

**Svařované duté profily tvářené za studena z konstrukčních ocelí**
**Mezní úchytky, rozměry a charakteristiky průřezu**
**ČSN EN 10219-2**
**Použité značky a definice**

Značka	Jednotka	Definice
$A$	$\text{cm}^2$	Plocha příčného průřezu
$A_m$	$\text{mm}^2$	Plocha příčného průřezu vymezeného obvodem ve středu tloušťky
$A_s$	$\text{m}^2/\text{m}$	Plocha vnějšího povrchu na metr délky
$B$	mm	Jmenovitá délka strany dutého profilu čtvercového průřezu. Jmenovitá délka kratší strany dutého profilu obdélníkového průřezu. Jmenovitý vnější rozměr dutého profilu eliptického průřezu měřený na jeho vedlejší ose
$C_1/C_2$	mm	Délka zaoblení hran dutého profilu čtvercového nebo obdélníkového průřezu
$C_t$	$\text{cm}^3$	Polární modul průřezu
$D$	mm	Jmenovitý vnější průměr dutého profilu kruhového průřezu
$D_{\max}/D_{\min}$	mm	Maximální a minimální vnější průměr dutého profilu kruhového průřezu měřený ve stejné rovině
$e$	mm	Úchytky přímostí
$H$	mm	Jmenovitá délka delší strany dutého profilu obdélníkového průřezu. Jmenovitý vnější rozměr dutého profilu eliptického průřezu měřený na jeho hlavní ose
$I$	$\text{cm}^4$	Kvadratický moment průřezu
$I_t$	$\text{cm}^4$	Polární moment průřezu (u dutých profilů kruhového průřezu se nazývá také polární moment setrvačnosti)
$i$	cm	Poloměr kvadratického momentu průřezu
$L$	mm	Délka
$M$	kg/m	Hmotnost na jednotku délky
$O$	%	Ovalita
$P$	mm	Vnější obvod dutého profilu eliptického průřezu
$R$	mm	Vnější poloměr zaoblení hran dutého profilu čtvercového nebo obdélníkového průřezu
$T$	mm	Jmenovitá tloušťka stěny
$U$	mm	Obvod dutého profilu eliptického průřezu vztážený ke středu tloušťky
$V$	mm	Celkové zkroucení profilu
$V_1$	mm	Zkroucení měřené na jednom konci profilu
$W_{el}$	$\text{cm}^3$	Pružný modul průřezu
$W_{pl}$	$\text{cm}^3$	Plastický modul průřezu
$x_1$	mm	Vydatost strany dutého profilu čtvercového nebo obdélníkového průřezu
$x_2$	mm	Vypuklost strany dutého profilu čtvercového nebo obdélníkového průřezu
$yy$	–	Osa příčného průřezu, hlavní osa strany dutého profilu obdélníkového průřezu
$zz$	–	Osa příčného průřezu, vedlejší osa strany dutého profilu obdélníkového průřezu
$\theta$	°	Úhel mezi sousedními stranami dutého profilu čtvercového nebo obdélníkového průřezu

**Předmět normy**

Tato norma specifikuje úchytky od jmenovitých rozměrů a tolerance tvaru dutých profilů tvářených za tepla s kruhovým, obdélníkovým a eliptickým průřezem o tloušťce stěn do 120 mm a následujícím průřezem:

- kruhový průřez: vnější průměr až do 2 500 mm;
- čtvercový průřez: vnější rozměry až do 800 x 800 mm;
- obdélníkový průřez: vnější rozměry až do 750 x 500 mm;
- eliptický průřez: vnější rozměry až do 500 x 250 mm.

