



Podnikatelská 545  
190 11 Praha 9  
tel: 267 090 211  
fax: 281 932 300  
servis@kovprof.cz  
www.kovprof.cz

# PROFILY S VLNITOU STOJINOU



## POMŮCKA PRO PROJEKTANTY A ODBĚRATELE

## ÚVOD :

Profil s vlnitou stojinou byl vyvinut jako ekonomická náhrada svařovaných nebo vysokých válcovaných profilů tvaru I. Jedná se o svařovaný I profil, jehož stěna je z vlnitého plechu standardní tloušťky 2,0 mm, 2,5 mm a 3,0 mm, na zvláštní objednávku až do tloušťky 6,0 mm. Profily jsou vyráběny dle patentu firmy ZEMAN+CO GmbH, patentově je chráněn způsob přivaření vlnité stojiny k pásnicím svařovacím automatem. Profily s vlnitou stojinou jsou v zahraničí používány již od roku 1990 a teoretické výpočtové modely byly ověřovány destrukčními zkouškami skutečných profilů.

V této příručce je dán návod projektantům, jak postupovat při navrhování profilů s vlnitou stojinou dle souboru norem ČSN EN 1993 pro provozní a požární stav. Současně s touto příručkou je k dispozici program pro posudek profilu s vlnitou stojinou dle ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-5 pro provozní návrhovou situaci a dle ČSN EN 1993-1-2 pro požární návrhovou situaci. Výhradním distributorem profilů s vlnitou stojinou v České republice je firma KOVOVÉ PROFILY s.r.o., která také zajišťuje technický servis.

**Statický návrh profilů s vlnitou stojinou může provádět pouze oprávněná osoba s potřebnými znalostmi v oboru. Použití ustanovení pomůcky a programu nesnímají z oprávněné osoby zodpovědnost za bezpečný návrh. Použitím pomůcky a programu oprávněná osoba stvrzuje, že je odborně způsobilá návrh provést a že se řádně seznámila se všemi požadavky na způsob návrhu, na technické řešení detailů a na způsob montáže profilů s vlnitou stojinou.**

## OBSAH :

Počet stran : 30

1 ZÁKLADNÍ POPIS	
1.1 Značení WT profilů	2
1.2. Materiál WT profilů	3
1.3 Standardní rozměry WT profilů	3
1.4 WT profily proměnné výšky	3
2 POSOUZENÍ WT PROFILŮ	
2.1 Metodika posudku	4
2.2 Posouzení pásnic	5
2.3 Smyková únosnost stojiny	8
2.4 Únosnost na příčné síly	9
2.5 Posouzení detailů a přípojí	10
3 VZOROVÉ DETAILY	
3.1 Rámový roh	11
3.2 Kloubový styk vazníku s táhlem a sloupu	13
3.3 Vrchol vazníku	14
3.4 Montážní styk	15
3.5 Kotvení sloupu	17
3.6 Připojení konzol jeřábové dráhy	19
3.7 Připojení vaznic a paždiků	20
3.8 Výztuhy stojiny, prostupy stojinou	21
3.9 Styk vazníku a průvlaku	22
3.10 Styk podlahových nosníků	23
4 POŽÁRNÍ ODOLNOST	24
5 WT PROFILY V PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI	
5.1 Výkresy WT profilů	24
5.2 Výkaz materiálu	27
6 ZPŮSOB DODÁVKY WT PROFILŮ	
6.1 Výroba WT profilů	27
6.2 Dodávky WT profilů	27
6.3 Výrobní tolerance dodávaných WT profilů	27
6.4 Protikorozní ochrana	28
Seznam obrázků	29
Seznam tabulek	29
Seznam norem a literatury	29

## 1 ZÁKLADNÍ POPIS

### 1.1 Značení WT profilů

Profily s vlnitou stojinou nebo také WT profily, jsou svařované I průřezy s pásnicemi z plechu tloušťky od 6 do 30 mm a šířky od 120 do 450 mm a s tenkostěnnou vlnitou stojinou. Stojina je vyráběna ve výškách 333, 500, 625, 750, 1000, 1250 a 1500 mm. Stojina je standardně vyráběna z plechu tloušťky 2,0, 2,5 a 3,0 mm. Na zvláštní poptávku lze stojinu vyrobit i z plechu tloušťky 4,0, 5,0 a 6,0 mm. Dle velikosti stojiny a pásnic je zavedeno jednotné značení těchto profilů. Pásnice mohou být buď shodné nebo je jedna pásnice maximálně o 50 mm širší než druhá, tloušťky se mohou lišit. Tvar profilů a označení jednotlivých prvků je patrné z obrázku 1.1.

#### Způsob značení WT profilů:

*Symetrický profil:*

**WTA (resp. WTB atd.) 1000 - 250x15, ocel pásnic, ocel stojiny**

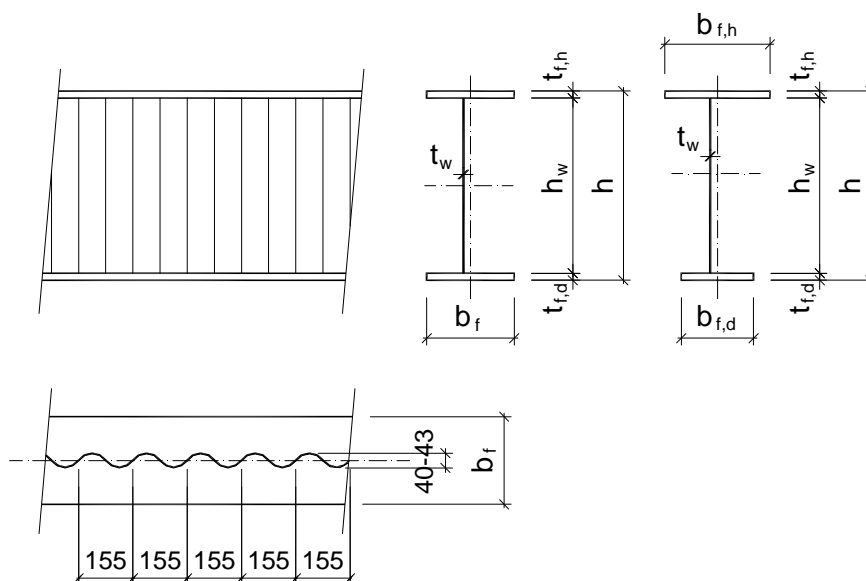
↓ ↓ ↓  
↓ ↓ ↓ rozměr pásnic  $b_f \times t_f$   
↓ výška stojiny  $h_w$  od 333 do 1500 mm  
typ profilu dle tloušťky stojiny **WTA -  $t_w = 2,0$  mm**  
**WTB -  $t_w = 2,5$  mm**  
**WTC -  $t_w = 3,0$  mm**  
**WTD -  $t_w = 4,0$  mm**  
**WTE -  $t_w = 5,0$  mm**  
**WTF -  $t_w = 6,0$  mm**

*Nesymetrický profil:*

**WTA (resp. WTB atd.) 1000 - 300x15 - 250x12, ocel pásnic, ocel stojiny**

↓ ↓ ↓ ↓  
↓ ↓ ↓ ↓ rozměr dolní pásnice  $b_{f,d} \times t_{f,d}$   
↓ ↓ ↓ rozměr horní pásnice  $b_{f,h} \times t_{f,h}$   
↓ výška stojiny  $h_w$  od 333 do 1500 mm  
typ profilu dle tloušťky stojiny – **WTA až WTF**

Při užití materiálu S235 není nutné jakost materiálu pro označení profilu vypisovat.



Obr. 1.1 - Geometrie profilu s vlnitou stojinou

## 1.2 Materiál WT profilů

Profil je vyroben svařením pásnic a vlnité stojiny. Pásnice jsou standardně vyráběny z oceli S235 nebo S355, na zvláštní poptávku také z oceli S275. Stojina je standardně vyráběna z oceli S235, na zvláštní poptávku také z oceli S355. Materiálové vlastnosti dle [2] jsou následující:

značení oceli	<b>S 235</b>	<b>S 275</b>	<b>S355</b>
mez pevnosti $f_{uk}$ [MPa]	<b>360</b>	<b>430</b>	<b>510</b>
mez kluzu $f_{yk}$ [MPa]	<b>235</b>	<b>275</b>	<b>355</b>
modul pružnosti	<b><math>E_k = 210000</math> [MPa]</b>		
modul pružnosti ve smyku	<b><math>G_k = E_k/2,6</math> [MPa]</b>		

## 1.3 Standardní rozměry WT profilů

V tabulce 1 je uvedeny nejběžnější rozměry symetrických WT profilů, vyrobit lze ale WT profily s pásnicemi v rozsahu od 120x6 mm až po 450x30 mm. Profily WTA se vyrábějí pouze do výšky stojiny 1000 mm.

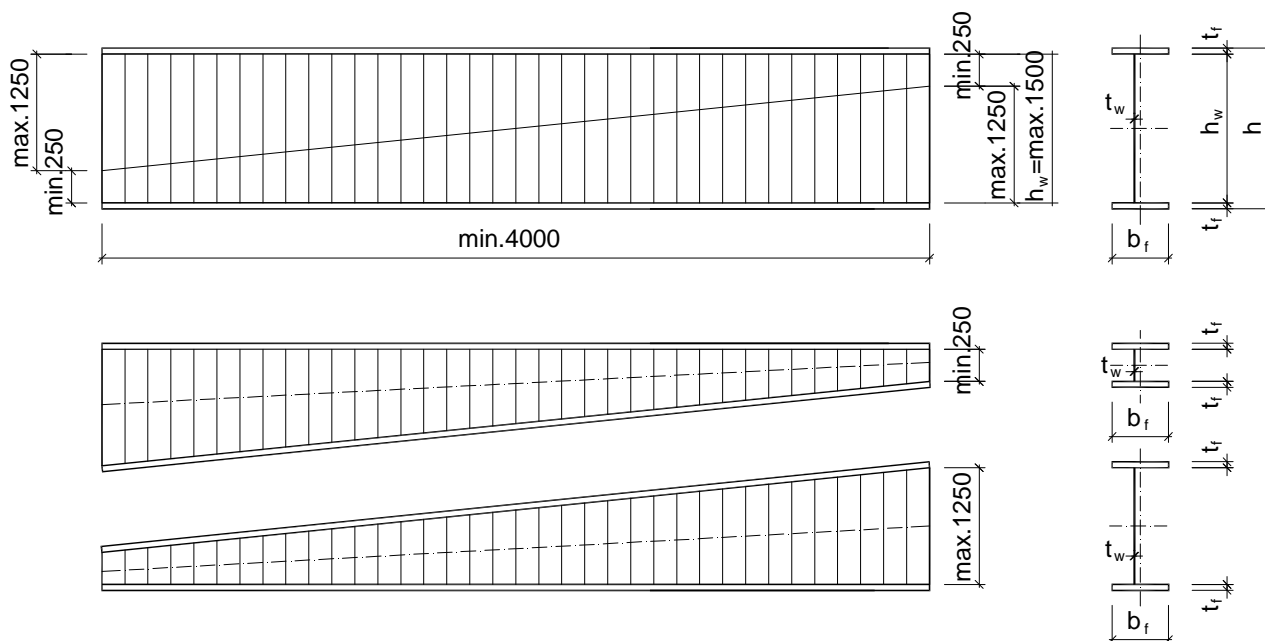
Pásnice $b_f \times t_f$	$h_w = 333$			$h_w = 500$			$h_w = 625$			$h_w = 750$			$h_w = 1000$			$h_w = 1250$			$h_w = 1500$			
	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	
160 x 8	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx																
180 x 8	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx																
200 x 8	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx																
200 x 10	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx													
220 x 10	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx													
250 x 10	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx													
200 x 12	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
220 x 12	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
250 x 12	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
300 x 12	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
220 x 15	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
250 x 15	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
300 x 15	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
350 x 15	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
250 x 20				xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
300 x 20				xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
350 x 20				xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
400 x 20				xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
300 x 25										xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
350 x 25										xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
400 x 25										xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
450 x 25										xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	
350 x 30																	xxx	xxx		xxx	xxx	
400 x 30																	xxx	xxx		xxx	xxx	
450 x 30																	xxx	xxx		xxx	xxx	

Tab. 1 - Standardní rozměry symetrických WT profilů

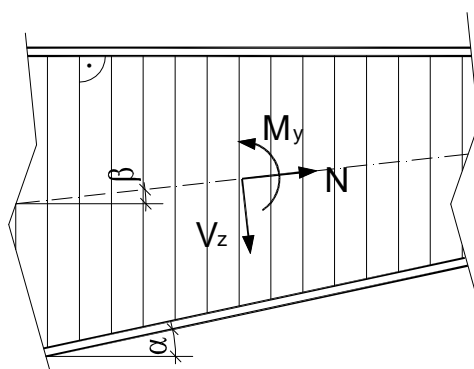
## 1.4 WT profily proměnné výšky

Kromě standardních přímopasových nosníků lze vyrobit také nosník proměnné výšky. Vyrábí se šikmým rozříznutím hotového nosníku a přivařením další pásnice. Z výrobních důvodů proto musejí být obě pásnice stejně široké. Minimální výška stojiny je 250 mm a maximální výška je 1250 mm. Geometrie profilu proměnné výšky a způsob jeho výroby je na obrázku 1.2. Vlny stojiny jsou vždy kolmé k jedné pásnici.

Vnitřní síly a geometrie pro posudek v konkrétním řezu se uvažují v rovině kolmé na střednici profilu proměnné výšky, jak je naznačeno na obrázku 1.3. Vnitřní síly vyřešené statickou analýzou jsou vypočteny pro střednici profilu, která je natočena o úhel  $\beta$  vůči pásnicím. Pro posudek je nutné je přepočítat síly pro směr rovnoběžný s vlnami stojiny.



