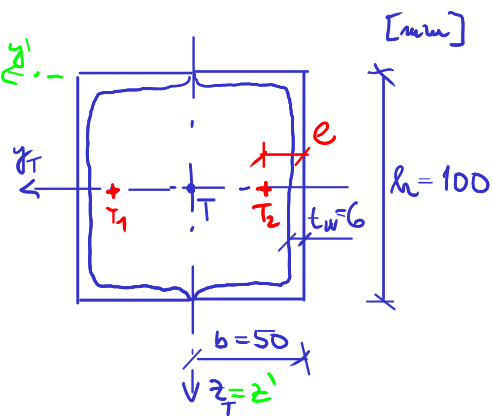


SLOŽENÝ PRŮŘEZ Z VÁLCOVANÝCH PROFILŮ



2x U100

$t_w = 6 \text{ mm}$
 $h = 100 \text{ mm}$
 $b = 50 \text{ mm}$
 $e = 15,5 \text{ mm}$

$A_1 = 1350 \text{ mm}^2$
 $I_{y1} = 206 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
 $I_{z1} = 29,3 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

U100

-dvousměrně symetrický průřez
 ↳ osy symetrie = hlavní osy $I_1, I_2 \Rightarrow T$!
 $T_1[34,5; 50]$
 $T_2[-34,5; 50]$

pouze cvičně výpočet těžiště

$$y_T = \frac{S_z}{A} = \frac{A_1 \cdot y_{T1} + A_1 \cdot y_{T2}}{2A_1} = \frac{34,5 - 34,5}{2} = 0 \text{ mm}$$

$$z_T = \frac{S_y}{A} = \frac{A_1 \cdot z_{T1} + A_1 \cdot z_{T2}}{2A_1} = \frac{50 + 50}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$I_{yT} = I_{y1} + I_{y2} = 2I_{y1} = 2 \cdot 206 \cdot 10^4 = 4,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = I_1$$

$$I_{zT} = I_{z1} + A_1(y_{T1} - y_T)^2 + I_{z2} + A_1(y_{T2} - y_T)^2 =$$

$$= 29,3 \cdot 10^4 + 1350(34,5 - 0)^2 + 29,3 \cdot 10^4 + 1350(-34,5 - 0)^2 =$$

$$= 3,799675 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = I_2$$

Př.: Průřez T složený z profilů U100 a I100

U100

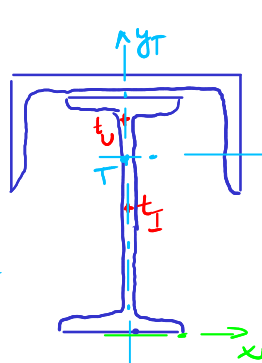
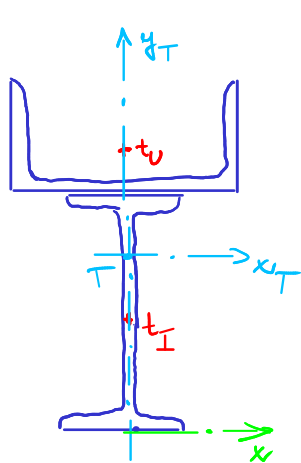
Norma:	DIN 1026-1
Označení U	100
Šířka průřezu	b 50 mm
Výška průřezu	h 100 mm
Tloušťka stojiny	s 6 mm
Tloušťka příruby	t 8,5 mm
Plocha průřezu	F 13,5 cm ²
Plocha povrchu	U 0,372 m ² /m
Hmotnost	10,60 kg/m
Mezní úchylnka s	±0,5 mm
Mezní úchylnka b	±1,5 mm
Mezní úchylnka h	±2,0 mm
Mezní úchylnka t	-0,5 mm
Moment setrvačnosti k ose ohybu x	I_x 206 cm ⁴
Moment setrvačnosti k ose ohybu y	I_y 29,3 cm ⁴
Vzdálenost středu M od osy y-y	x _M 2,93 cm
Poloměr vnitřního zaoblení	r ₁ 8,5 mm
Poloměr zaoblení příruby	r ₂ 4,5 mm
Sklon	8 %
Rameno vnitřních sil	s _x 8,42 cm
Průřezový modul k ose ohybu x	W _x 41,2 cm ³
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu x	i _x 3,91 cm
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu y	i _y 1,47 cm
Průřezový modul k ose ohybu y	W _y 8,49 cm ³
Statický moment poloviny průřezu	S _x 24,5 cm ³
Vzdálenost osy y-y od vnější hrany stojiny	e 1,55 cm