**Mezní úchytky**

Mezní úchytky pro tvar, rovinnost, hmotnost, délky a pro vnější a vnitřní převýšení svaru profilů svařovaných elektricky pod tavidlem, nesmí překročit hodnoty uvedené v následujících tabulkách:

**Mezní úchytky tvaru, rozměrů, přímosti a hmotnosti**

Charakteristika	Duté profily kruhového průřezu	Duté profily čtvercového a obdélníkového průřezu		Duté profily eliptického průřezu
		Délka strany mm	Mezní úchytky	
Vnější rozměry ( $D$ , $B$ a $H$ )	$\pm 1$ %, nejméně $\pm 0,5$ mm a nejvýše $\pm 10$ mm	$H, B < 100$  $100 \leq H, B \leq 200$  $H, B > 200$	$\pm 1$ % nejméně $\pm 0,5$ mm  $\pm 0,8$ %  $\pm 0,6$ %	$\pm 1$ % nejméně $\pm 0,5$ mm
Tloušťka ( $T$ )	Pro $D \leq 406,4$ mm: $T \leq 5$ mm $\pm 10$ % $T > 5$ mm $\pm 0,5$ mm Pro $D > 406,4$ mm: $\pm 10$ %, nejvýše $\pm 2$ mm	$T \leq 5$ mm $\pm 10$ % $T > 5$ mm $\pm 0,5$ mm		$T \leq 5$ mm $\pm 10$ % $T > 5$ mm $\pm 0,5$ mm
Ovalita ( $O$ )	2 % pro duté profily s poměrem průměru k tloušťce stěny nejvýše 100 <sup>a</sup>	–		–
Vydatost/vypuklost ( $x_1, x_2$ ) <sup>b</sup>	–	Nejvýše 0,8 %, nejméně 0,5 mm		–
Kolmost stran ( $\theta$ )	–	$90^\circ \pm 1^\circ$		–
Vnější tvar zaoblení ( $C_1, C_2$ nebo $R$ )	–	Viz tabulka 3		–
Zkroucení ( $V$ )	–	2 mm plus 0,5 mm/m délky		–
Přímost ( $e$ )	0,20 % celkové délky a 3 mm na jakýkoliv 1 m délky	0,15 % celkové délky a 3 mm na jakýkoliv 1 m délky		0,20 % celkové délky a 3 mm na jakýkoliv 1 m délky
Hmotnost na jednotku délky ( $M$ )	$\pm 6$ % jednotlivé délky profilu			

<sup>a</sup> Při poměru průměru k tloušťce převyšující 100 není požadována tolerance na ovalitu, pokud není výslovně dohodnuta (viz 5.2).

<sup>b</sup> Mezní úchytky vydatosti a vypuklosti nezávisí na mezních úchytkách vnějších rozměrů.

Mezní úchytky tvaru vnějšího zaoblení  
 Rozměry v milimetrech

Tloušťka $T$	Tvar vnějšího zaoblení $C_1, C_2$ nebo $R^a$
$T \leq 6$	$1,6T$ až $2,4T$
$6 < T \leq 10$	$2,0T$ až $3,0T$
$10 < T$	$2,4T$ až $3,6T$

<sup>a</sup> Strany musí být tečnami k oblouku zaoblení.

 Mezní úchytky délek dodávaných výrobcem  
 Rozměry v milimetrech

Druh délky <sup>a</sup>	Rozsah délky nebo délka $L$	Mezní úchytky
Výrobní délka	$4\,000 \leq L \leq 16\,000$ v rozsahu po 2 000 podle objednávky	10 % dutých profilů může být dodáno pod minimální délkou objednaného rozsahu, ale nesmí být kratší než 75 % nejmenší délky
Přibližná délka	$\geq 4\,000$	$^{+50}_0$ mm
Přesná délka <sup>b</sup>	$< 6\,000$	$^{+10}_0$ mm
	$6\,000 \leq L \leq 10\,000$	$^{+15}_0$ mm
	$> 10\,000$	$^{+5}_0$ mm + 1 mm/m

<sup>a</sup> Výrobci musí být při objednávání oznámen druh délky, rozsah délky nebo požadovaná délka.  
<sup>b</sup> Běžně dostupné délky jsou 6 m a 12 m.