Obr. 1.2 - Geometrie profilu s vlnitou stojinou proměnné výšky



Obr. 1.3 – Vnitřní síly v profilu proměnné výšky

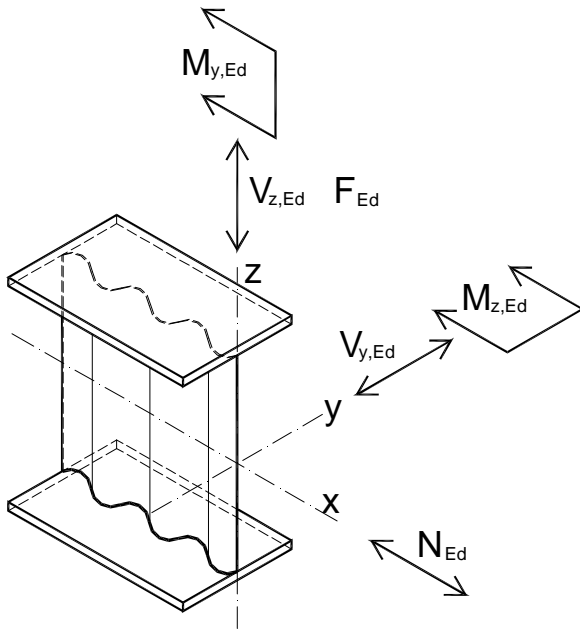
## 2 POSOUZENÍ WT PROFILŮ

### 2.1 Metodika posudku

V následujících kapitolách je popsán postup posouzení profilu s vlnitou stojinou dle norem [2] a [4]. Označení os, vnitřních a vnějších sil je patrné z obrázku 2.1. Posudek je prováděn za následujících předpokladů:

1. Globální statická analýza konstrukce, ve které byly užity profily s vlnitou stojinou, se provede jako elastická;
2. Vlnitá stojina vzdoruje pouze posouvající síle v rovině stojiny a lokálnímu namáhání příčným zatížením ve stejném směru;
3. Všem ostatním složkám vnitřních sil vzdorují pouze pásnice.

Proto je i celý posudek rozdělen na posouzení únosnosti pásnic, viz kapitola 2.2 a na posouzení únosnosti stojiny, viz kapitoly 2.3 a 2.4y. V kapitole č. 2.5. jsou základní údaje pro návrh detailů dílců ocelových konstrukcí, které jsou navrženy z profilů s vlnitou stojinou.



**Vnitřní síly:**

- $N_{Ed}$  normálová síla
- $M_{y,Ed}$  ohybový moment kolem osy **y**
- $M_{z,Ed}$  ohybový moment kolem osy **z**
- $V_{y,Ed}$  posouvající síla ve směru osy **y**
- $V_{z,Ed}$  posouvající síla ve směru osy **z**

**Vnější příčná síla:**

- $F_{Ed}$  příčná síla ve směru osy **z**

**Osy:**

- x** podélná osa prutu
- y** osa průřezu rovnoběžná s pásnicemi
- z** osa průřezu kolmá k pásnicím

Obr. 2.1 - Orientace os, vnitřních a vnějších sil

**2.2 Posouzení pásnic**

Pásnice vzdorují všem složkám vnitřních sil s výjimkou posouvající síly  $V_{z,Ed}$ . Posudek se provede pro průřezové charakteristiky profilů dle tabulky 2.1 pro jednotlivé průřezy s výškou stojiny od 333 do 1500 mm. Všechny průřezové charakteristiky potřebné pro posudek pásnic jsou počítány pouze s uvažováním plochy samotných pásnic bez započítání plochy stojiny do účinného průřezu.

**Prostá únosnost průřezu :**

- ohybové momenty:  $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$
- tlak:  $N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$
- tah:  $N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$
- kombinace  $M_y + M_z + N$ : dle vzorců v [2]

**Vzpěrná únosnost prutu :**

- ohybové momenty :  $M_{y,Ed} \leq M_{y,b,Rd}$  - únosnost s vlivem klopení, klopení dle [4] se řeší analogicky ke vzpěru z roviny nosníku
- $M_{z,Ed} \leq M_{z,c,Rd}$
- tlak :  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$  - únosnost s vlivem vzpěru, pro vybočení kolmo k ose **y** se užije křivka vzpěrné pevnosti **b**, pro vybočení kolmo k ose **z** a pro prostorový vzpěr se užije křivka vzpěrné pevnosti **c**
- tah :  $N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$
- kombinace  $M_y + M_z + N$ : dle vzorců v [2]

Při provádění posudku únosnosti průřezu profilu s vlnitou stojinou se postupuje shodně, jako by se jednalo o klasický svařovaný I profil, pouze se neuvažuje vliv smykové síly  $V_{z,Ed}$  do kombinovaného namáhání s ostatními vnitřními silami. Posudek stojiny namáhané smykovou silou  $V_{z,Ed}$  se provede samostatně, viz kap. 2.3. Při posudku vzpěrné únosnosti prutu se postupuje rovněž shodně s klasickým I profilem pro vzpěrné délky  $L_y$ ,  $L_z$  a  $L_T$  pro vzpěr a  $L_{LT}$  pro klopení.

Výška stojiny $h_w = 333$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ x10 <sup>3</sup> [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>4</sup> ]	$I_\omega$ x10 <sup>12</sup> [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>3</sup> ]	$W_{z,el}$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
160 x 8	349	26.4	27.9	29.5	32.6	35.8	38.9	1.47	2.56	74.4	5.5	0.16	170.5	46.2	0.436	0.034
180 x 8	349	28.9	30.5	32.0	35.2	38.3	41.4	1.55	2.88	83.7	7.8	0.23	170.5	52.0	0.491	0.043
200 x 8	349	31.4	33.0	34.5	37.7	40.8	43.9	1.63	3.20	93.0	10.7	0.31	170.5	57.7	0.546	0.053
200 x 10	353	37.7	39.2	40.8	43.9	47.1	50.2	1.64	4.00	117.6	13.3	0.39	171.5	57.7	0.686	0.067
220 x 10	353	40.8	42.4	44.0	47.1	50.2	53.4	1.72	4.40	129.4	17.7	0.52	171.5	63.5	0.755	0.081
250 x 10	353	45.5	47.1	48.7	51.8	54.9	58.1	1.84	5.00	147.1	26.0	0.77	171.5	72.2	0.858	0.104
200 x 12	357	44.0	45.5	47.1	50.2	53.4	56.5	1.65	4.80	142.8	16.0	0.48	172.5	57.7	0.828	0.080
220 x 12	357	47.7	49.3	50.9	54.0	57.1	60.3	1.73	5.28	157.1	21.3	0.63	172.5	63.5	0.911	0.097
250 x 12	357	53.4	54.9	56.5	59.6	62.8	65.9	1.85	6.00	178.5	31.3	0.93	172.5	72.2	1.035	0.125
300 x 12	357	62.8	64.4	65.9	69.1	72.2	75.3	2.05	7.20	214.2	54.0	1.61	172.5	86.6	1.242	0.180
220 x 15	363	58.1	59.7	61.2	64.4	67.5	70.6	1.74	6.60	199.8	26.6	0.81	174.0	63.5	1.148	0.121
250 x 15	363	65.1	66.7	68.3	71.4	74.6	77.7	1.86	7.50	227.1	39.1	1.18	174.0	72.2	1.305	0.156
300 x 15	363	76.9	78.5	80.1	83.2	86.3	89.5	2.06	9.00	272.5	67.5	2.04	174.0	86.6	1.566	0.225
350 x 15	363	88.7	90.3	91.8	95.0	98.1	101.2	2.26	10.50	317.9	107.2	3.25	174.0	101.0	1.827	0.306

Výška stojiny $h_w = 500$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_\omega$ [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{z,el}$ [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
200 x 10	520	41.0	43.4	45.8	50.2	55.0	59.7	2.04	4.00	260.1	13.3	0.87	255.0	57.7	1.02	0.067
220 x 10	520	44.1	46.5	48.9	53.4	58.1	62.8	2.12	4.40	286.1	17.7	1.15	255.0	63.5	1.12	0.081
250 x 10	520	48.9	51.3	53.7	58.1	62.8	67.5	2.24	5.00	325.1	26.0	1.69	255.0	72.2	1.28	0.104
200 x 12	524	47.3	49.7	52.1	56.5	61.2	65.9	2.05	4.80	314.6	16.0	1.05	256.0	57.7	1.23	0.080
220 x 12	524	51.0	53.4	55.8	60.3	65.0	69.7	2.13	5.28	346.0	21.3	1.40	256.0	63.5	1.35	0.097
250 x 12	524	56.7	59.1	61.5	65.9	70.7	75.4	2.25	6.00	393.2	31.3	2.05	256.0	72.2	1.54	0.125
300 x 12	524	66.1	68.5	70.9	75.4	80.1	84.8	2.45	7.20	471.9	54.0	3.54	256.0	86.6	1.84	0.180
220 x 15	530	61.4	63.8	66.2	70.7	75.4	80.1	2.14	6.60	437.6	26.6	1.77	257.5	63.5	1.70	0.121
250 x 15	530	68.5	70.9	73.3	77.7	82.4	87.1	2.26	7.50	497.3	39.1	2.59	257.5	72.2	1.93	0.156
300 x 15	530	80.3	82.7	85.1	89.5	94.2	98.9	2.46	9.00	596.8	67.5	4.48	257.5	86.6	2.32	0.225
350 x 15	530	92.0	94.4	96.8	101.3	106.0	110.7	2.66	10.50	696.2	107.2	7.11	257.5	101.0	2.70	0.306
250 x 20	540	88.1	90.5	92.9	97.3	102.1	106.8	2.28	10.00	676.0	52.1	3.52	260.0	72.2	2.60	0.208
300 x 20	540	103.8	106.2	108.6	113.0	117.8	122.5	2.48	12.00	811.2	90.0	6.08	260.0	86.6	3.12	0.300
350 x 20	540	119.5	121.9	124.3	128.7	133.5	138.2	2.68	14.00	946.4	142.9	9.66	260.0	101.0	3.64	0.408
400 x 20	540	135.2	137.6	140.0	144.4	149.2	153.9	2.88	16.00	1081.6	213.3	14.42	260.0	115.5	4.16	0.533

Výška stojiny $h_w = 625$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ x10 <sup>3</sup> [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>4</sup> ]	$I_\omega$ x10 <sup>12</sup> [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>3</sup> ]	$W_{z,el}$ x10 <sup>6</sup> [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
200 x 10	645	43.4	46.4	49.4	55.0	60.8	66.7	2.34	4.00	403.2	13.3	1.34	317.5	57.7	1.27	0.067
220 x 10	645	46.5	49.5	52.5	58.1	64.0	69.9	2.42	4.40	443.5	17.7	1.79	317.5	63.5	1.40	0.081
250 x 10	645	51.3	54.3	57.3	62.8	68.7	74.6	2.54	5.00	504.0	26.0	2.63	317.5	72.2	1.59	0.104
200 x 12	649	49.7	52.7	55.7	61.2	67.1	73.0	2.35	4.80	486.9	16.0	1.62	318.5	57.7	1.53	0.080
220 x 12	649	53.4	56.4	59.4	65.0	70.9	76.8	2.43	5.28	535.6	21.3	2.16	318.5	63.5	1.68	0.097
250 x 12	649	59.1	62.1	65.1	70.7	76.5	82.4	2.55	6.00	608.7	31.3	3.17	318.5	72.2	1.91	0.125
300 x 12	649	68.5	71.5	74.5	80.1	86.0	91.8	2.75	7.20	730.4	54.0	5.48	318.5	86.6	2.29	0.180
220 x 15	655	63.8	66.8	69.8	75.4	81.2	87.1	2.44	6.60	675.8	26.6	2.73	320.0	63.5	2.11	0.121
250 x 15	655	70.9	73.9	76.9	82.4	88.3	94.2	2.56	7.50	768.0	39.1	4.00	320.0	72.2	2.40	0.156
300 x 15	655	82.7	85.7	88.7	94.2	100.1	106.0	2.76	9.00	921.6	67.5	6.91	320.0	86.6	2.88	0.225
350 x 15	655	94.4	97.4	100.4	106.0	111.9	117.8	2.96	10.50	1075.2	107.2	10.98	320.0	101.0	3.36	0.306
250 x 20	665	90.5	93.5	96.5	102.1	107.9	113.8	2.58	10.00	1040.1	52.1	5.42	322.5	72.2	3.23	0.208
300 x 20	665	106.2	109.2	112.2	117.8	123.6	129.5	2.78	12.00	1248.1	90.0	9.36	322.5	86.6	3.87	0.300
350 x 20	665	121.9	124.9	127.9	133.5	139.3	145.2	2.98	14.00	1456.1	142.9	14.86	322.5	101.0	4.52	0.408
400 x 20	665	137.6	140.6	143.6	149.2	155.0	160.9	3.18	16.00	1664.1	213.3	22.19	322.5	115.5	5.16	0.533



Výška stojiny $h_w = 750$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_{\omega}$ [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{z,el}$ [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
200 x 12	774	52.1	55.7	59.3	65.9	73.0	80.1	2.65	4.80	696.8	16.0	2.32	381.0	57.7	1.83	0.080
220 x 12	774	55.8	59.4	63.0	69.7	76.8	83.8	2.73	5.28	766.5	21.3	3.09	381.0	63.5	2.01	0.097
250 x 12	774	61.5	65.1	68.7	75.4	82.4	89.5	2.85	6.00	871.0	31.3	4.54	381.0	72.2	2.29	0.125
300 x 12	774	70.9	74.5	78.1	84.8	91.8	98.9	3.05	7.20	1045.2	54.0	7.84	381.0	86.6	2.74	0.180
220 x 15	780	66.2	69.8	73.4	80.1	87.1	94.2	2.74	6.60	965.6	26.6	3.89	382.5	63.5	2.52	0.121
250 x 15	780	73.3	76.9	80.5	87.1	94.2	101.3	2.86	7.50	1097.3	39.1	5.72	382.5	72.2	2.87	0.156
300 x 15	780	85.1	88.7	92.3	98.9	106.0	113.0	3.06	9.00	1316.8	67.5	9.88	382.5	86.6	3.44	0.225
350 x 15	780	96.8	100.4	104.0	110.7	117.8	124.8	3.26	10.50	1536.2	107.2	15.68	382.5	101.0	4.02	0.306
250 x 20	790	92.9	96.5	100.1	106.8	113.8	120.9	2.88	10.00	1482.3	52.1	7.72	385.0	72.2	3.85	0.208
300 x 20	790	108.6	112.2	115.8	122.5	129.5	136.6	3.08	12.00	1778.7	90.0	13.34	385.0	86.6	4.62	0.300
350 x 20	790	124.3	127.9	131.5	138.2	145.2	152.3	3.28	14.00	2075.2	142.9	21.18	385.0	101.0	5.39	0.408
400 x 20	790	140.0	143.6	147.2	153.9	160.9	168.0	3.48	16.00	2371.6	213.3	31.62	385.0	115.5	6.16	0.533
300 x 25	800	132.2	135.8	139.4	146.0	153.1	160.1	3.10	15.00	2252.3	112.5	16.89	387.5	86.6	5.81	0.375
350 x 25	800	151.8	155.4	159.0	165.6	172.7	179.8	3.30	17.50	2627.7	178.6	26.82	387.5	101.0	6.78	0.510
400 x 25	800	171.4	175.0	178.6	185.3	192.3	199.4	3.50	20.00	3003.1	266.7	40.04	387.5	115.5	7.75	0.667
450 x 25	800	191.0	194.6	198.2	204.9	212.0	219.0	3.70	22.50	3378.5	379.7	57.01	387.5	129.9	8.72	0.844

