

Obr.: Obdélníkový průřez

h/b	$\alpha$	$\beta$
1	0,141	0,208
1,1	0,154	0,214
1,2	0,166	0,219
1,3	0,177	0,223
1,4	0,187	0,227
1,5	0,196	0,231
1,6	0,204	0,234
1,7	0,211	0,37
1,8	0,217	0,24
1,9	0,223	0,243
2	0,229	0,246
2,5	0,249	0,258
3	0,263	0,267
5	0,291	0,292
10	0,312	0,312
$\infty$	0,333	0,333

Tab.: Tabulka součinitelů pro obdélníkový průřez v kroucení

## Volné kroucení – Průřezové charakteristiky

### Zadání

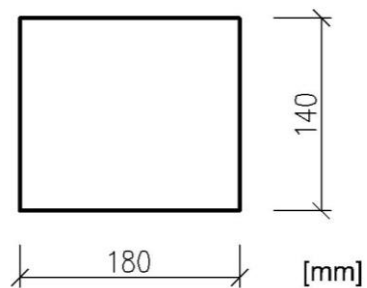
Určete Moment setrvačnosti v kroucení a modul průřezu v kroucení pro následující průřezy.

#### 1) Obdélníkový průřez 0,18/0,14 m

Určete součinitele  $\alpha$  a  $\beta$

$$\alpha = (?)$$

$$\beta = (?)$$



Obr.: Obdélníkový průřez

h/b	$\alpha$	$\beta$
1	0,141	0,208
1,1	0,154	0,214
1,2	0,166	0,219
1,3	0,177	0,223
1,4	0,187	0,227
1,5	0,196	0,231
1,6	0,204	0,234
1,7	0,211	0,37
1,8	0,217	0,24
1,9	0,223	0,243
2	0,229	0,246
2,5	0,249	0,258
3	0,263	0,267
5	0,291	0,292
10	0,312	0,312
$\infty$	0,333	0,333

Tab.: Tabulka součinitelů pro obdélníkový průřez v kroucení

### 1) Obdélníkový průřez 0,18/0,14 m

$$\alpha = \frac{1}{3} - 0,21 \frac{b}{h} \left( 1 - \frac{b^4}{12h^4} \right) = \frac{1}{3} - 0,21 \frac{0,14}{0,18} \left( 1 - \frac{0,14^4}{12 \cdot 0,18^4} \right) = 0,17498$$

dle tabulek:

$$\begin{aligned} \alpha_{(1,286)} &= \alpha_{(1,2)} + \frac{\alpha_{(1,3)} - \alpha_{(1,2)}}{1,3 - 1,2} (1,286 - 1,2) \\ &= 0,166 + \frac{0,177 - 0,166}{1,3 - 1,2} 0,086 = 0,175 \end{aligned}$$

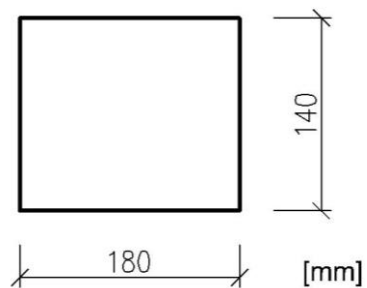
$$\begin{aligned} \beta_{(1,286)} &= \beta_{(1,2)} + \frac{\beta_{(1,3)} - \beta_{(1,2)}}{1,3 - 1,2} (1,286 - 1,2) \\ &= 0,219 + \frac{0,223 - 0,219}{1,3 - 1,2} 0,086 = 0,22244 \end{aligned}$$

Určete moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = (?) \text{ [m}^4\text{]}$$

Určete modul průřezu v kroucení

$$W_t = (?) \text{ [m}^3\text{]}$$



Obr.: Obdélníkový průřez

h/b	$\alpha$	$\beta$
1	0,141	0,208
1,1	0,154	0,214
1,2	0,166	0,219
1,3	0,177	0,223
1,4	0,187	0,227
1,5	0,196	0,231
1,6	0,204	0,234
1,7	0,211	0,37
1,8	0,217	0,24
1,9	0,223	0,243
2	0,229	0,246
2,5	0,249	0,258
3	0,263	0,267
5	0,291	0,292
10	0,312	0,312
$\infty$	0,333	0,333