 Tolerance vnitřního a vnějšího převýšení svarového spoje profilů svařovaných pod tavidlem  
 Rozměry v milimetrech

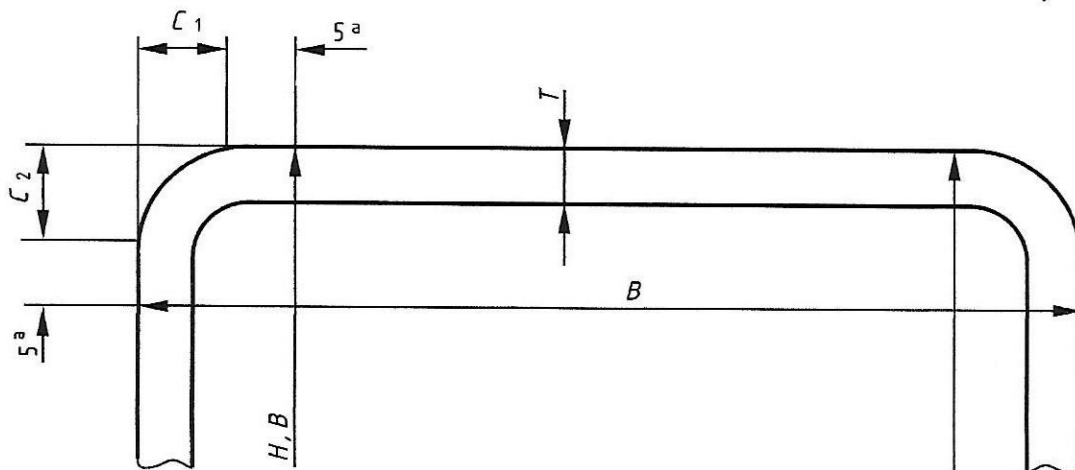
Tloušťka stěny $T$	Maximální převýšení svarového spoje
$\leq 14,2$	3,5
$> 14,2$	4,8

**Měření rozměrů a tvaru**

Všechny vnější rozměry včetně ovality se u dutých profilů kruhových měří minimálně ve vzdálenosti  $D$  od konce profilu. U profilů čtvercových ve vzdálenosti  $B$  a obdélníkových nebo eliptických průřezů ve vzdálenosti  $H$  od konce profilu. Minimální vzdálenost pro měření je 100 mm od konce profilu.

**Tloušťka stěny**

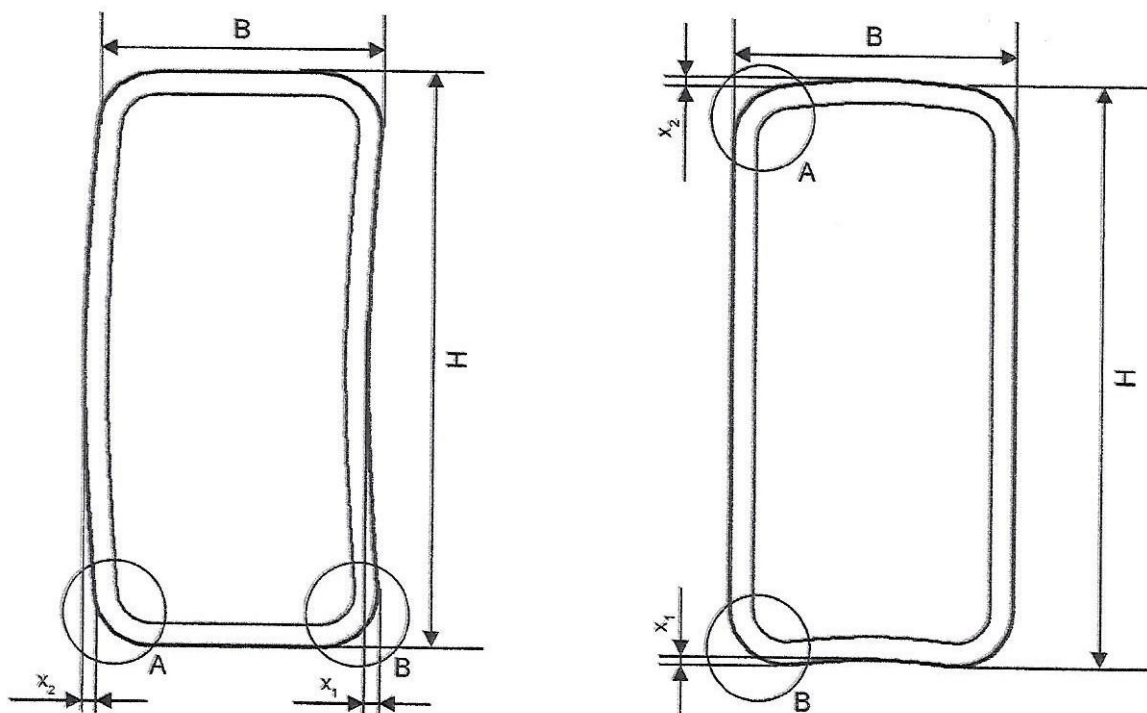
Tloušťka stěny ( $T$ ) svařovaných profilů se měří ve vzdálenosti  $2T$  od svarového spoje. Mezní polohy míst pro měření tloušťky stěny dutých profilů čtvercových nebo obdélníkových jsou znázorněny na obrázcích profilů. Měření se obvykle provádí ve vzdálenosti do poloviny vnějšího průměru nebo poloviny delší strany dutého profilu.