Výška stojiny $h_w = 1000$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_{\omega}$ [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
200 x 12	1024	56.9	61.7	66.5	75.4	84.8	94.2	3.25	4.80	1229	16.0	4.10	506.0	57.7	2.43	0.080
220 x 12	1024	60.6	65.4	70.2	79.1	88.5	98.0	3.33	5.28	1352	21.3	5.45	506.0	63.5	2.67	0.097
250 x 12	1024	66.3	71.1	75.9	84.8	94.2	103.6	3.45	6.00	1536	31.3	8.00	506.0	72.2	3.04	0.125
300 x 12	1024	75.7	80.5	85.3	94.2	103.6	113.0	3.65	7.20	1843	54.0	13.83	506.0	86.6	3.64	0.180
220 x 15	1030	71.0	75.8	80.6	89.5	98.9	108.3	3.34	6.60	1700	26.6	6.86	507.5	63.5	3.35	0.121
250 x 15	1030	78.1	82.9	87.7	96.6	106.0	115.4	3.46	7.50	1932	39.1	10.06	507.5	72.2	3.81	0.156
300 x 15	1030	89.9	94.7	99.5	108.3	117.8	127.2	3.66	9.00	2318	67.5	17.39	507.5	86.6	4.57	0.225
350 x 15	1030	101.6	106.4	111.2	120.1	129.5	138.9	3.86	10.50	2704	107.2	27.61	507.5	101.0	5.33	0.306
250 x 20	1040	97.7	102.5	107.3	116.2	125.6	135.0	3.48	10.00	2601	52.1	13.55	510.0	72.2	5.10	0.208
300 x 20	1040	113.4	118.2	123.0	131.9	141.3	150.7	3.68	12.00	3121	90.0	23.41	510.0	86.6	6.12	0.300
350 x 20	1040	129.1	133.9	138.7	147.6	157.0	166.4	3.88	14.00	3641	142.9	37.17	510.0	101.0	7.14	0.408
400 x 20	1040	144.8	149.6	154.4	163.3	172.7	182.1	4.08	16.00	4162	213.3	55.49	510.0	115.5	8.16	0.533
300 x 25	1050	137.0	141.8	146.6	155.4	164.9	174.3	3.70	15.00	3940	112.5	29.55	512.5	86.6	7.69	0.375
350 x 25	1050	156.6	161.4	166.2	175.1	184.5	193.9	3.90	17.50	4596	178.6	46.92	512.5	101.0	8.97	0.510
400 x 25	1050	176.2	181.0	185.8	194.7	204.1	213.5	4.10	20.00	5253	266.7	70.04	512.5	115.5	10.25	0.667
450 x 25	1050	195.8	200.6	205.4	214.3	223.7	233.1	4.30	22.50	5910	379.7	99.73	512.5	129.9	11.53	0.844

Výška stojiny $h_w = 1250$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_{\omega}$ [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{z,el}$ [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
200 x 12	1274		67.7	73.7	84.8	96.6	108.3	3.85	4.80	1911	16.0	6.37	631.0	57.7	3.03	0.080
220 x 12	1274		71.4	77.4	88.5	100.3	112.1	3.93	5.28	2102	21.3	8.48	631.0	63.5	3.33	0.097
250 x 12	1274		77.1	83.1	94.2	106.0	117.8	4.05	6.00	2389	31.3	12.44	631.0	72.2	3.79	0.125
300 x 12	1274		86.5	92.5	103.6	115.4	127.2	4.25	7.20	2867	54.0	21.50	631.0	86.6	4.54	0.180
220 x 15	1280		81.8	87.8	98.9	110.7	122.5	3.94	6.60	2640	26.6	10.65	632.5	63.5	4.17	0.121
250 x 15	1280		88.9	94.9	106.0	117.8	129.5	4.06	7.50	3000	39.1	15.63	632.5	72.2	4.74	0.156
300 x 15	1280		100.7	106.7	117.8	129.5	141.3	4.26	9.00	3601	67.5	27.00	632.5	86.6	5.69	0.225
350 x 15	1280		112.4	118.4	129.5	141.3	153.1	4.46	10.50	4201	107.2	42.88	632.5	101.0	6.64	0.306
250 x 20	1290		108.5	114.5	125.6	137.4	149.2	4.08	10.00	4032	52.1	21.00	635.0	72.2	6.35	0.208
300 x 20	1290		124.2	130.2	141.3	153.1	164.9	4.28	12.00	4839	90.0	36.29	635.0	86.6	7.62	0.300
350 x 20	1290		139.9	145.9	157.0	168.8	180.6	4.48	14.00	5645	142.9	57.63	635.0	101.0	8.89	0.408
400 x 20	1290		155.6	161.6	172.7	184.5	196.3	4.68	16.00	6452	213.3	86.02	635.0	115.5	10.16	0.533
300 x 25	1300		147.8	153.8	164.9	176.6	188.4	4.30	15.00	6096	112.5	45.72	637.5	86.6	9.56	0.375
350 x 25	1300		167.4	173.4	184.5	196.3	208.0	4.50	17.50	7112	178.6	72.60	637.5	101.0	11.16	0.510
400 x 25	1300		187.0	193.0	204.1	215.9	227.7	4.70	20.00	8128	266.7	108.4	637.5	115.5	12.75	0.667
450 x 25	1300		206.6	212.6	223.7	235.5	247.3	4.90	22.50	9144	379.7	154.3	637.5	129.9	14.34	0.844
350 x 30	1310		194.9	200.9	212.0	223.7	235.5	4.52	21.00	8602	214.4	87.81	640.0	101.0	13.44	0.613
400 x 30	1310		218.4	224.4	235.5	247.3	259.1	4.72	24.00	9830	320.0	131.1	640.0	115.5	15.36	0.800
450 x 30	1310		242.0	248.0	259.1	270.8	282.6	4.92	27.00	11059	455.6	186.6	640.0	129.9	17.28	1.013



Výška stojiny $h_w = 1500$ [mm]																
Pásnice $b_f \times t_f$ [mm]	Výška prof. [mm]	Hmotnost profilu [kg/m]						Plocha povrch [m <sup>2</sup> /m]	$A_f$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_\omega$ [mm <sup>6</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]	$W_y$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [mm <sup>3</sup> ]
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF									
200 x 12	1524		73.7	80.9	94.2	108.3	122.5	4.45	4.80	2743	16.0	9.14	756.0	57.7	3.63	0.080
220 x 12	1524		77.4	84.6	98.0	112.1	126.2	4.53	5.28	3018	21.3	12.17	756.0	63.5	3.99	0.097
250 x 12	1524		83.1	90.3	103.6	117.8	131.9	4.65	6.00	3429	31.3	17.86	756.0	72.2	4.54	0.125
300 x 12	1524		92.5	99.7	113.0	127.2	141.3	4.85	7.20	4115	54.0	30.86	756.0	86.6	5.44	0.180
220 x 15	1530		87.8	95.0	108.3	122.5	136.6	4.54	6.60	3787	26.6	15.27	757.5	63.5	5.00	0.121
250 x 15	1530		94.9	102.1	115.4	129.5	143.7	4.66	7.50	4304	39.1	22.41	757.5	72.2	5.68	0.156
300 x 15	1530		106.7	113.9	127.2	141.3	155.4	4.86	9.00	5164	67.5	38.73	757.5	86.6	6.82	0.225
350 x 15	1530		118.4	125.6	138.9	153.1	167.2	5.06	10.50	6025	107.2	61.50	757.5	101.0	7.95	0.306
250 x 20	1540		114.5	121.7	135.0	149.2	163.3	4.68	10.00	5776	52.1	30.08	760.0	72.2	7.60	0.208
300 x 20	1540		130.2	137.4	150.7	164.9	179.0	4.88	12.00	6931	90.0	51.98	760.0	86.6	9.12	0.300
350 x 20	1540		145.9	153.1	166.4	180.6	194.7	5.08	14.00	8086	142.9	82.55	760.0	101.0	10.64	0.408
400 x 20	1540		161.6	168.8	182.1	196.3	210.4	5.28	16.00	9242	213.3	123.2	760.0	115.5	12.16	0.533
300 x 25	1550		153.8	161.0	174.3	188.4	202.5	4.90	15.00	8721	112.5	65.41	762.5	86.6	11.44	0.375
350 x 25	1550		173.4	180.6	193.9	208.0	222.2	5.10	17.50	10175	178.6	103.9	762.5	101.0	13.34	0.510
400 x 25	1550		193.0	200.2	213.5	227.7	241.8	5.30	20.00	11628	266.7	155.0	762.5	115.5	15.25	0.667
450 x 25	1550		212.6	219.8	233.1	247.3	261.4	5.50	22.50	13082	379.7	220.8	762.5	129.9	17.16	0.844
350 x 30	1560		200.9	208.1	221.4	235.5	249.6	5.12	21.00	12290	214.4	125.5	765.0	101.0	16.07	0.613
400 x 30	1560		224.4	231.6	244.9	259.1	273.2	5.32	24.00	14045	320.0	187.3	765.0	115.5	18.36	0.800
450 x 30	1560		248.0	255.2	268.5	282.6	296.7	5.52	27.00	15801	455.6	266.6	765.0	129.9	20.66	1.013

$A_f$  účinná plocha průřezu (plocha pásnic)

$I_y, I_z$  momenty setrvačnosti k osám  $y, z$

$I_\omega$  výsečový moment setrvačnosti

$i_y, i_z$  poloměry setrvačnosti k osám  $y, z$

$W_y, W_z$  průřezový modul k osám  $y, z$

Tab. 2.1 - Průřezové charakteristiky symetrických WT profilů

### 2.3. Smyková únosnost stojiny

Smyková únosnost stojiny je stanovena s ohledem na lokální a globální boulení. Posouzení je provedeno dle [4], kde v Národní příloze je přímo konstatováno, že pro standardně vyráběné WT profily se stojinami z oceli S235 až do výšky stojiny 1500 mm není nutné boulení uvažovat. Pro stojinu z oceli S355 výšky 1250 a 1500 mm se boulení uplatní. Smyková únosnost stojiny je následující:

$$V_{Rd} = 0,58 k_{t,g} f_{yw} h_w t_w / \gamma_{M0}$$

$V_{Rd}$  návrhová hodnota smykové únosnosti stojiny

$h_w, t_w$  výška a tloušťka stojiny

$f_{yw}$  mez kluzu materiálu stojiny

$k_{t,g}$  součinitel boulení při namáhání smykem, hodnoty dle [4]

Stojina $h_w$ [mm]	Ocel stojiny	Smyková únosnost stojiny $V_{z,Rd}$ [kN], $\gamma_M = 1.00$					
		WTA	WTB	WTC	WTD	WTE	WTF
333	S235	90.4	113.0	135.5	180.7	225.9	271.1
500		135.7	169.6	203.5	271.4	339.2	407.0
625		169.6	212.0	254.4	339.2	424.0	508.8
750		203.5	254.4	305.3	407.0	508.8	610.5
1000		271.4	339.2	407.0	542.7	678.4	814.1
1250			424.0	508.8	678.4	848.0	1017.6
1500			508.8	610.5	814.1	1017.6	1221.1
333	S355	136.5	170.6	204.8	273.0	341.3	409.5
500		205.0	256.2	307.4	409.9	512.4	614.9
625		256.2	320.2	384.3	512.4	640.5	768.6
750		307.4	384.3	461.2	614.9	768.6	922.3
1000		409.9	512.4	614.9	819.8	1024.8	1229.8
1250			619.3	768.6	1024.8	1281.0	1537.2
1500			572.5	796.1	1229.8	1537.2	1844.6

Tab. 2.2 – Smyková únosnost stojiny

## 2.4 Únosnost na příčné síly

Únosnost stojiny při zatížení příčnými vnějšími silami působícími přes pásnici se posuzuje dle následujících vzorců:

$$F_{Ed} \leq F_{Rd}$$

$$F_{Rd} = L_{eff} t_w f_{yw} / \gamma_{M1}$$

$$L_{eff} = s_s + 5t_f$$

Hodnota  $L_{eff}$  je konzervativně stanovena dle [9] resp. [10]. Únosnosti dle zkoušek popsanych v [11] a [12] jsou vyšší, zkoušky však byly prováděny pro specifické zatížení kolejnic jeřábové dráhy. Interakce únosnosti na příčné síly s osovou únosností pásnic resp. smykovou únosností stojiny se provádí dle následujících vzorců:

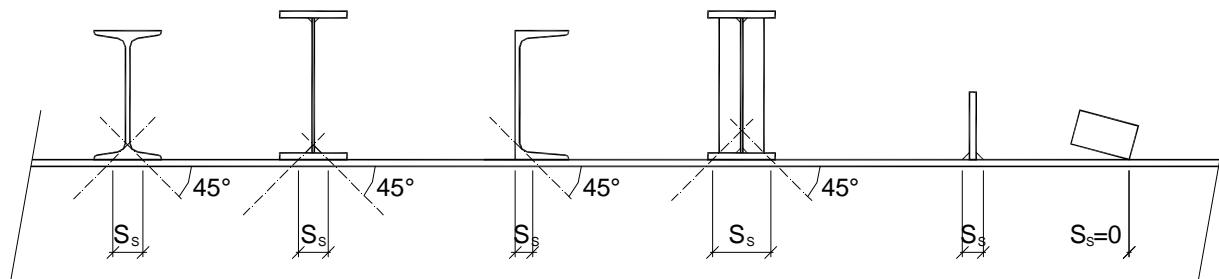
$$(F_{Ed} / F_{Rd})^{1,25} + (V_{z,Ed} / V_{z,Rd})^{1,25} \leq 1$$

$$(F_{Ed} / F_{Rd})^{1,25} + (M_{y,Ed} / M_{y,c,Rd} + N_{Ed} / N_{c,Rd})^{1,25} \leq 1$$
 - únosnost pásnice zatížené příčnou silou

V tabulce č. 2.3 jsou uvedeny minimální hodnoty únosnosti stojiny na příčné síly v závislosti na roznášecí délce  $s_s$  a tloušťce pásnice. Způsob stanovení roznášecí délky  $s_s$  je na obrázku 2.2.