Tab.: Tabulka součinitelů pro obdélníkový průřez v kroucení

### 1) Obdélníkový průřez 0,18/0,14 m

$$\alpha_{(1,286)} = \alpha_{(1,2)} + \frac{\alpha_{(1,3)} - \alpha_{(1,2)}}{1,3 - 1,2} (1,286 - 1,2)$$

$$= 0,166 + \frac{0,177 - 0,166}{1,3 - 1,2} 0,086 = 0,175$$

$$\beta_{(1,286)} = \beta_{(1,2)} + \frac{\beta_{(1,3)} - \beta_{(1,2)}}{1,3 - 1,2} (1,286 - 1,2)$$

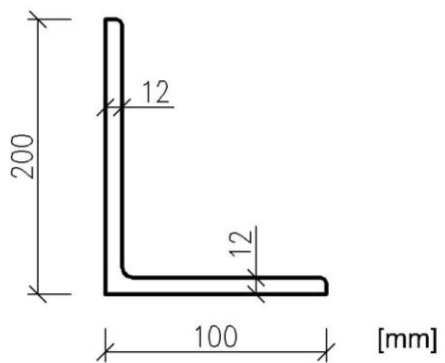
$$= 0,219 + \frac{0,223 - 0,219}{1,3 - 1,2} 0,086 = 0,22244$$

Moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = \alpha \cdot b^3 \cdot h = 0,175 \cdot 0,14^3 \cdot 0,18 = 8,6436 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

Modul průřezu v kroucení

$$W_t = \beta \cdot b^2 \cdot h = 0,222 \cdot 0,14^2 \cdot 0,18 = 7,832 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$



Obr.: Ocelový válcovaný L profil

## 2) Ocelový válcovaný nepravidelný L profil L200x100x12mm

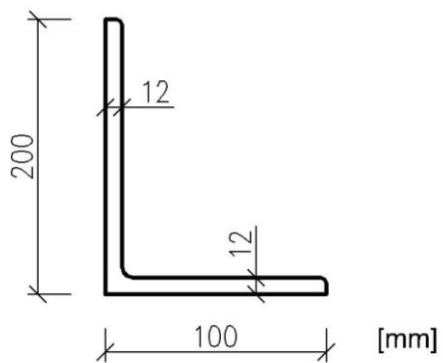
Zanedbejte vliv zaoblení rohů

Určete moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = (?) [m^4]$$

Určete modul průřezu v kroucení

$$W_t = (?) [m^3]$$



Obr.: Ocelový válcovaný L profil

## 2) Ocelový válcovaný nepravidelný L profil L200x100x12mm

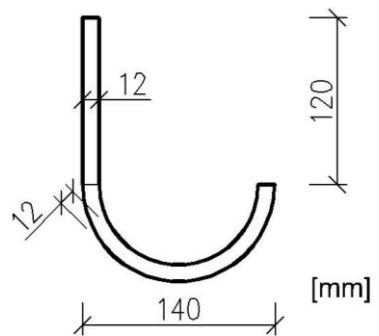
Jedná se o otevřený tenkostěnný průřez

Moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = \frac{1}{3} \sum t_i^3 h_i = \frac{1}{3} (0,012^3 \cdot 0,2 + 0,012^3 \cdot (0,1 - 0,012)) = 1,659 \cdot 10^{-7} m^4$$

Modul průřezu v kroucení

$$W_t = \frac{I_t}{t_{\max}} = \frac{1,659 \cdot 10^{-7}}{0,012} = 1,3824 \cdot 10^{-5} m^3$$



Obr.: ocelový svařovaný profil

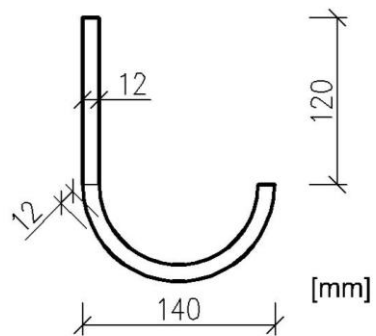
### 3) Ocelový svařovaný profil

Určete moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = (?) [m^4]$$

Určete modul průřezu v kroucení

$$W_t = (?) [m^3]$$



Obr.: ocelový svařovaný profil

### 3) Ocelový svařovaný profil

Jedná se o tenkostěnný otevřený profil.