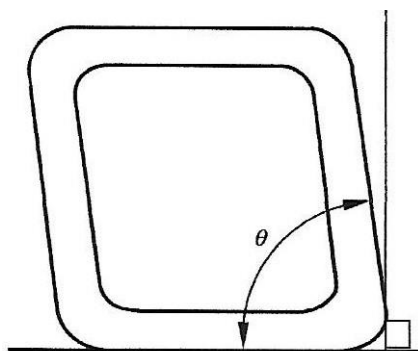
**Legenda**

<sup>a</sup> Tento rozměr je maximální při měření  $B$  nebo  $H$  a minimální při měření  $T$ .

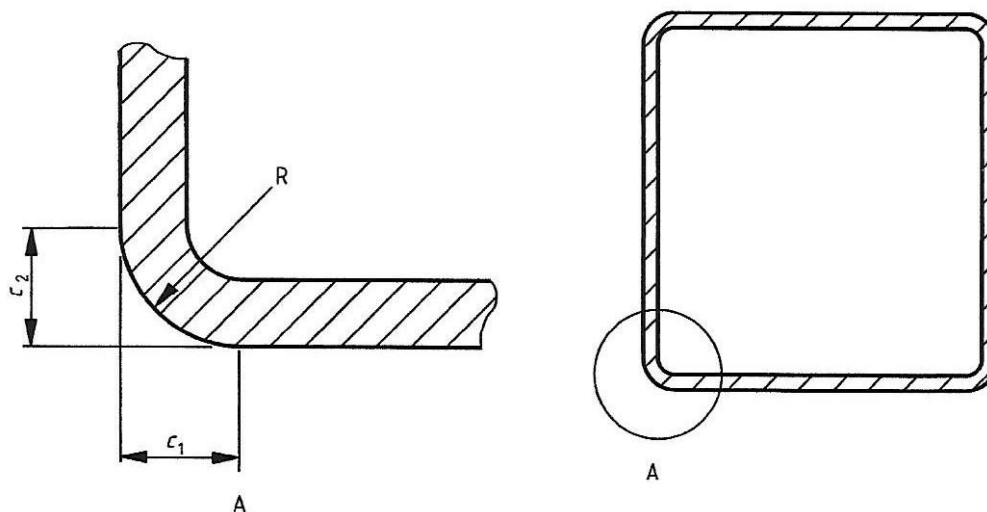
**Mezní polohy míst pro měření rozměrů  $B$ ,  $H$  a  $T$  čtvercových nebo obdélníkových dutých profilů**