Roznášecí délka $s_s$ [mm]	Tloušťka pásnice $t_f$ [mm]	Únosnost na příčné síly $F_{Rd}$ [kN], $\gamma_M = 1.00$					
		Ocel stojiny S235			Ocel stojiny S355		
		WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC
0	8	18.8	23.5	28.2	28.4	35.5	42.6
	10	23.5	29.4	35.3	35.5	44.4	53.3
	12	28.2	35.3	42.3	42.6	53.3	63.9
	15	35.3	44.1	52.9	53.3	66.6	79.9
	20	47.0	58.8	70.5	71.0	88.8	106.5
	25	58.8	73.4	88.1	88.8	110.9	133.1
20	8	28.2	35.3	42.3	42.6	53.3	63.9
	10	32.9	41.1	49.4	49.7	62.1	74.6
	12	37.6	47.0	56.4	56.8	71.0	85.2
	15	44.7	55.8	67.0	67.5	84.3	101.2
	20	56.4	70.5	84.6	85.2	106.5	127.8
	25	68.2	85.2	102.2	103.0	128.7	154.4
40	8	37.6	47.0	56.4	56.8	71.0	85.2
	10	42.3	52.9	63.5	63.9	79.9	95.9
	12	47.0	58.8	70.5	71.0	88.8	106.5
	15	54.1	67.6	81.1	81.7	102.1	122.5
	20	65.8	82.3	98.7	99.4	124.3	149.1
	25	77.6	96.9	116.3	117.2	146.4	175.7
60	8	47.0	58.8	70.5	71.0	88.8	106.5
	10	51.7	64.6	77.6	78.1	97.6	117.2
	12	56.4	70.5	84.6	85.2	106.5	127.8
	15	63.5	79.3	95.2	95.9	119.8	143.8
	20	75.2	94.0	112.8	113.6	142.0	170.4
	25	87.0	108.7	130.4	131.4	164.2	197.0
30	25	87.0	108.7	130.4	131.4	164.2	197.0
	30	98.7	123.4	148.1	149.1	186.4	223.7

Tab. 2.3 – Únosnost stojiny na příčné síly



Obr. 2.2 - Roznášecí délky pod lokálním břemenem

## **2.5 Posouzení detailů a přípojů**

Detaily jednotlivých prvků ocelové konstrukce, které byly navrženy s použitím WT profilů, se navrhnou obdobně jako detaily klasických svařovaných I profilů. Při návrhu je nutné brát v úvahu základní předpoklad návrhu WT profilů, že všem složkám vnitřních sil s výjimkou posouvající síly  $V_{z,Sd}$  vzdorují pásnice a pouze posouvající síle  $V_{z,Sd}$  vzdoruje vlnitá stojina.

Pro montážní styky, které jsou řešené pomocí příložek, je rozdělení sil jednoznačné. Příložky tažené pásnice přenášejí tah pásnice, příložky tlačené pásnice přenášejí tlak pásnice. Alternativně se přípoj tlačené oblasti řeší kontaktním stykem. Přenos smykové síly vlnité stojiny je proveden čelními deskami. Pro přípoje se používají běžné šrouby namáhány ve stříhu a otláčení nebo VP šrouby pro přenos sil kolmých na drák šroubu třením ve stykové ploše příložky a spojovaného prvku.

Pro montážní styk, který je řešen pomocí čelní desky a VP šroubů pro přenos všech složek vnitřních sil, je nutné vzít v úvahu skutečnost, že osově síly a ohybové momenty jsou přenášeny pouze pásnicemi. Vlnitou stojinu nelze považovat za dostatečnou oporu čelní desky namáhané tahem šroubů. Vzhledem k této skutečnosti a ke způsobu rozdělení vnitřních sil v průřezu se tahová síla pásnice přisuzuje skupině šroubů u tažené pásnice a ekvivalentní průřez "T" čelní desky se stanoví dle vzorců pro šrouby vně tažené pásnice. Smykovou sílu lze potom přisoudit skupině šroubů ve stojině. Sílu tlačené pásnice lze přenést kontaktním stykem.

Kotvení sloupů může být řešeno jako kloub nebo vetknutí. V případě kloubového uložení se provede zesílení patního plechu šikmými vzpěrami, které jsou ukončeny vodorovným plechem propojujícím pásnice. Druhou alternativou kloubového styku je nahrazení patního plechu vevařeným profilem např. HEB nebo HEA.

Vetknutí je řešeno buď klasickou patkou nebo zasunutím sloupu do hnízda. V případě klasické patky se detail řeší tak, že se WT profil přivaří k vlastní patce, která je vytvořena buď přivařeným profilem HEB resp. HEA nebo klasickým svařencem patního plechu a výztuh. V případě vetknutí do hnízda je nutné provést dostatečné smykové vyztužení spodní části WT profilu.

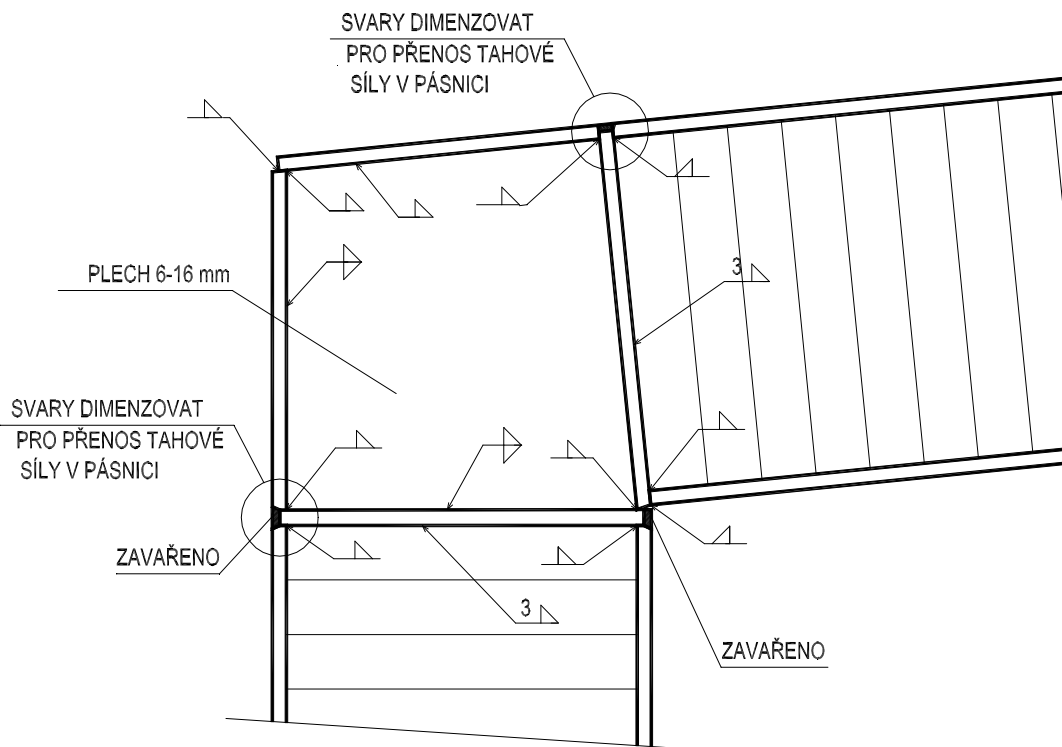
V místech extrémního smykového namáhání například v rámových rozích lze vlnitou stojinu nahradit stěnou ze silnějšího rovného plechu. V případě připojení konzol jeřábových drah nebo jiných připojení s velkým smykovým namáháním, je nutné vyztužit vlnitou stojinu. Vyztužení se navrhuje vevařenými výztuhami nebo rovným plechem.

Typické detaily jsou obsahem kapitoly č. 3 této příručky. Jedná se pouze o několik obvyklých způsobů řešení určitých detailů s ohledem na specifika popisovaného typu průřezu. To však neznamená, že nelze běžné detaily řešit i jiným vhodným způsobem při zachování základních zásad návrhu WT profilu.

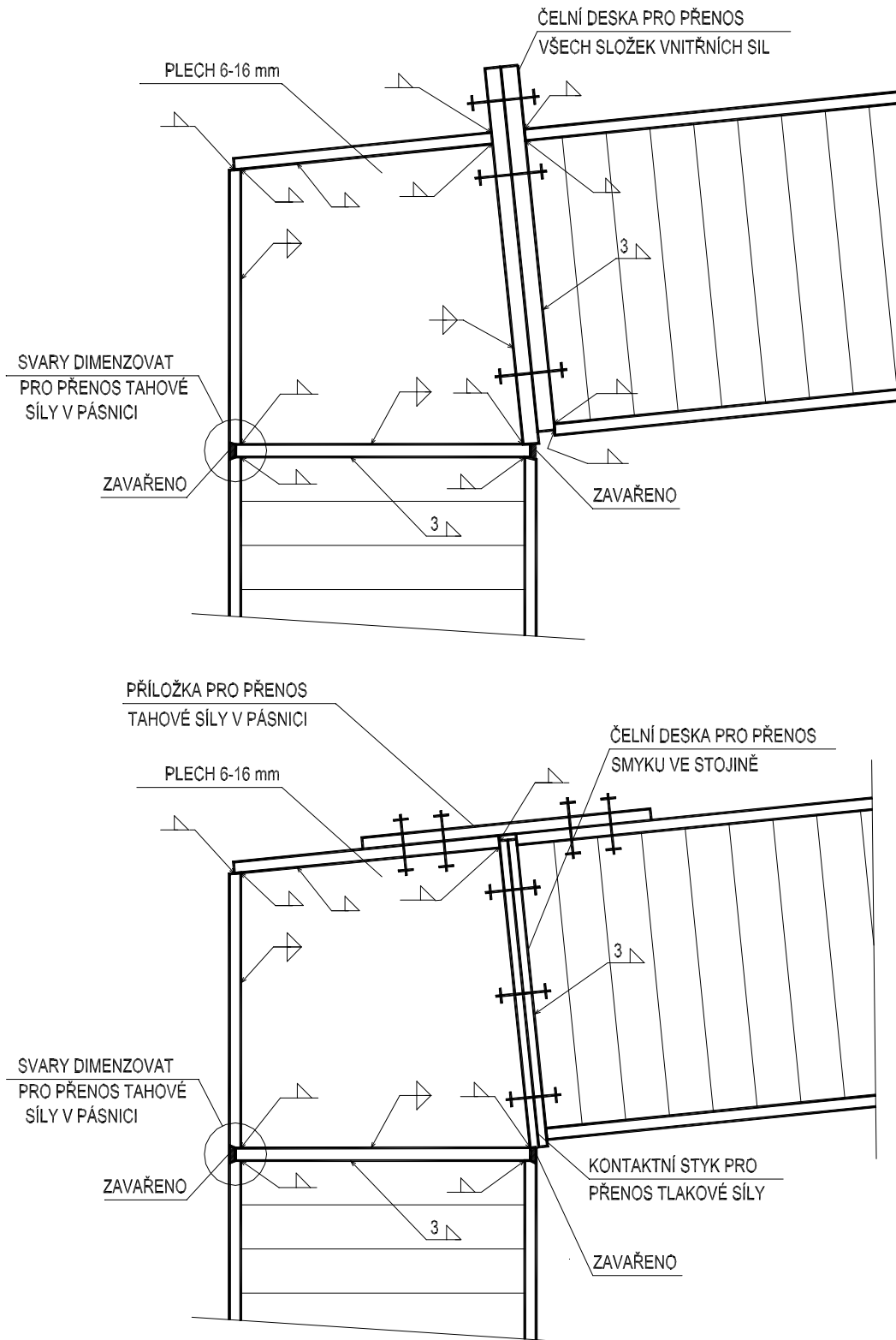
### **3 VZOROVÉ DETAILS**

#### **3.1 Rámový roh**

Na následujících obrázcích je několik možných způsobů řešení rámových rohů mezi rámovou příčlípí z WT profilu a sloupem. Sloup může být z WT profilu, válcovaného profilu nebo z klasického svařovaného I profilu. Na obrázku 3.1 je řešení svařovaného momentového styku. Na obrázku 3.2 je variantní řešení šroubovaného momentového styku v rámovém rohu, styk s čelní deskou nebo s příložkami. V obou případech je oblast zvýšeného smykového namáhání v rámovém rohu řešena segmentem z rovného plechu.