U100

Norma:	DIN 1026-1
Označení U	100
Šířka průřezu	b 50 mm
Výška průřezu	h 100 mm
Tloušťka stojiny	s 6 mm
Tloušťka příruby	t 8,5 mm
Plocha průřezu	F 13,5 cm ²
Plocha povrchu	U 0,372 m ² /m
Hmotnost	10,60 kg/m
Mezní úchylnka s	±0,5 mm
Mezní úchylnka b	±1,5 mm
Mezní úchylnka h	±2,0 mm
Mezní úchylnka t	-0,5 mm
Moment setrvačnosti k ose ohybu x	I_x 206 cm ⁴
Moment setrvačnosti k ose ohybu y	I_y 29,3 cm ⁴
Vzdálenost středu M od osy y-y	x _M 2,93 cm
Poloměr vnitřního zaoblení	r ₁ 8,5 mm
Poloměr zaoblení příruby	r ₂ 4,5 mm
Sklon	8 %
Rameno vnitřních sil	s _x 8,42 cm
Průřezový modul k ose ohybu x	W _x 41,2 cm ³
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu x	i _x 3,91 cm
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu y	i _y 1,47 cm
Průřezový modul k ose ohybu y	W _y 8,49 cm ³
Statický moment poloviny průřezu	S _x 24,5 cm ³
Vzdálenost osy y-y od vnější hrany stojiny	e 1,55 cm

I100

Norma:	DIN 1025-1
Označení I	100
Šířka průřezu	b 50 mm
Výška průřezu	h 100 mm
Tloušťka příruby	t 6,8 mm
Tloušťka stojiny	s 4,5 mm
Plocha průřezu	F 10,6 cm ²
Plocha povrchu	U 0,370 m ² /m
Hmotnost	8,34 kg/m
Mezní úchylnka b	±2,0 mm
Mezní úchylnka t	+1,5 mm
Mezní úchylnka h	±2,0 mm
Mezní úchylnka s	+0,5 mm
Poloměr vnitřního zaoblení	r ₁ 4,5 mm
Poloměr zaoblení příruby	r ₂ 2,7 mm
Sklon	14 %
Rameno vnitřních sil	s _x 8,57 cm
Průřezový modul k ose ohybu x	W _x 34,2 cm ³
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu x	i _x 4,01 cm
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu y	i _y 1,07 cm
Průřezový modul k ose ohybu y	W _y 4,88 cm ³
Moment setrvačnosti k ose ohybu x	I _x 171 cm ⁴
Moment setrvačnosti k ose ohybu y	I _y 12,2 cm ⁴
Statický moment poloviny průřezu	S _x 19,9 cm ³



U100
 $t_w = 6 \text{ mm}$
 $h = 100 \text{ mm}$
 $b = 50 \text{ mm}$
 $e = 15,5 \text{ mm}$
 $A = 1350 \text{ mm}^2$
 $I_{I_y} = 206 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
 $I_{I_x} = 29,3 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

I 100
 $t_w = 4,5 \text{ mm}$
 $h = 100 \text{ mm}$
 $b = 50 \text{ mm}$
 $A = 1060 \text{ mm}^2$
 $I_x = 171 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
 $I_y = 12,2 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

- jednoose symetrické průřezy - osa symetrie $\equiv$ hlavní osa a prochází těžištěm T

$t_u [0; 115,5]$
 $t_I [0; 50]$

$$y_T = \frac{S_z}{A} = \frac{1350 \cdot 115,5 + 1060 \cdot 50}{1350 + 1060} = 86,691 \text{ mm}$$

$t_u [0; 90,5]$
 $t_I [0; 50]$

$$y_T = \frac{S_z}{A} = \frac{1350 \cdot 90,5 + 1060 \cdot 50}{1350 + 1060} = 72,687 \text{ mm}$$

$$I_{x_T} = I_{I_x} + A(y_{t_u} - y_T)^2 + I_{I_x} + A(y_{t_I} - y_T)^2$$

$$I_{x_T} = 29,3 \cdot 10^4 + 1350(115,5 - 86,691)^2 + 171 \cdot 10^4 + 1060(50 - 86,691)^2$$

$$I_{x_T} = 4,550 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = I_1$$

$$I_{x_T} = 29,3 \cdot 10^4 + 1350(90,5 - 72,687)^2 + 171 \cdot 10^4 + 1060(50 - 72,687)^2$$

$$I_{x_T} = 2,944 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = I_1$$

$$I_{y_T} = I_{I_y} + I_{I_y}$$

$$I_{y_T} = 206 \cdot 10^4 + 12,2 \cdot 10^4 = 2,182 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