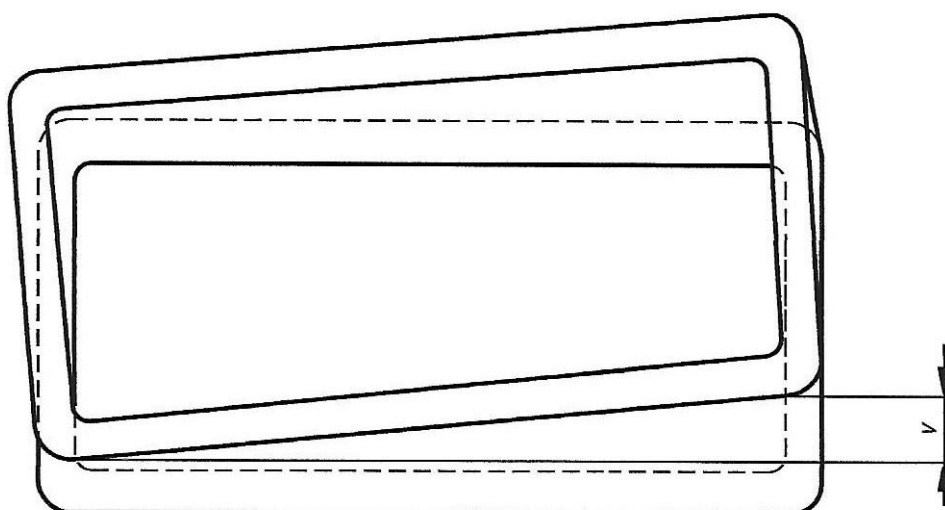
**Měření vydutosti / vypuklosti dutých profilů čtvercového nebo obdélníkového dutého profilu**



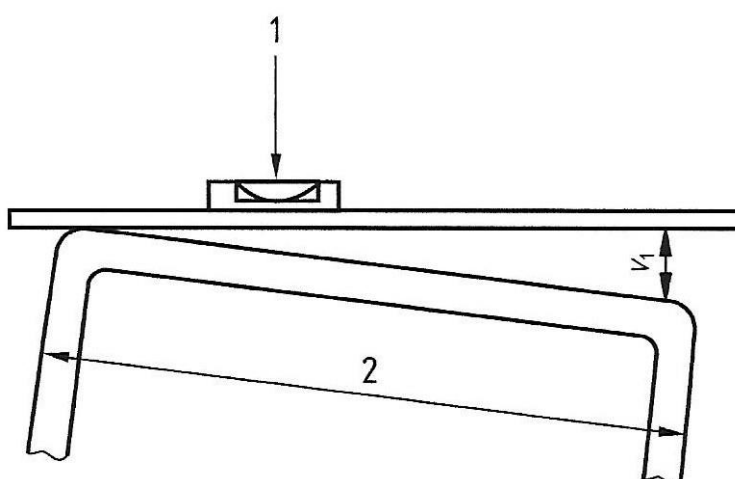
**Kolmost stran čtvercových nebo obdélníkových dutých profilů**



Tvar vnějšího zaoblení dutých profilů čtvercového nebo obdélníkového průřezu



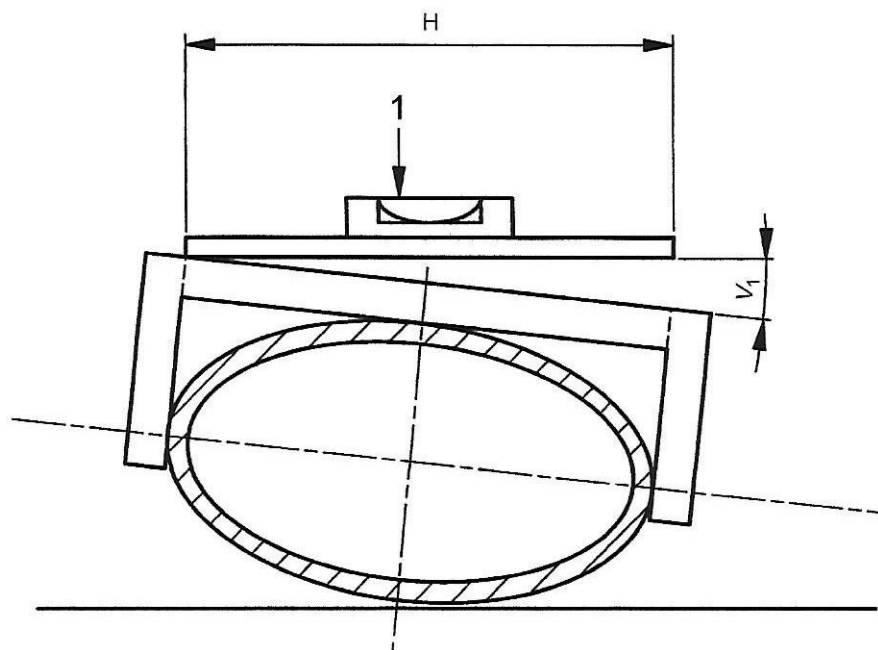
Zkroucení dutých profilů čtvercového nebo obdélníkového průřezu