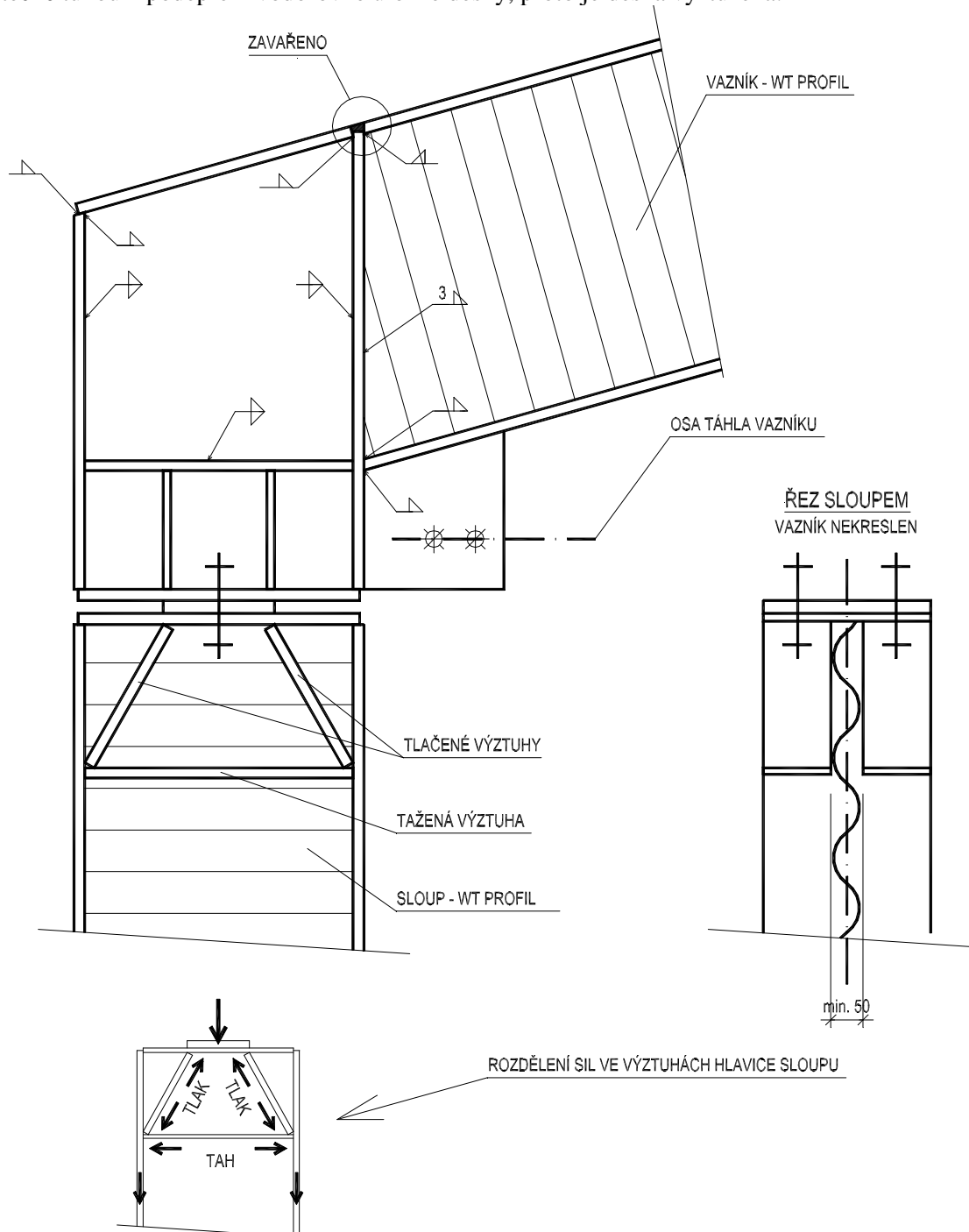
*Obr. 3.1 - Svařovaný momentový styk v rámovém rohu*



Obr. 3.2 - Šroubovaný momentový styk v rámovém rohu

### 3.2 Kloubový styk vazníku s táhlem a sloupem

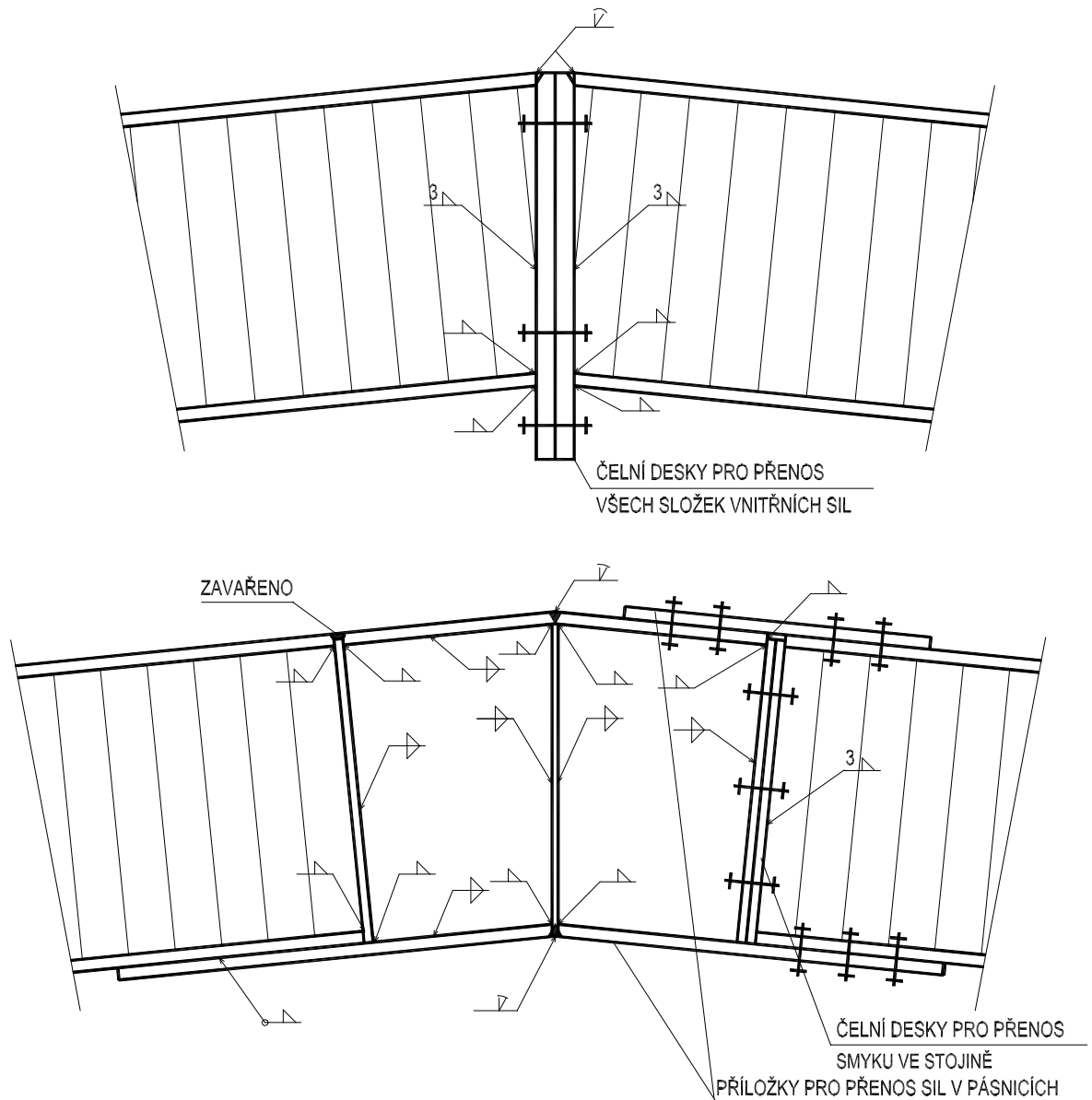
Na obrázku 3.3 je možný způsob řešení kloubového připojení vazníku z WT profilu s táhlem ke sloupu. Oblast zvýšeného smykového namáhání v místě připojení táhla je řešena segmentem z rovného plechu. Hlavice sloupu je vyztužena pro přenos lokální reakce vazníku do pásnic sloupu z WT profilu. Šikmé výztuhy jsou namáhány vzpěrným tlakem, vodorovná výztuha tahem. Vlnitá stojina není považována za dostatečně tuhou k podepření vodorovné úložné desky, proto je deska vyztužena.



Obr. 3.3 - Kloubový styk vazníku s táhlem a sloupem

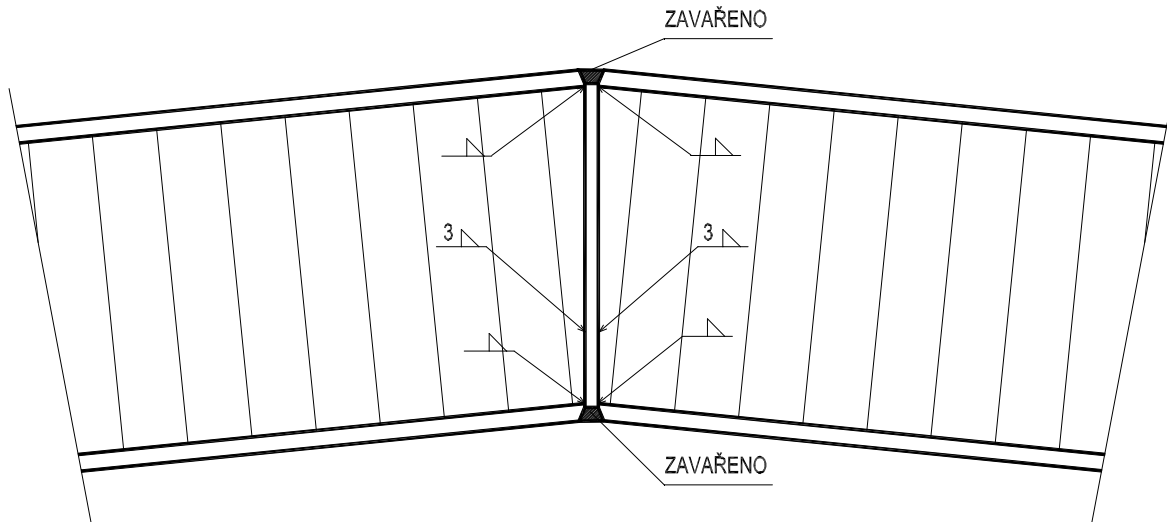
### 3.3 Vrchol vazníku

Na následujícím obrázku 3.4 jsou dva běžné způsoby řešení šroubovaného styku vrcholu sedlového vazníku resp. rámové příčle a na obrázku 3.5 je běžný svařovaný styk vrcholu vazníku. Ve vrcholu lze vlnitou stojinu případně nahradit silnějším rovným plechem. Vždy platí zásada, že vlnitá stojina je ukončena čelní deskou.



Obr. 3.4 - Šroubovaný styk vrcholu vazníku

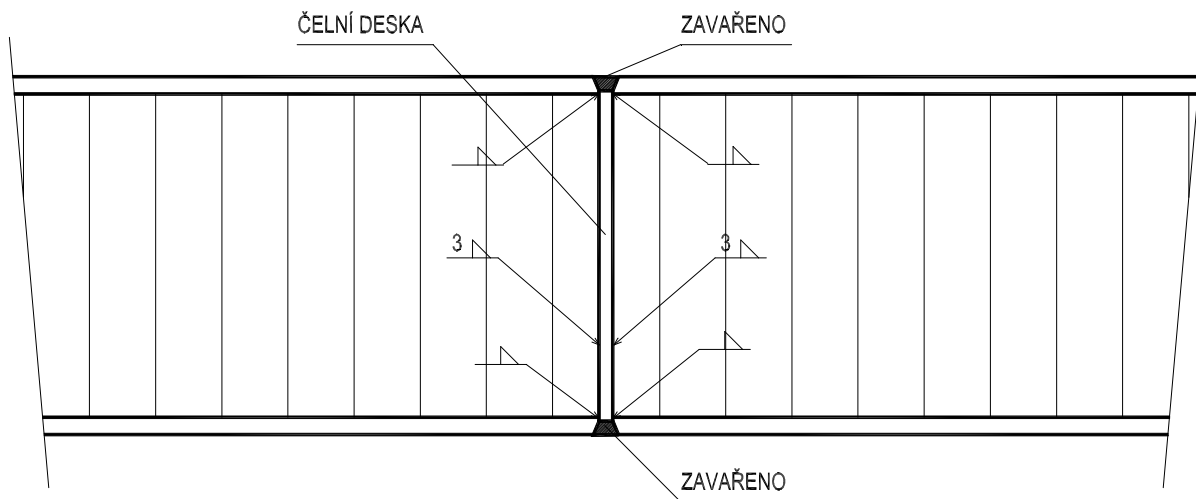




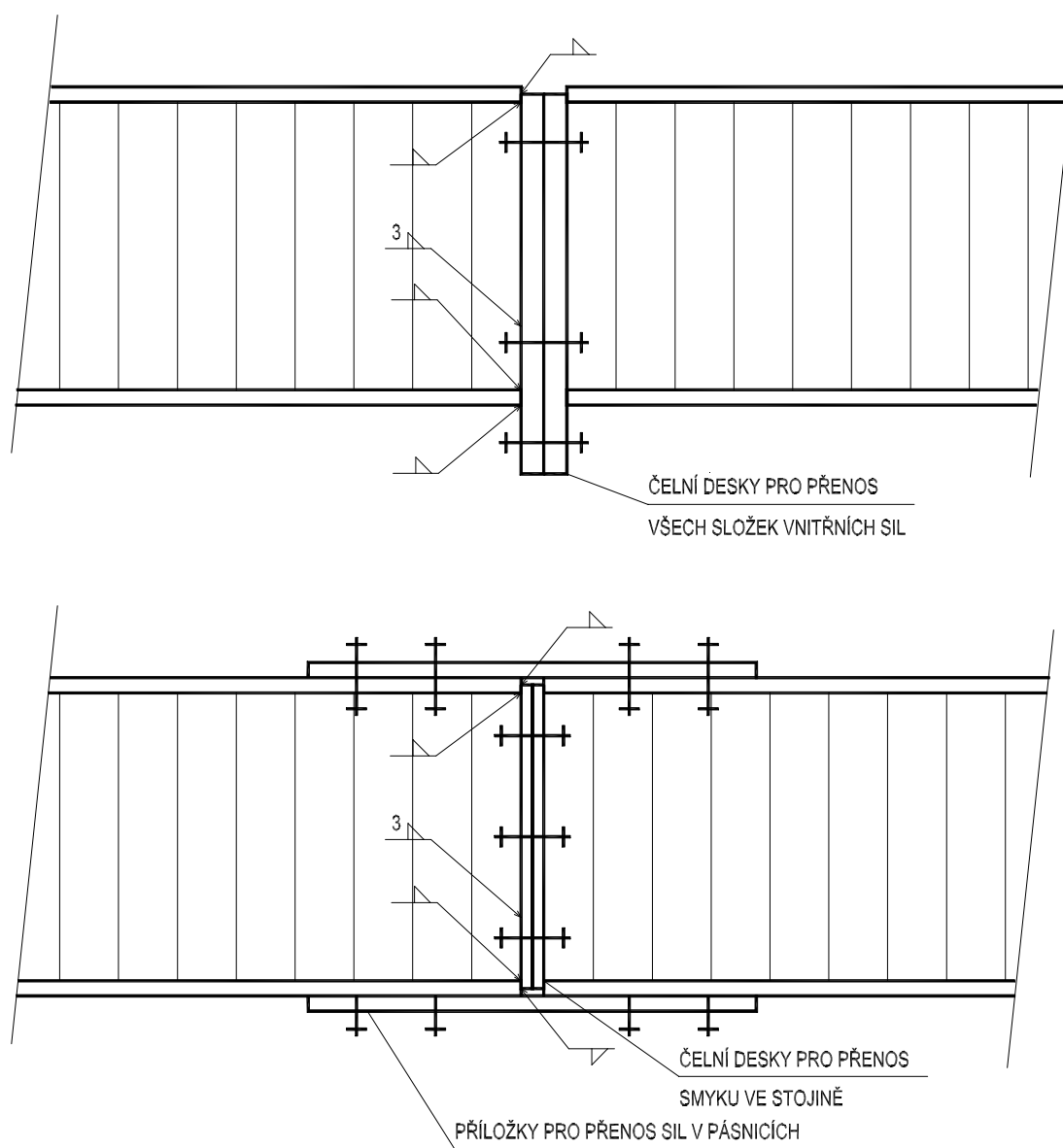
Obr. 3.5 - Svařovaný styk vrcholu vazníku

### **3.4 Montážní styk**

Montážní styk může být šroubovaný nebo svařovaný. Lze stykovat i profily s nestejnými pásnicemi, např. pokud navrhne rámovou příčli u rámových rohů se silnějšími pásnicemi a ve střední méně namáhané části s pásnicemi slabšími. Konstrukční zásady jsou obdobné jako pro vrchol vazníku.



