). Pro dvouose symetrický průřez je střed smyku totožný s těžištěm; potom $y_o = 0$ a $z_o = 0$.

i_y je poloměr setrvačnosti průřezu k ose největší tuhosti

i_z je poloměr setrvačnosti průřezu k ose nejmenší tuhosti



Obrázek 2.1 Souřadnice středu smyku S vztahené k těžišti G

3. Prostorový vzpěr

Prostorový vzpěr se má uvažovat pouze když střed smyku není totožný s těžištěm.

Kritická osová síla je rovna nejmenšímu kořenu N následující kubické rovnice:

$$i_o^2(N - N_{cr,y})(N - N_{cr,z})(N - N_{cr,T}) - N^2 y_o^2 (N - N_{cr,z}) - N^2 z_o^2 (N - N_{cr,y}) = 0 \quad (3)$$

kde

$N_{cr,y}$ a $N_{cr,z}$ kritické osové síly pro rovinný vzpěr k osám y - y a z - z

$N_{cr,T}$ je kritická osová síla pro vzpěr zkroucením, viz § 2.

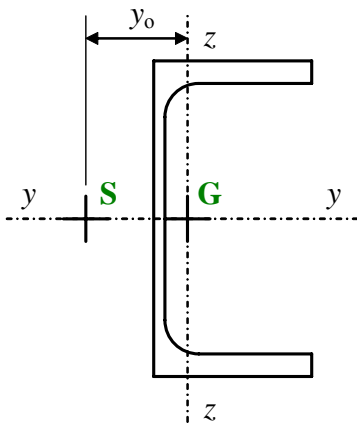
Rovnici lze rovněž zapsat následovně:

$$\left(\frac{i_y^2 + i_z^2}{i_o^2} \right) N^3 + \left[\frac{1}{i_o^2} (N_{cr,y} z_o^2 + N_{cr,z} y_o^2) - (N_{cr,y} + N_{cr,z} + N_{cr,T}) \right] N^2 + (N_{cr,y} N_{cr,z} + N_{cr,z} N_{cr,T} + N_{cr,T} N_{cr,y}) N - N_{cr,y} N_{cr,z} N_{cr,T} = 0 \quad (4)$$

Je-li průřez symetrický okolo osy y - y (viz obrázek 3.1), lze kritickou osovou sílu určit z:

$$N_{cr,TF} = \frac{i_o^2}{2(i_y^2 + i_z^2)} \left(N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4N_{cr,y} N_{cr,T} \frac{i_y^2 + i_z^2}{i_o^2}} \right) \quad (5)$$

Je-li průřez symetrický okolo osy z - z , má se v uvedené rovnici $N_{cr,y}$ nahradit $N_{cr,z}$.



Obrázek 3.1 Průřez symetrický okolo osy y-y

4. Literatura

- 1 Timoshenko, S.P. and Gere, J.M.
Theory of elastic stability. 2nd Edition. Mc Graw-Hill. 1961.

Quality Record

RESOURCE TITLE	NCCI: Critical axial load for torsional and flexural torsional buckling modes		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	A. BUREAU	CTICM	2/2/05
Technical content checked by	Y. GALEA	CTICM	2/2/05
Editorial content checked by	D C Iles	SCI	2/3/05
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	1/3/05
2. France	A Bureau	CTICM	1/3/05
3. Sweden	A Olsson	SBI	1/3/05
4. Germany	C Mueller	RWTH	1/3/05
5. Spain	J Chica	Labein	1/3/05
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	21/4/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:	T. Vraný	CTU in Prague	28/5/07
Translated resource approved by:	F. Wald	CTU in Prague	28/7/07
National technical contact	F. Wald	CTU in Prague	