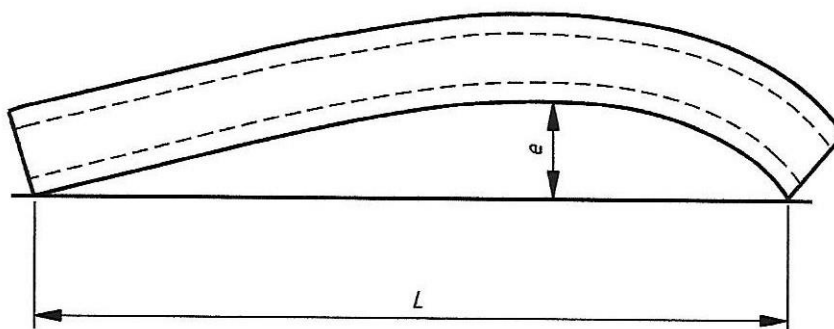
**Legenda**

- 1 rovina vodováhy
- 2  $H$  pro obdélníkové profily,  $B$  pro čtvercové profily

**Měření zkroucení čtvercových nebo obdélníkových dutých profilů**

**Legenda**

1 rovina vodováhy

**Měření zkroucení eliptických dutých profilů****Měření úchylny přímosti**

**Rozměry a charakteristiky průřezu**

Jmenovité statické hodnoty dutých profilů vyrobených s rozměrovými tolerancemi podle této normy a požadované pro návrhy konstrukcí se počítají podle následujících vztahů:

Statické hodnoty dutých profilů kruhového průřezu uvedené v tabulce B.1 se vypočítají pomocí následujících vzorců:

Jmenovitý vnější průměr	$(D)$	(mm)
Jmenovitá tloušťka stěny	$(T)$	(mm)
Vnitřní průměr	$(d = D - 2T)$	(mm)

Tyto hodnoty charakterizující tvar dutých profilů kruhového průřezu se mohou lišit v rozsahu mezních úchylek podle této normy a statické hodnoty se nemění.

Plocha vnějšího povrchu profilu na metr délky	$A_s = \frac{\pi D}{10^3}$	(m <sup>2</sup> /m)
Plocha příčného průřezu	$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4 \times 10^2}$	(cm <sup>2</sup> )
Hmotnost na jednotku délky	$M = 0,785 \times A$	(kg/m)
Kvadratický moment průřezu	$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64 \times 10^4}$	(cm <sup>4</sup> )
Poloměr kvadratického momentu průřezu	$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$	(cm)
Pružný modul průřezu	$W_{el} = \frac{2I \times 10}{D}$	(cm <sup>3</sup> )
Plastický modul průřezu	$W_{pl} = \frac{D^3 - d^3}{6 \times 10^3}$	(cm <sup>3</sup> )
Polární moment průřezu (polární moment setrvačnosti)	$I_t = 2I$	(cm <sup>4</sup> )
Polární modul průřezu	$C_t = 2W_{el}$	(cm <sup>3</sup> )

Statické hodnoty dutých profilů čtvercového průřezu a dutých profilů obdélníkového průřezu se vypočítají podle následujících vzorců:

Jmenovitý rozměr strany dutého profilu čtvercového průřezu nebo kratší strany dutého profilu obdélníkového průřezu	$(B)$	(mm)
Jmenovitá délka delší strany dutého profilu obdélníkového průřezu	$(H)$	(mm)
Jmenovitá tloušťka stěny	$(T)$	(mm)