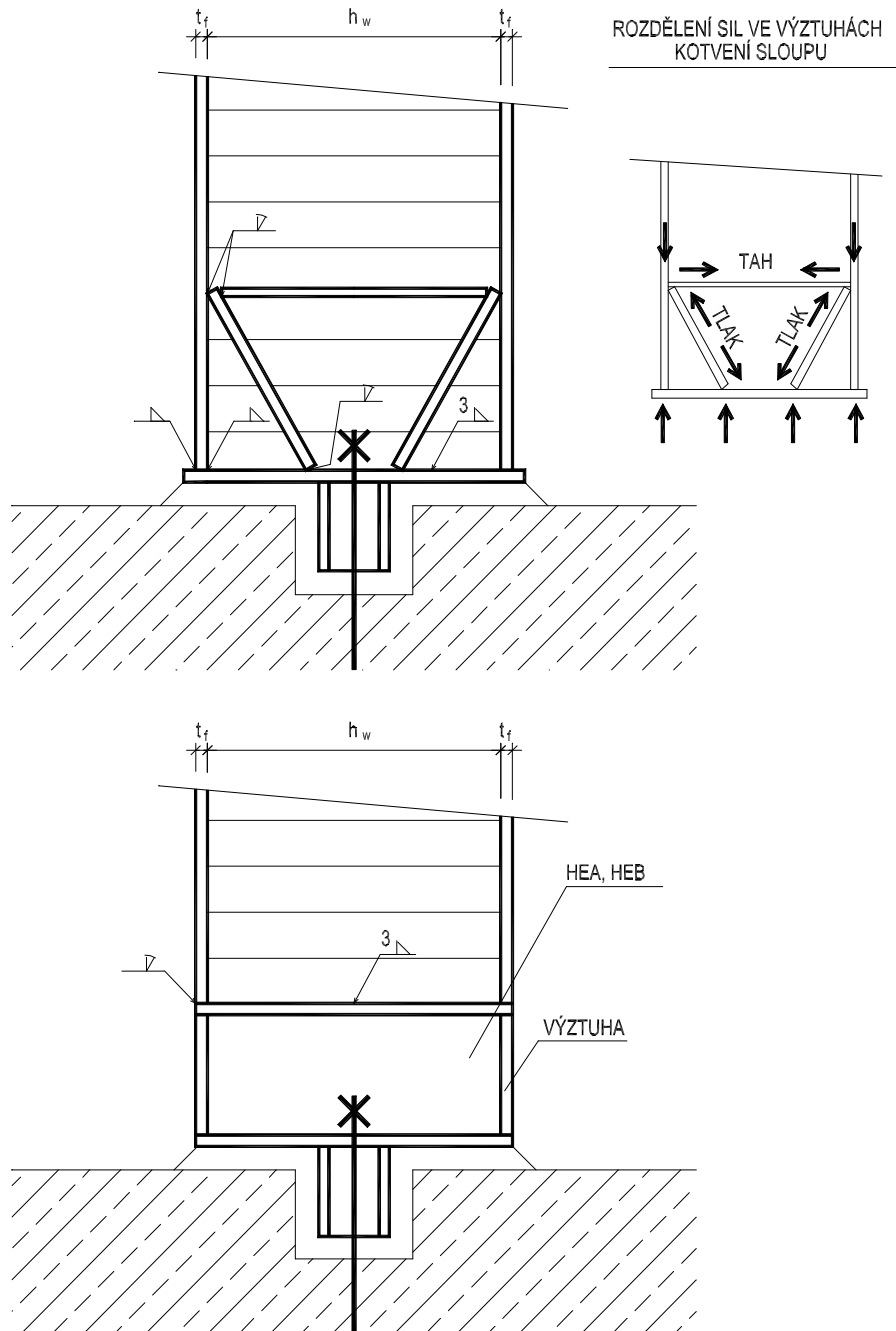
Obr. 3.6 - Svařovaný styk WT profilů



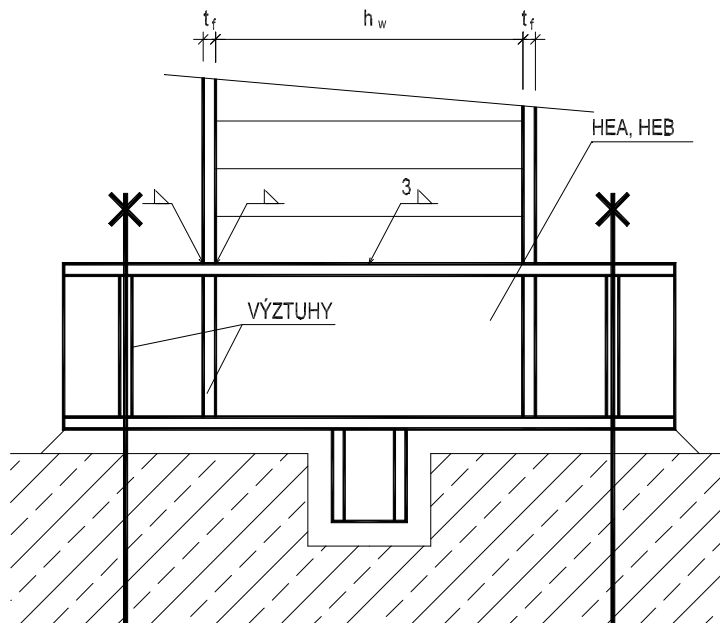
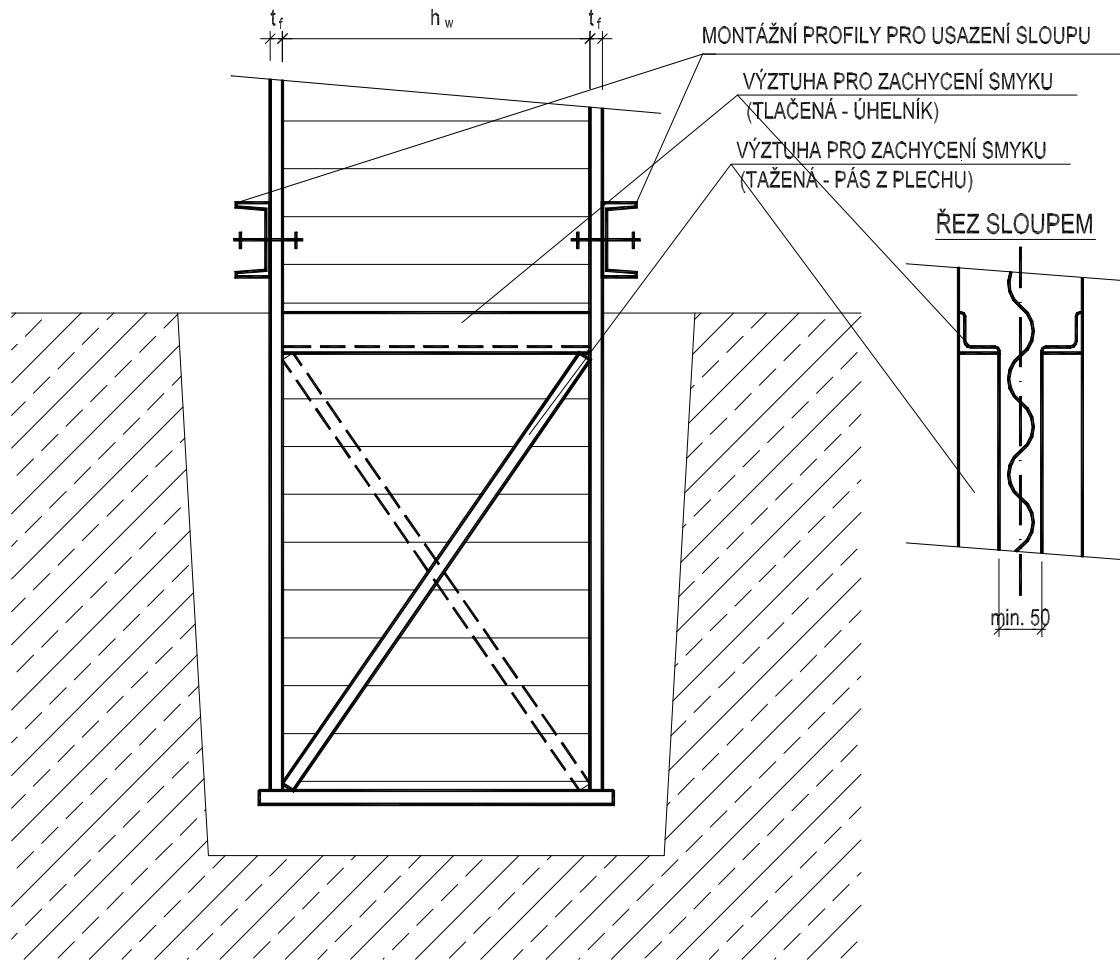
Obr. 3.7 - Šroubovaný styk WT profilů

### 3.5 Kotvení sloupu

Na obrázku 3.8 jsou obvyklé způsoby řešení kloubového kotvení. V případě šikmých výztuh patního plechu je nutné tyto výztuhy dimenzovat na vzpěrný tlak. Na obrázku 3.9 jsou obvyklé způsoby kotvení pro vetknuté sloupy. V případě vetknutí sloupu zabetonováním dřívku do hnízda je nutné posoudit zvýšené smykové namáhání. Proto je zabetonovaná část vyztužena diagonálami, tažené diagonály mohou být z plechu a tlačena vzpěra z úhelníku. Pro rektifikaci při montáži a fixaci dřívku před zatvrdnutím zálivky se užívá jednoduché montážní kotvení. Při kotvení klasickou vetknutou patkou z válcovaného profilu nebo svařenou z plechů se WT profil k patce přivaří.



