



Téma:

NAVRHOVÁNÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ DLE ČSN EN 1993-1-1, PROSTÝ A VZPĚRNÝ TLAK – teorie

Vypracoval/a: **Ing. Roman Rázl**

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM
FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.



Prostý tlak:

O prostém tlaku hovoříme, pokud je prut osově tlačěn a je natolik krátký, že nedochází ke vzpěru (vybočení osy prutu).

Účinky vzpěru lze zanedbat pokud:

$$\bar{\lambda} \leq 0,2 \quad \text{nebo} \quad \frac{\gamma_M \cdot N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04 \rightarrow \text{vysvětleno později}$$

Požadavky dle ČSN EN 1993-1-1:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

N_{Ed} – návrhová hodnota tlakové síly

$N_{c,Rd}$ – návrhová únosnost v tlaku

kde návrhová únosnost $N_{c,Rd}$ je menší z hodnot:

$$\bullet \quad N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$\bullet \quad N_{0,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

(rozhoduje u třídy 4)

A – plocha tlačného průřezu

A_{eff} – efektivní (účinná plocha) tlačného průřezu třídy 4

γ_{M0} – zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti materiálu; pro únosnost průřezů tříd 1, 2 a 3 $\gamma_{M0}=1,0$

γ_{M1} – zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti materiálu; pro únosnost průřezů třídy 4 $\gamma_{M1}=1,0$

Vzpěrný tlak:

O vzpěrném tlaku hovoříme, nejsou-li splněny podmínky pro prostý tlak. Při vzpěrném tlaku je uvažováno riziko příčného vybočení podélné osy prutu při zatížení. Pomocí součinitele imperfekce jsou do výpočtu zahrnuty počáteční geometrické odchylky prutu.

Požadavky dle ČSN EN 1993-1-1:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

N_{Ed} – návrhová hodnota tlakové síly

$N_{b,Rd}$ – návrhová vzpěrná únosnost prutu

- $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$ pro třídu 1, 2 a 3

- $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$ pro třídu 4

χ – vzpěrnostní součinitel

A – plocha tlačného průřezu

A_{eff} – efektivní (účinná plocha) tlačného průřezu třídy 4

f_y – charakteristická (jmenovitá) hodnota meze kluzu oceli

γ_{M1} – zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti materiálu; pro únosnost při vzpěru $\gamma_{M1}=1,0$

Určení vzpěrnostního součinitele χ :

Vzpěrnostní součinitel se určí vždy pro vybočení ve směru obou hlavních os tlačенého průřezu.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi \leq 1$$

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

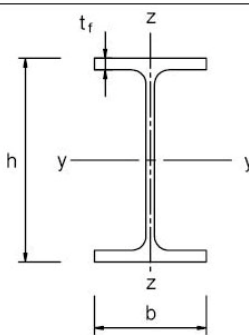
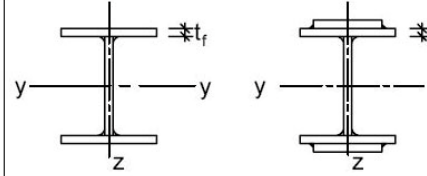
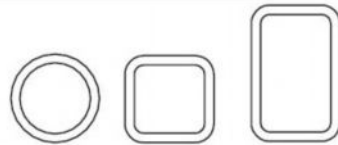
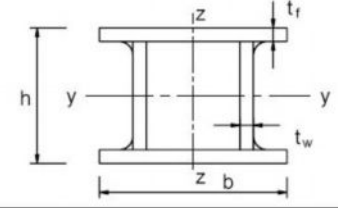
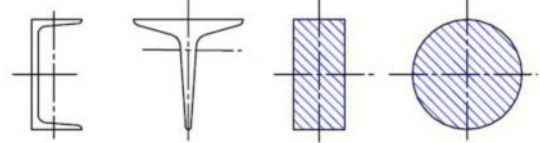
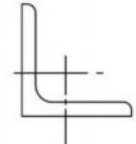
Φ - imperfekce ve tvaru globálního počátečního naklonění

$\bar{\lambda}$ - poměrná štíhlost

α - součinitel imperfekce

Součinitel imperfekce pro křivky vzpěrné pevnosti:

křivka	a_0	a	b	c	d
α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Průřez		Meze	Vybočení kolmo k ose	Křivka vzpěrné pevnosti	
				S235 S275 S355 S420	S460
Válcované průřezy		$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a a ₀
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b a
		$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b a
			$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d c
Svařované průřezy		$t_f \leq 40 \text{ mm}$		y-y z-z	b c
		$t_f > 40 \text{ mm}$		y-y z-z	c d
Duté průřezy		válcované za tepla		všechny	a
		tvarované za studena		všechny	c
Svařované duté průřezy		všechny průřezy kromě níže uvedených výjimek		všechny	b
		tlusté svary: $a > 0,5 t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$		všechny	c
U, T a plné průřezy		všechny		c	c
Úhelníky		všechny		b	b

Přiřazení křivek vzpěrné pevnosti k průřezům:

Poměrné štíhlosti pro rovinný vzpěr:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \quad \text{pro třídu 1, 2 a 3}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{\sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{\lambda_1} \quad \text{pro třídu 4}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \cdot \varepsilon \quad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

L_{cr} - vzpěrná délka v uvažované rovině vybočení

i - poloměr setrvačnosti průřezu k příslušné ose

E - modul pružnosti v tahu a tlaku, $E = 210 \text{ GPa}$

γ_M - globální dílčí součinitel spolehlivosti materiálu



Literatura:

- ČSN EN 1993-1-1 (73 1401) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut, Praha, prosinec 2006



OP Vzdelávání
pro konkurenceschopnost