Jmenovitý vnější poloměr zaoblení ( $r_o$ ) se vypočítá:

pro tloušťky $\leq 6$ mm	2,0T	(mm)
pro tloušťky $> 6$ mm $\leq 10$ mm	2,5T	(mm)
pro tloušťky $> 10$ mm	3,0T	(mm)

Jmenovitý vnitřní poloměr zaoblení ( $r_i$ ) se vypočítá

pro tloušťky $\leq 6$ mm	1,0T	(mm)
pro tloušťky $> 6$ mm $\leq 10$ mm	1,5T	(mm)
pro tloušťky $> 10$ mm	2,0T	(mm)

Tyto hodnoty charakterizující geometrický tvar dutých profilů obdélníkového a čtvercového průřezu se mohou lišit v rozsahu mezních úchylek podle této normy, avšak statické hodnoty se nemění.

Plocha vnějšího povrchu profilu na metr délky  $A_s = \frac{2}{10^3}(H + B - 4r_o + \pi r_o)$  (m<sup>2</sup>/m)

Plocha příčného průřezu  $A = \frac{2T(B + H - 2T) - (4 - \pi)(r_o^2 - r_i^2)}{10^2}$  (cm<sup>2</sup>)

Hmotnost na jednotku délky  $M = 0,785A$  (kg/m)

Kvadratický moment průřezu

Hlavní osa  $I_{yy} = \frac{1}{10^4} \left[ \frac{BH^3}{12} - \frac{(B - 2T)(H - 2T)^3}{12} - 4(I_g + A_g h_g^2) + 4(I_{\xi\xi} + A_\xi h_\xi^2) \right]$  (cm<sup>4</sup>)

Vedlejší osa  $I_{zz} = \frac{1}{10^4} \left[ \frac{HB^3}{12} - \frac{(H - 2T)(B - 2T)^3}{12} - 4(I_g + A_g h_g^2) + 4(I_{\xi\xi} + A_\xi h_\xi^2) \right]$  (cm<sup>4</sup>)

Poloměr kvadratického momentu průřezu

Hlavní osa  $i_{yy} = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}}$  (cm)

Vedlejší osa  $i_{zz} = \sqrt{\frac{I_{zz}}{A}}$  (cm)

Pružný modul průřezu

Hlavní osa  $W_{el\ yy} = \frac{2I_{yy}}{H} \times 10$  (cm<sup>3</sup>)

Vedlejší osa  $W_{el\ zz} = \frac{2I_{zz}}{B} \times 10$  (cm<sup>3</sup>)

Plastický modul průřezu

Hlavní osa  $W_{pl\ yy} = \frac{1}{10^3} \left[ \frac{BH^2}{4} - \frac{(B - 2T)(H - 2T)^2}{4} - 4(A_g h_g) + 4(A_\xi h_\xi) \right]$  (cm<sup>3</sup>)

Vedlejší osa  $W_{pl\ zz} = \frac{1}{10^3} \left[ \frac{HB^2}{4} - \frac{(H - 2T)(B - 2T)^2}{4} - 4(A_g h_g) + 4(A_\xi h_\xi) \right]$  (cm<sup>3</sup>)

Polární modul průřezu  $I_t = \frac{1}{10^4} \left[ T^3 \frac{h}{3} + 2KA_h \right]$  (cm<sup>4</sup>)

Polární modul průřezu  $C_t = 10 \left[ \frac{I_t}{T + K/T} \right]$  (cm<sup>3</sup>)

kde  $A_g = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) r_o^2$  (mm<sup>2</sup>)

$A_\xi = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) r_i^2$  (mm<sup>2</sup>)

Hlavní osa  $h_g = \frac{H}{2} - \left(\frac{10 - 3\pi}{12 - 3\pi}\right) r_o$  (mm)

(pro vedlejší osu nahradte  $B$  za  $H$ ).