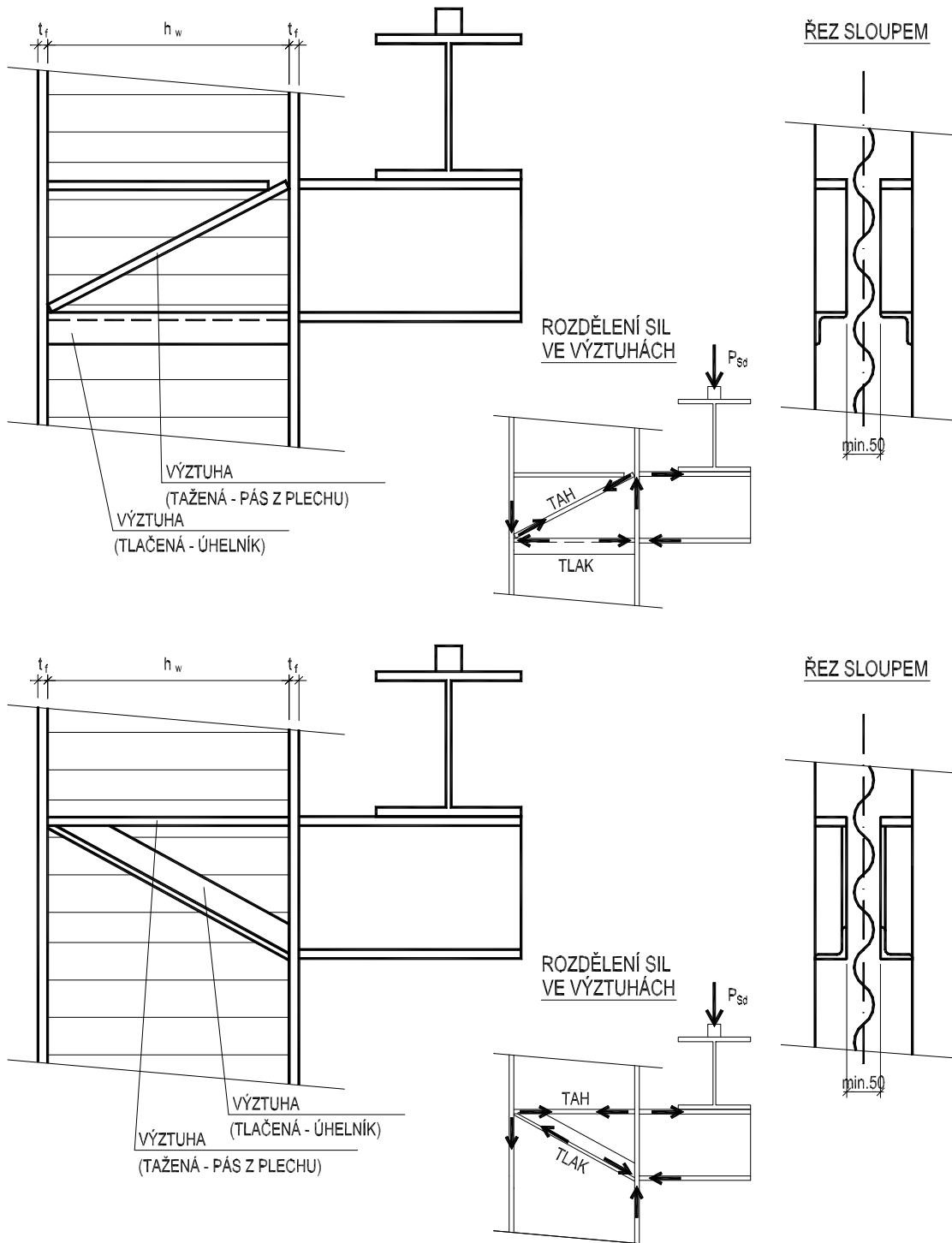
Obr. 3.8 - Kloubové kotvení sloupu



Obr.3.9 - Vetknutí sloupu

### 3.6 Připojení konzol jeřábové dráhy

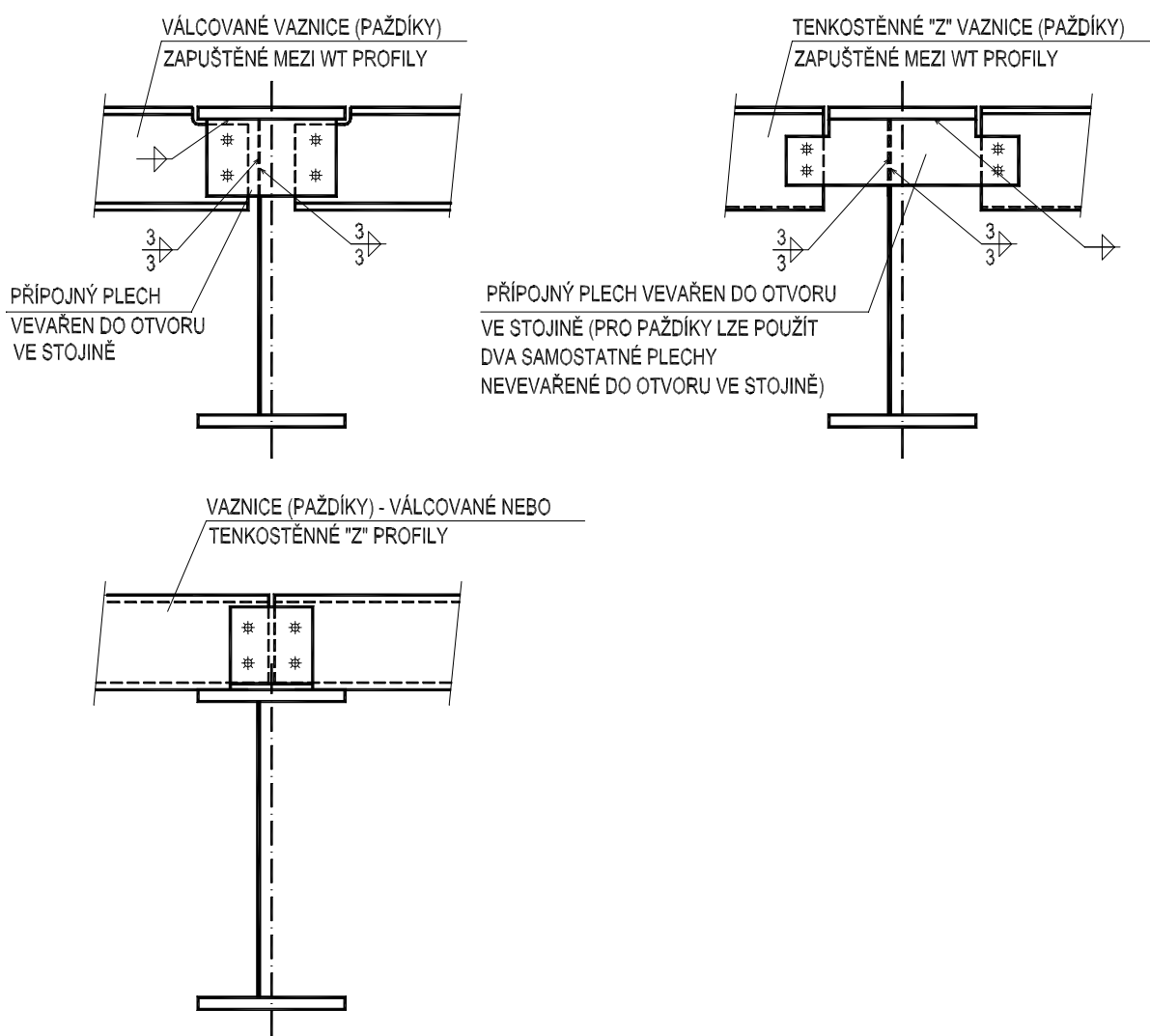
Na obrázku 3.10 jsou obvyklé způsoby řešení přípoje konzol jeřábové dráhy. Z důvodu zvýšeného smykového namáhání v místě přípoje je WT profil vyztužen systémem vzpěr a diagonál. Výztuhy nejsou připojeny k vlnité stojině a tlačené výztuhy je nutné posuzovat na vzpěrný tlak. Tento způsob zesílení v místě zvýšeného namáhání smykem se použije i pro jiné typy připojení prvků k WT profilu, ne pouze pro konzolu jeřábové dráhy.



Obr. 3.10 - Připojení konzol jeřábové dráhy

### 3.7 Připojení vaznic a paždíků

Připoje vaznic a paždíků se řídí zejména typem připojovaného profilu a jeho polohou k WT profilu. Pokud je profil vaznice a paždíku umístěn vně WT profilu, připojuje se klasický válcovaný profil I, IPE, U apod. běžným způsobem. V případě tenkostěnného Z profilu je přípoj proveden speciálně tvarovanou botkou, podrobnější informace viz dokumentace tenkostěnných Z profilů. Pokud je profil vaznice nebo paždíku umístěn mezi WT profily, připojuje se na přípojný plech, který je vevařen do WT profilu. V případě vaznic se přípojný plech vevaří do otvoru ve stojině, otvor max. do 1/3 výšky stojiny WT profilu. Pro méně namáhané paždíky není nutné plech provařovat; použijí se dva samostatné plechy, které se přivaří pouze k pásnici. V případě použití tenkostěnných Z profilů je nutné přípojný plech vytvarovat s ohledem na specifický tvar Z profilů a šroubový přípoj umístit vně obrysu WT profilu, protože tenkostěnné Z profily se nevyřezávají.

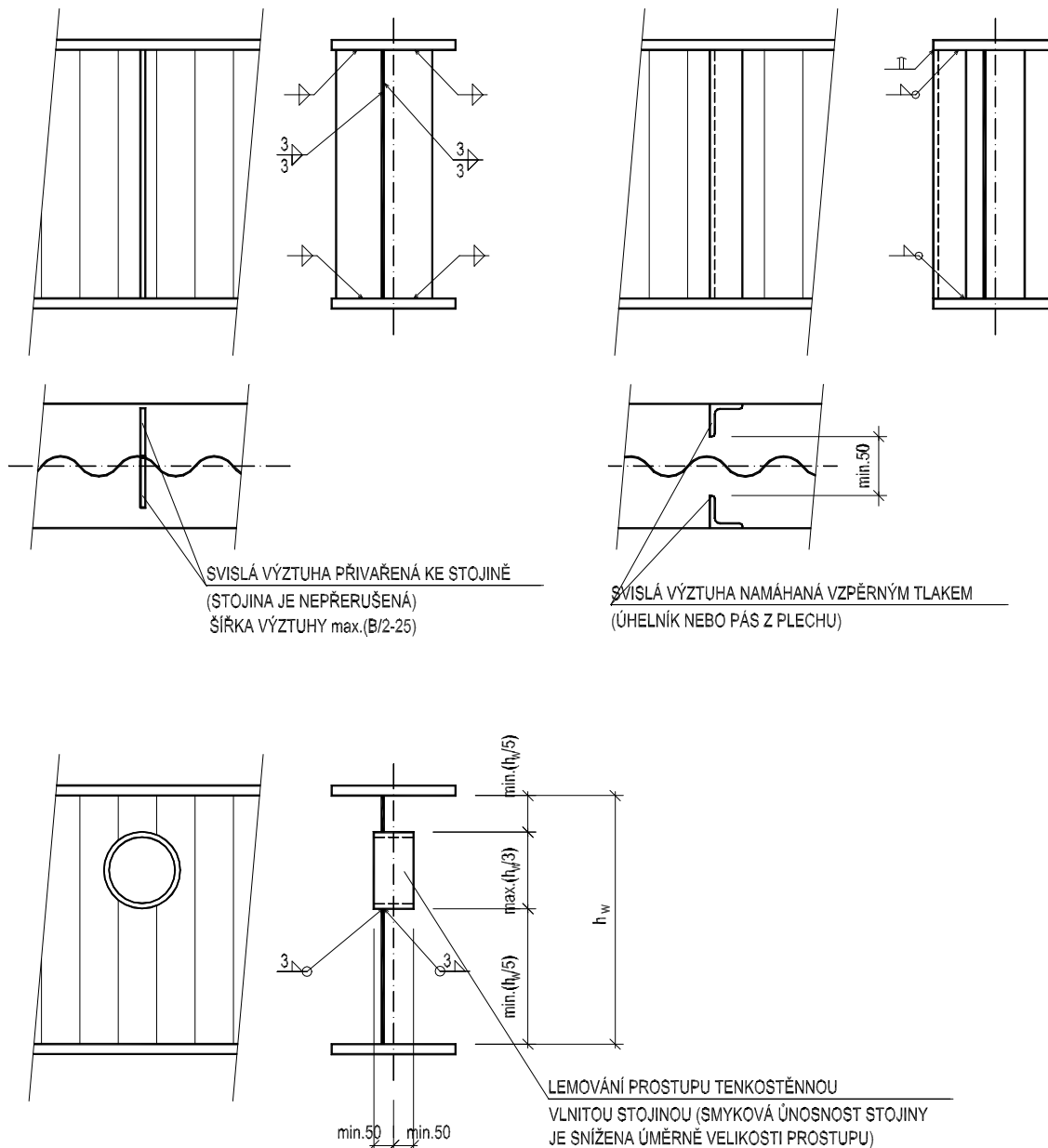


Obr.3.11 - Připojení vaznic a paždíků

### 3.8 Výztuhy stojiny, prostupy stojinou

V místech velkých lokálních břemen se stojina vyztužuje svislou výztuhou. Tuto výztuhu lze provést dvojím způsobem. Prvním způsobem je takové vyztužení, které se z obou stran přivaří ke stojině. V tomto případě je výztuha ve většině případů umístěna nesymetricky k ose profilu, protože nelze přesně stanovit polohu vlny v libovolném místě. Stojina je průběžná a v místě výztuhy se nepřerušuje s výjimkou detailu dle kap. 3.9. Druhým způsobem je provedení výztuh nepřivařených ke stojině. V tomto případě jsou výztuhy umístěny symetricky k ose profilu a je nutné je dimenzovat na vzpěrný tlak, proto se používají např. úhelníky.

Prostupy stojinou jsou možné. Maximální velikost prostupu se doporučuje 1/3 výšky stojiny a umístění alespoň 1/5 výšky stojiny od pásnice. Prostup je nutné vždy olemovat. V místě prostupu je nutné posoudit smykovou únosnost stojiny, která je vzhledem menší účinné výšce menší až o 1/3 úměrně velikosti prostupu. Délka prostupu by neměla být větší než jeho výška.