I_2

$$I_{y_T} = 206 \cdot 10^4 + 12,2 \cdot 10^4 = 2,182 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

I_2

Moment setrvačnosti k ose x

$$I_x = I_{I_x} + A y_{t_I}^2 + I_{I_x} + A y_{t_u}^2$$

$$I_x = 171 \cdot 10^4 + 1060 \cdot 50^2 + 29,3 \cdot 10^4 + 1350 \cdot 115,5^2 = 22,662 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

I_1

$$I_x = 171 \cdot 10^4 + 1060 \cdot 50^2 + 29,3 \cdot 10^4 + 1350 \cdot 90,5^2 = 15,710 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

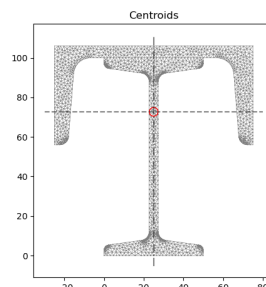
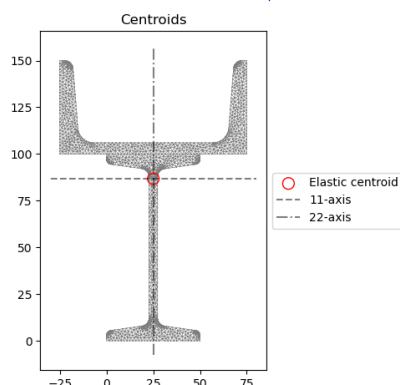
I_1

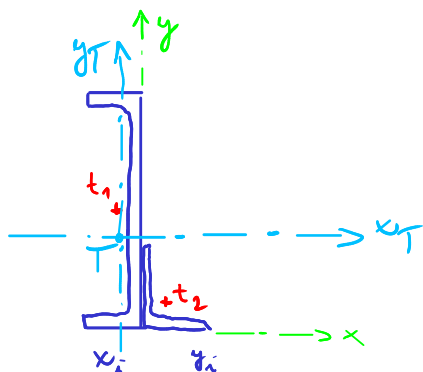
kontrola výpočtem z I_{x_T}

$$I_x = I_{x_T} + A \cdot y_T^2$$

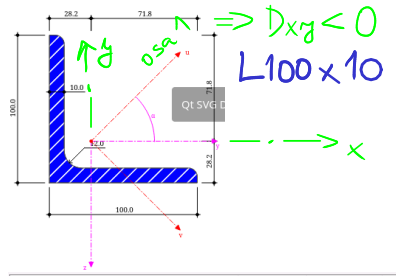
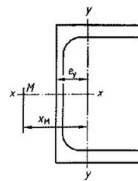
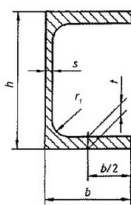
$$I_x = 4,55 \cdot 10^6 + (1350 + 1060) \cdot 86,691^2 = 22,662 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \checkmark$$

$$I_x = 2,944 \cdot 10^6 + (1350 + 1060) \cdot 72,687^2 = 15,710 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \checkmark$$





VPE300



$$t_1 [-28,9; 150]$$

$$t_2 [28,2; 28,2]$$

$$x_T = \frac{\sum S y_i}{\sum A_i} = \frac{5660 \cdot (-28,9) + 1920 \cdot 28,2}{5660 + 1920}$$

$$x_T = -14,437 \text{ mm}$$

$$y_T = \frac{\sum S x_i}{\sum A_i} = \frac{5660(150) + 1920 \cdot 28,2}{5660 + 1920}$$