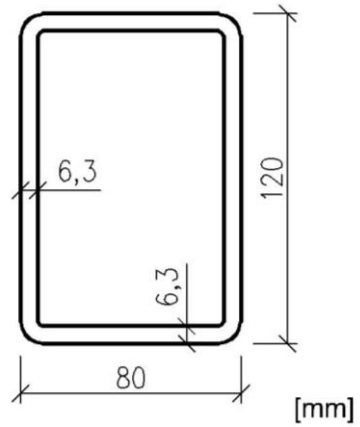
Moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = \frac{1}{3} \sum t_i^3 h_i = \frac{1}{3} t^3 \left( h_1 + \frac{\pi(d-t)}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{3} 0,012^3 \left( 0,12 + \frac{\pi \cdot (0,14 - 0,012)}{2} \right) = 1,8493 \cdot 10^{-7} m^4$$

Modul průřezu v kroucení

$$W_t = \frac{I_t}{t_{\max}} = \frac{1,8493 \cdot 10^{-7}}{0,012} = 1,541 \cdot 10^{-5} m^3$$



Obr.: Ocelová svařovaná trubka

#### 4) Ocelová obdélníková trubka 120x80x6,3 mm

Jedná se o tenkostěnný uzavřený průřez.  
Zanedbejte zaoblení rohů.

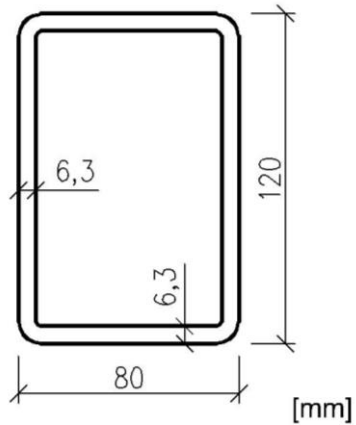
Určete plochu vymezenou střednicí stěn průřezu:

$$A_k = (?) \text{ [m}^2\text{]}$$

Určete integrál po střednici stěn průřezu

$$\oint \frac{ds}{t(s)} = (?) \text{ [-]}$$





Obr.: Ocelová svařovaná trubka

#### 4) Ocelová obdélníková trubka 120x80x6,3 mm

Jedná se o tenkostěnný uzavřený průřez.

Zanedbejte zaoblení rohů.

Plocha vymezenou střednicí stěn průřezu:

$$A_K = (h-t)(b-t) = (0,12 - 0,0063)(0,08 - 0,0063) = 8,38 \cdot 10^{-3} m^2$$

Integrál po střednici stěn průřezu:

$$\oint \frac{ds}{t(s)} = \sum \frac{h_i}{t_i} = 2 \cdot \left( \frac{h-t}{t} + \frac{b-t}{t} \right) = \frac{2}{t} (h+b-2t)$$

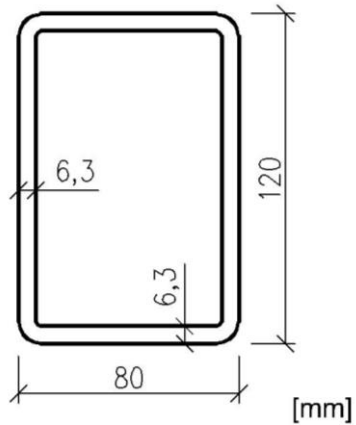
$$= \frac{2}{0,0063} (0,12 + 0,08 - 2 \cdot 0,0063) = 61,492$$

Určete moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = (?) [m^4]$$

Určete modul průřezu v kroucení

$$W_t = (?) [m^3]$$



Obr.: Ocelová svařovaná trubka

#### 4) Ocelová obdélníková trubka 120x80x6,3 mm

Plocha vymezenou střednicí stěn průřezu:

$$A_k = (h-t)(b-t) = (0,12 - 0,0063)(0,08 - 0,0063) = 8,38 \cdot 10^{-3} m^2$$

Integrál po střednicí stěn průřezu:

$$\oint \frac{ds}{t(s)} = \sum \frac{h_i}{t_i} = 2 \cdot \left( \frac{h-t}{t} + \frac{b-t}{t} \right) = \frac{2}{t} (h+b-2t)$$

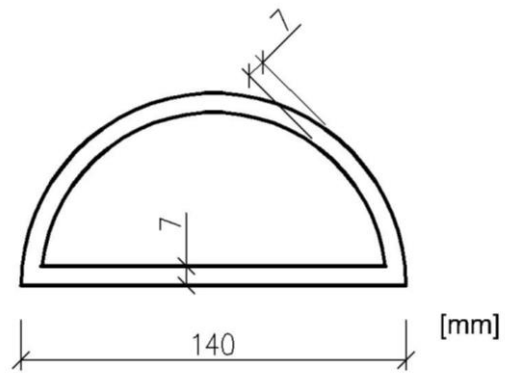
$$= \frac{2}{0,0063} (0,12 + 0,08 - 2 \cdot 0,0063) = 61,492$$