Hlavní osa  $h_\xi = \frac{H - 2T}{2} - \left(\frac{10 - 3\pi}{12 - 3\pi}\right) r_i$  (mm)

(pro vedlejší osu nahradte  $B$  za  $H$ ).



$$I_g = \left( \frac{1}{3} - \frac{\pi}{16} - \frac{1}{3(12-3\pi)} \right) r_o^4 \quad (\text{mm}^4)$$

$$I_{\xi\xi} = \left( \frac{1}{3} - \frac{\pi}{16} - \frac{1}{3(12-3\pi)} \right) r_i^4 \quad (\text{mm}^4)$$

$$h = 2[(B - T) + (H - T)] - 2R_c(4 - \pi) \quad (\text{mm})$$

$$A_n = (B - T)(H - T) - R_c^2(4 - \pi) \quad (\text{mm})$$

$$K = \frac{2A_n T}{h} \quad (\text{mm}^2)$$

$$R_c = \frac{r_o + r_i}{2} \quad (\text{mm})$$

Statické hodnoty dutých profilů eliptického průřezu uvedené v tabulce B.4 se vypočítají pomocí následujících rovnic:

Jmenovitý vnější rozměr eliptického průřezu na hlavní ose  $(H)$  (mm)

Jmenovitý vnější rozměr eliptického průřezu na vedlejší ose  $(B)$  (mm)

Jmenovitá tloušťka stěny  $(T)$  (mm)

Tyto hodnoty charakterizující geometrický tvar dutých profilů eliptického průřezu se mohou lišit v rozsahu mezních úchylek podle této normy, avšak statické hodnoty se nemění.

Plocha vnějšího povrchu profilu na metr délky  $A_s = \frac{P}{10^3}$  (m<sup>2</sup>/m)

Plocha příčného průřezu  $A = \frac{\pi [HB - (H - 2T)(B - 2T)]}{4 \times 10^2}$  (cm<sup>2</sup>)

Hmotnost na jednotku délky  $M = 0,785 A$  (kg/m)

Kvadratický moment průřezu

Hlavní osa  $I_{yy} = \frac{[BH^3 - (B - 2T)(H - 2T)^3] \frac{\pi}{64}}{10^4}$  (cm<sup>4</sup>)

Vedlejší osa  $I_{zz} = \frac{[HB^3 - (H - 2T)(B - 2T)^3] \frac{\pi}{64}}{10^4}$  (cm<sup>4</sup>)

Poloměr kvadratického modulu průřezu

Hlavní osa  $i_{yy} = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}}$  (cm)

Vedlejší osa  $i_{zz} = \sqrt{\frac{I_{zz}}{A}}$  (cm)

Pružný modul průřezu

Major axis  $W_{elyy} = \frac{20I_{yy}}{H}$  (cm<sup>3</sup>)

Minor axis  $W_{elzz} = \frac{20I_{zz}}{B}$  (cm<sup>3</sup>)

Plastický modul průřezu

Hlavní osa

$$W_{plyy} = \frac{[H^2B - (H - 2T)^2(B - 2T)]}{6 \times 10^3} \quad (\text{cm}^3)$$

Vedlejší osa

$$W_{plzz} = \frac{[B^2H - (B - 2T)^2(H - 2T)]}{6 \times 10^3} \quad (\text{cm}^3)$$

Polární moment průřezu

$$I_t = \frac{1}{10^4} \left[ \frac{4A_m^2 T}{U} + \frac{UT^3}{3} \right] \quad (\text{cm}^4)$$

Polární modul průřezu

$$C_t = \left[ \frac{10I_t}{T + \left(\frac{2A_m}{U}\right)} \right] \quad (\text{cm}^3)$$

kde

$$A_m = \frac{\pi(H - T)(B - T)}{4} \quad (\text{mm}^2)$$

$$P = \frac{\pi}{2}(H + B) \left( 1 + 0,25 \left( \frac{H - B}{H + B} \right)^2 \right) \quad (\text{mm})$$

$$U = \frac{\pi}{2}(H + B - 2T) \left( 1 + 0,25 \left( \frac{H - B}{H + B - 2T} \right)^2 \right) \quad (\text{mm})$$

Tato norma obsahuje též statické hodnoty pro daný rozsah normalizovaných řad dutých profilů kruhových, čtvercových, obdélníkových a eliptických tvářených za tepla. Pro značný rozsah této části normy, nebylo možné je zahrnout do této části Technické příručky.