$$y_T = 119,148 \text{ mm}$$

Norma:	DIN 1026-2
Označení UPE	300
Šířka příruby	b 100 mm
Výška průřezu	h 300 mm
Tloušťka příruby	t 15 mm
Tloušťka stojiny	s 9,5 mm
Plocha průřezu	A 56,6 cm ²
Hmotnost	G 44,4 kg/m
Plocha povrchu	U 0,968 m ² /m
Mezní úchytky s	±0,5 mm
Mezní úchytky b	±2,0 mm
Mezní úchytky t	±1,0 mm
Mezní úchytky h	±3,0 mm
Rameno vnitřních sil	s _x 25,5 cm
Statický moment poloviny průřezu	S _x 307 cm ³
Moment setrvačnosti k ose ohybu x	J _x 7820 cm ⁴
Průřezový modul k ose ohybu x	W _x 522 cm ³
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu x	i _x 11,8 cm
Poloměr setrvačnosti k ose ohybu y	i _y 3,08 cm
Moment setrvačnosti k ose ohybu y	J _y 538 cm ⁴
Průřezový modul k ose ohybu y	W _y 75,6 cm ³
Poloměr vnitřního zaoblení	r ₁ 15 mm
Vzdálenost středu M od osy y-y	x _M 6,03 cm
Vzdálenost těžiště od vnějších hran ramen	e _y 2,89 cm

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Šířka profilu	b	100,0	mm
Tloušťka profilu	s	10,0	mm
Vnitřní poloměr zaoblení	r	12,0	mm
Vnější poloměr zaoblení	r ₁	6,0	mm
Plocha průřezu	A	19,20	cm ²
Smyková plocha	A _u	8,11	cm ²
Smyková plocha	A _v	7,90	cm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,u}	13,44	cm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,v}	13,44	cm ²
Vzdálenost těžišťové osy	e _v	28,2	mm
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. s)	I _y	177,00	cm ⁴
Deviční moment	I _{yz}	103,00	cm ⁴
Úhel natočení hlavních os	α	-45,00	°
Moment setrvačnosti okolo hlavní osy	I _u	280,00	cm ⁴
Moment setrvačnosti okolo hlavní osy	I _v	73,00	cm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	30,4	mm
Poloměr setrvačnosti	i _{yz}	23,2	mm
Poloměr setrvačnosti (hlavní osy)	i _u	38,3	mm
Poloměr setrvačnosti (hlavní osy)	i _v	19,5	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	43,0	mm
Objem	V	1920,00	cm ³ /m
Hmotnost průřezu	G	15,07	kg/m
Plocha pláště	A _{pl,št}	0,39	m ² /m
Součinitel profilu	A _m /V	202,968	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	6,12	cm ⁴

$$I_{x_T} = I_{x_{t1}} + A_1 (y_{t1} - y_T)^2 + I_{x_{t2}} + A_2 (y_{t2} - y_T)^2$$

$$I_{x_T} = 4820 \cdot 10^4 + 5660 \cdot (150 - 119,148)^2 + 144 \cdot 10^4 + 1920 (28,2 - 119,148)^2$$

$$I_{x_T} = 101,2388 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{y_T} = I_{y_{t1}} + A_1 (x_{t1} - x_T)^2 + I_{y_{t2}} + A_2 (x_{t2} - x_T)^2$$

$$I_{y_T} = 538 \cdot 10^4 + 5660 (-28,9 - (-14,437))^2 + 144 \cdot 10^4 + 1920 (28,2 - (-14,437))^2$$

$$I_{y_T} = 11,8243 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$D_{x_T y_T} = D_{x_{t1} y_{t1}} + A_1 (x_{t1} - x_T)(y_{t1} - y_T) + D_{x_{t2} y_{t2}} + A_2 (x_{t2} - x_T)(y_{t2} - y_T)$$

$$D_{x_T y_T} = 0 + 5660 (-28,9 + 14,437)(150 - 119,148) - 103 \cdot 10^4 + 1920 (28,2 + 14,437)(28,2 - 119,148)$$

$$D_{x_T y_T} = -11,0008 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(I_x - I_y)^2 + 4 D_{xy}^2}$$