Moment setrvačnosti v kroucení:

$$I_t = \frac{4A_k^2}{\oint \frac{ds}{t(s)}} = \frac{4A_k^2}{\sum \frac{h_i}{t_i}} = \frac{4 \cdot (8,38 \cdot 10^{-3})^2}{61,492} = 4,568 \cdot 10^{-6} m^4$$

Modul průřezu v kroucení:

$$W_t = 2A_k t_{\min} = 2 \cdot 8,38 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0063 = 1,05588 \cdot 10^{-4} m^3$$



Obr. Ocelový svařovaný profil

### 5) Ocelový svařovaný profil

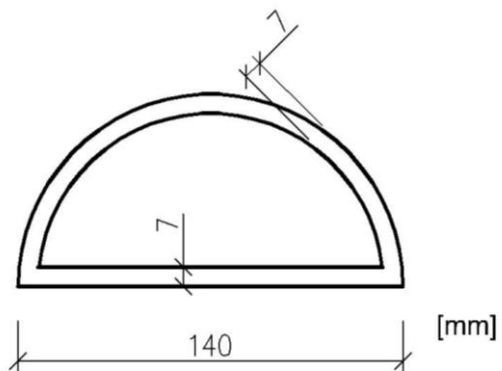
Jedná se o tenkostěnný uzavřený průřez.

Určete plochu vymezenou střednicí stěn průřezu:

$$A_k = (?) \text{ [m}^2\text{]}$$

Určete integrál po střednici stěn průřezu

$$\oint \frac{ds}{t(s)} = (?) \text{ [-]}$$



Obr. Ocelový svařovaný profil

### 5) Ocelový svařovaný profil

Plocha vymezenou střednicí stěn průřezu:

$$A_k = \frac{1}{2} \frac{1}{4} \pi (d - t)^2 = \frac{1}{8} \pi (0,14 - 0,007)^2 = 6,946 \cdot 10^{-3} m^2$$

Integrál po střednici stěn průřezu:

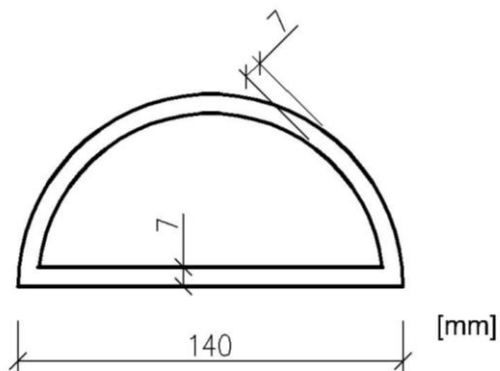
$$\oint \frac{ds}{t(s)} = \sum \frac{h_i}{t_i} = \frac{(d-t)}{t} + \frac{\pi(d-t)}{2t} = \frac{(0,14-0,007)}{0,007} + \frac{\pi \cdot (0,14-0,007)}{2 \cdot 0,007} = 48,845$$

Určete moment setrvačnosti v kroucení

$$I_t = (?) [m^4]$$

Určete modul průřezu v kroucení

$$W_t = (?) [m^3]$$



Obr. Ocelový svařovaný profil

### 5) Ocelový svařovaný profil

Plocha vymezenou střednicí stěn průřezu:

$$A_k = \frac{1}{2} \frac{1}{4} \pi (d-t)^2 = \frac{1}{8} \pi (0,14 - 0,007)^2 = 6,946 \cdot 10^{-3} m^2$$

Integrál po střednici stěn průřezu:

$$\oint \frac{ds}{t(s)} = \sum \frac{h_i}{t_i} = \frac{(d-t)}{t} + \frac{\pi(d-t)}{2t} = \frac{(0,14 - 0,007)}{0,007} + \frac{\pi \cdot (0,14 - 0,007)}{2 \cdot 0,007} = 48,845$$

Moment setrvačnosti v kroucení:

$$I_t = \frac{4A_k^2}{\oint \frac{ds}{t(s)}} = \frac{4A_k^2}{\sum \frac{h_i}{t_i}} = \frac{4 \cdot (6,946 \cdot 10^{-3})^2}{48,845} = 3,951 \cdot 10^{-6} m^4$$

Modul průřezu v kroucení:

$$W_t = 2A_k t_{\min} = 2 \cdot 6,946 \cdot 10^{-3} \cdot 0,007 = 9,7244 \cdot 10^{-5} m^3$$