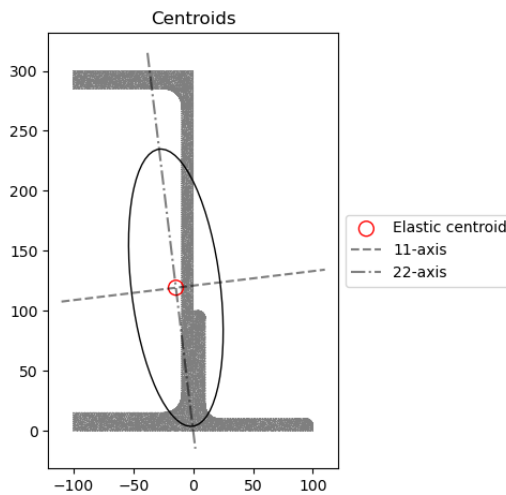
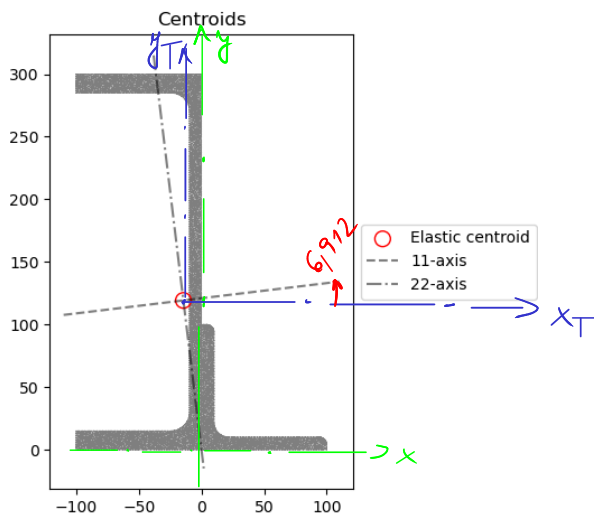
$$\left[\frac{101,2388 + 11,8243}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(101,2388 - 11,8243)^2 + 4 \cdot (-11,0008)^2} \right] \cdot 10^6 =$$

$$= [56,53155 \pm 46,0408] \cdot 10^6 = \begin{cases} I_1 = 102,572 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\ I_2 = 10,491 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{cases}$$

$$\tan \alpha_0 = \frac{D_{xy}}{I_y - I_1} = \frac{-11,0008}{11,8243 - 102,572} \Rightarrow \alpha_0 = 6,912^\circ$$

$$\tan 2\alpha_0 = \frac{2 D_{xy}}{I_y - I_x} = \frac{2(-11,0008)}{11,8243 - 101,2388} \Rightarrow \alpha_0 = 6,912^\circ$$

$D_{xy} < 0$
osa 1 prochází 1. a 3. kvadr.



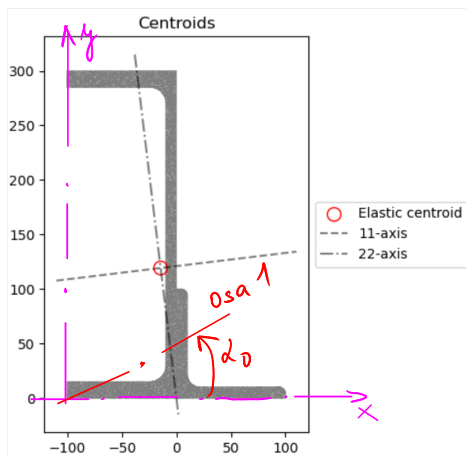
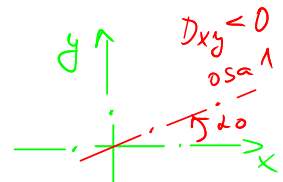
$$I_x = I_{x_T} + A \cdot y_T^2 = 101,2388 \cdot 10^6 + (5660 + 1920) \cdot 119,148^2 = 208,846 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_y = I_{y_T} + A \cdot x_T^2 = 11,8243 \cdot 10^6 + (5660 + 1920) \cdot (-14,437)^2 = 13,404 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$D_{xy} = D_{x_T y_T} + A \cdot x_T \cdot y_T = -11,0008 \cdot 10^6 + (5660 + 1920) \cdot 119,148 \cdot (-14,437) = -24,039 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

natočeni hlavních os pro xy

$$\tan 2\alpha_0 = \frac{2D_{xy}}{I_y - I_x} = \frac{2 \cdot (-24,039)}{13,404 - 208,846} \Rightarrow \alpha_0 = 6,910^\circ$$



$$I_x = I_{x_u} = 208,846 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_y = I_{y_T} + A \cdot c^2 = 11,8243 \cdot 10^6 + (5660 + 1920) \cdot (-100 - (-14,437))^2 = 67,318 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$D_{xy} = D_{x_T y_T} + A \cdot c \cdot d = -11,0008 \cdot 10^6 + (5660 + 1920) \cdot (-100 - (-14,437)) \cdot (119,148) = -88,276 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\tan 2\alpha_0 = \frac{2D_{xy}}{I_y - I_x} = \frac{2 \cdot (-88,276)}{67,318 - 208,846} \Rightarrow \alpha_0 = 25,642^\circ$$