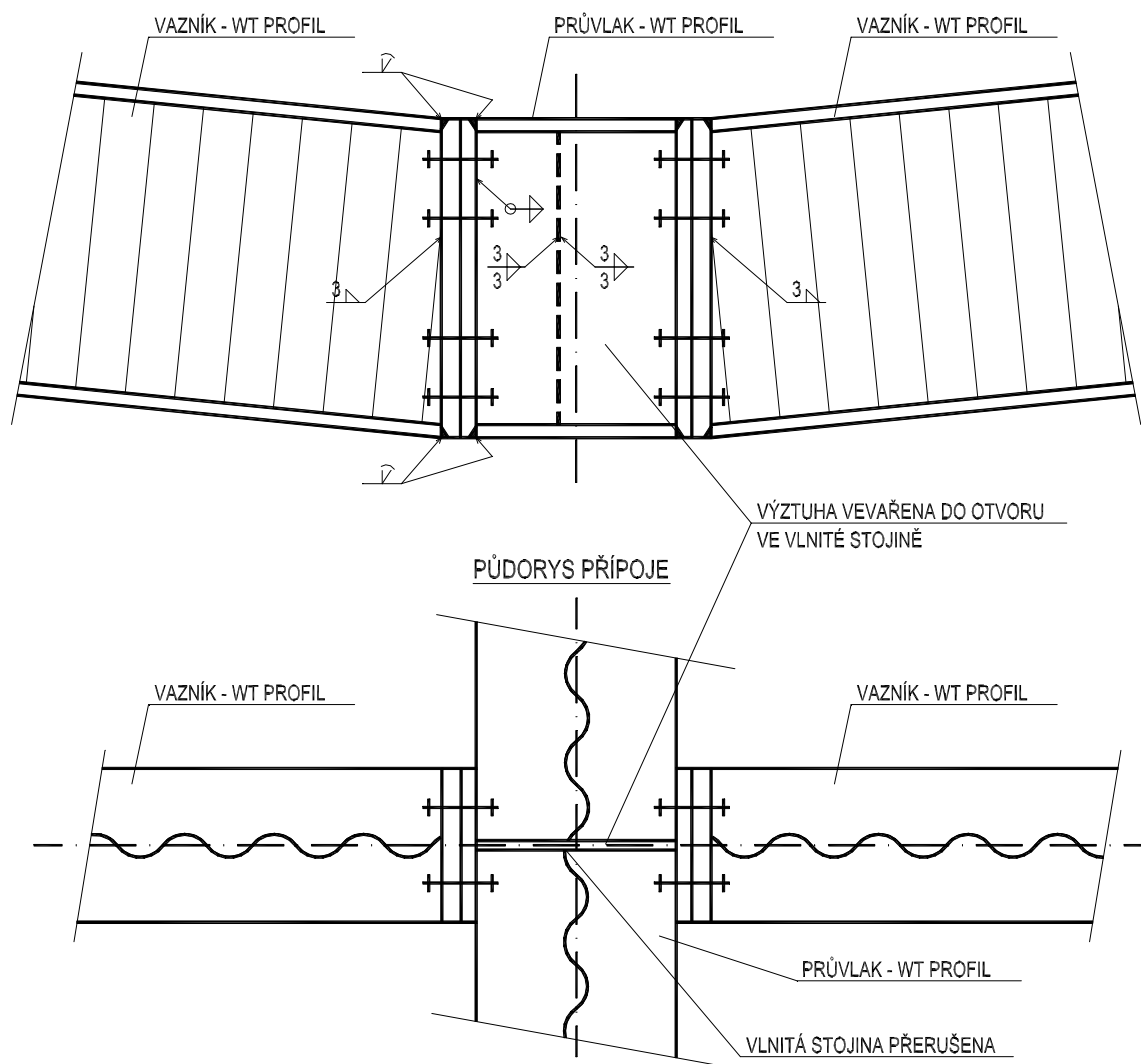


Obr. 3.12 - Svislé výztuhy stojiny, prostupy stojinou



### 3.9 Styk vazníku a průvlastku

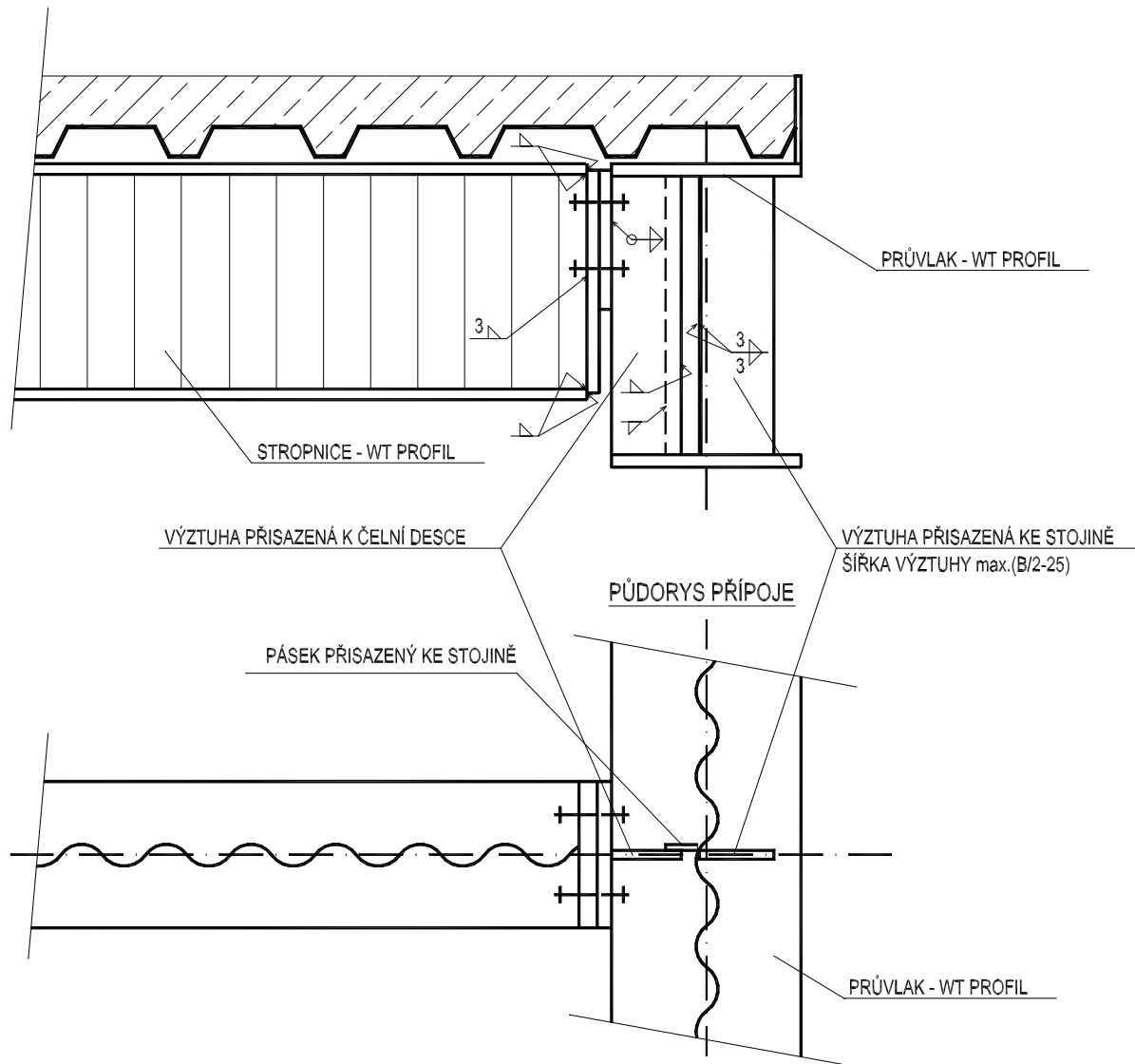
Přípoj vazníku a průvlastku, pokud je horní hrana průvlastku přibližně ve stejné výšce jako vazník, je řešen specifickým způsobem. Styk je řešen pomocí čelních desek a svislá výztuha mezi čelními deskami styku je vevářena do otvoru vlnité stojiny. Zpravidla se vlnitá stojina průvlastku přeruší pouze v jednom místě, předpokládá se pouze jeden styk vazníku s průvlastkem. Při návrhu průvlastku je nutné vzít v úvahu i případné účinky kroucení od excentricity přípoje, zejména pokud styk není navržen jako momentový.



Obr. 3.13 - Styk vazníku a průvlastku

### **3.10 Styk podlahových nosníků**

WT profily jsou používány jako podlahové nosníky a vzhledem k jejich větší tuhosti v poměru k vlastní tíze je možné je použít na větší rozpětí než klasické válcované profily. Na obrázku 3.14 je příklad přípoje podlahového nosníku a průvlastku z WT profilů. Styk se navrhuje čelní deskou. Čelní deska je připojena k výztuze průvlastku. Vzhledem ke zpravidla většímu počtu přípojů k průvlastku se stojina průvlastku nepřerušuje. Případná potřeba propojení výztuh z obou stran stojiny se řeší doplňujícím páskem, který eliminuje nepravidelnost vln k poloze míst styku.



Obr. 3.14 - Styk podlahových nosníků

## 4 POŽÁRNÍ ODOLNOST

Výpočetní model pro provozní stav, tj. oddělené posuzování vlnité stojiny na smyk v rovině stojiny a pásnic pro všechny ostatní složky vnitřních sil, se používá i pro požární posudek. Základní poměr  $A_m/V$  pro výpočet teploty části průřezu se uplatní samostatně pro pásnice a samostatně pro stojinu. Vliv stojiny na teplotu pásnic je dle [15] a [16] zanedbatelný. Posudek samostatných pásnic se provede standardním postupem dle [8]. Teplota a redukční součinitel  $k_y$  se vyčíslují pro každou pásnici samostatně. Opravný součinitel zastínění průřezu  $k_{sh}$  se řeší pro celý průřez dle vzorce:

$$k_{sh} = 0,9 [A_m/V]_b / [A_m/V]$$

$[A_m/V]_b$  je součinitel průřezu pro povrch obdélníka opsaného průřezu

$[A_m/V]$  je součinitel průřezu nechráněných ocelových prvků počítaný pro celý průřez WT profilu

Únosnost stojiny ve smyku při požáru pro R15 a teplotě dle nominální normové křivky je vyčíslena v tabulce 4. Vliv opravného součinitele zastínění je pro stojinu zanedbatelný, protože teplota samotné stojiny se vzhledem k její malé tloušťce blíží teplotě plynů.

Stojina $h_w$ [mm]	Smyková únosnost stojiny při požáru $V_{z,fi,Rd}$ [kN] pro R15					
	Ocel stojiny S235			Ocel stojiny S355		
	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC
333	18.1	23.0	28.0	27.4	34.7	42.4
500	27.1	34.4	41.9	41.0	52.0	63.4
625	33.9	43.0	52.3	51.2	64.9	79.0
750	40.6	51.5	62.7	61.3	77.8	94.7
1000	54.1	68.6	83.5	69.9	95.5	126.1
1250		77.1	104.2		85.9	121.2
1500		70.7	99.7		76.7	109.6

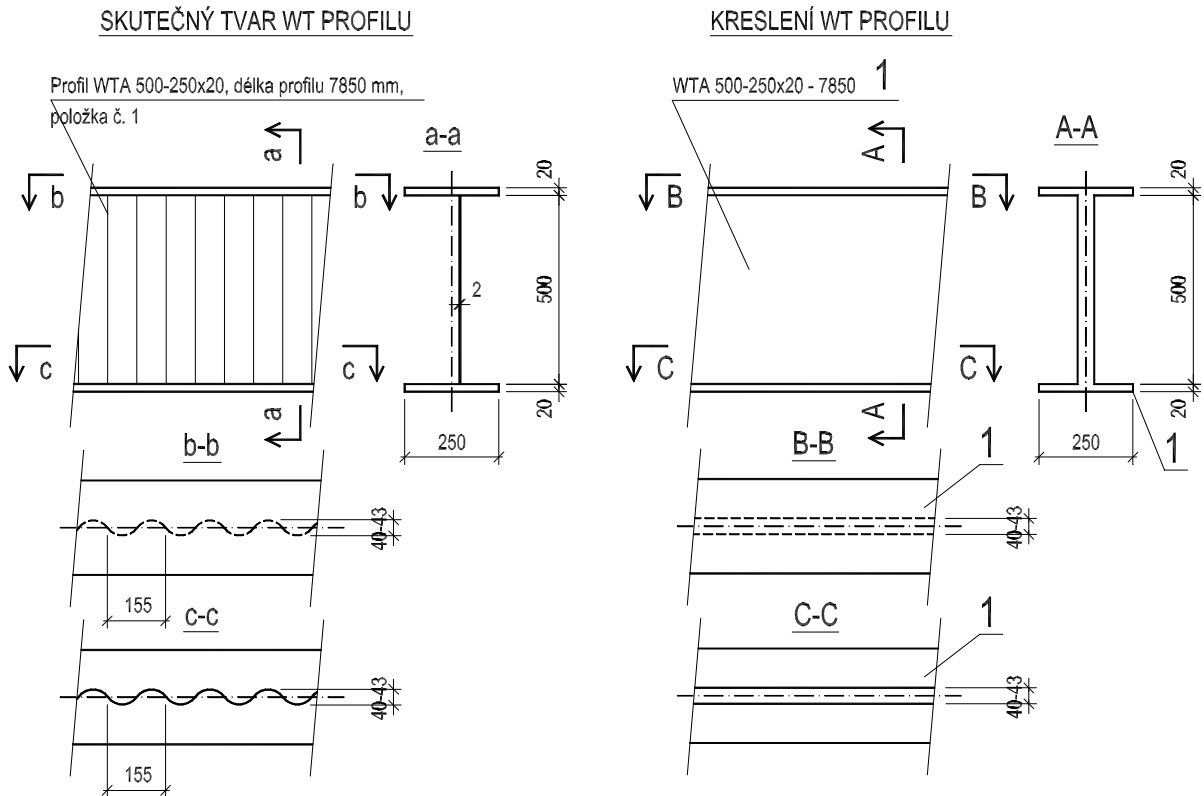
Tab. 4 – Únosnost stojiny ve smyku při požáru pro R15

## 5 WT PROFILY V PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI

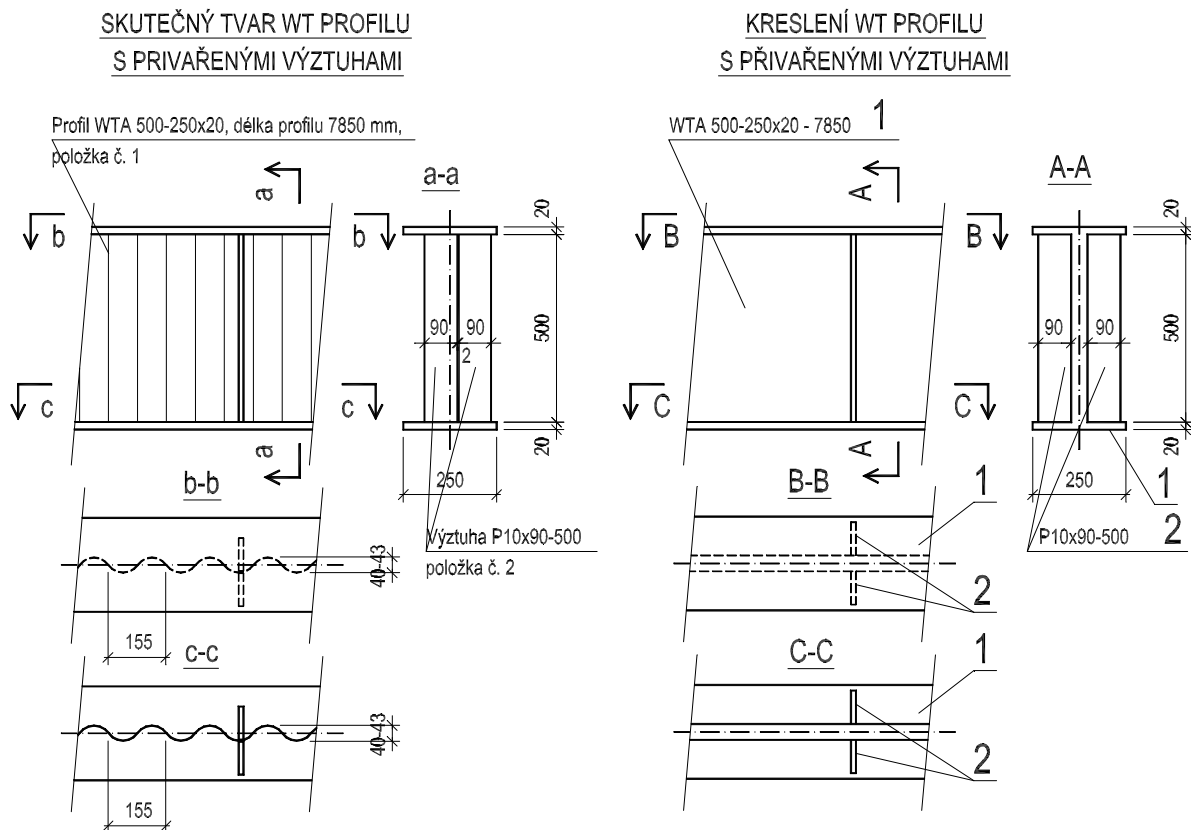
### 5.1 Výkresy WT profilů

Při zpracování výkresové dokumentace ocelových konstrukcí, ve kterých jsou užity WT profily, se postupuje dle obecně platných pravidel a zásad stejně, jako se zpracovává realizační nebo dílenská dokumentace běžných ocelových konstrukcí. Jedinou výjimkou oproti běžným zvykostem je způsob kreslení vlnité stojiny, která se kreslí zjednodušeně dle následujících zásad:

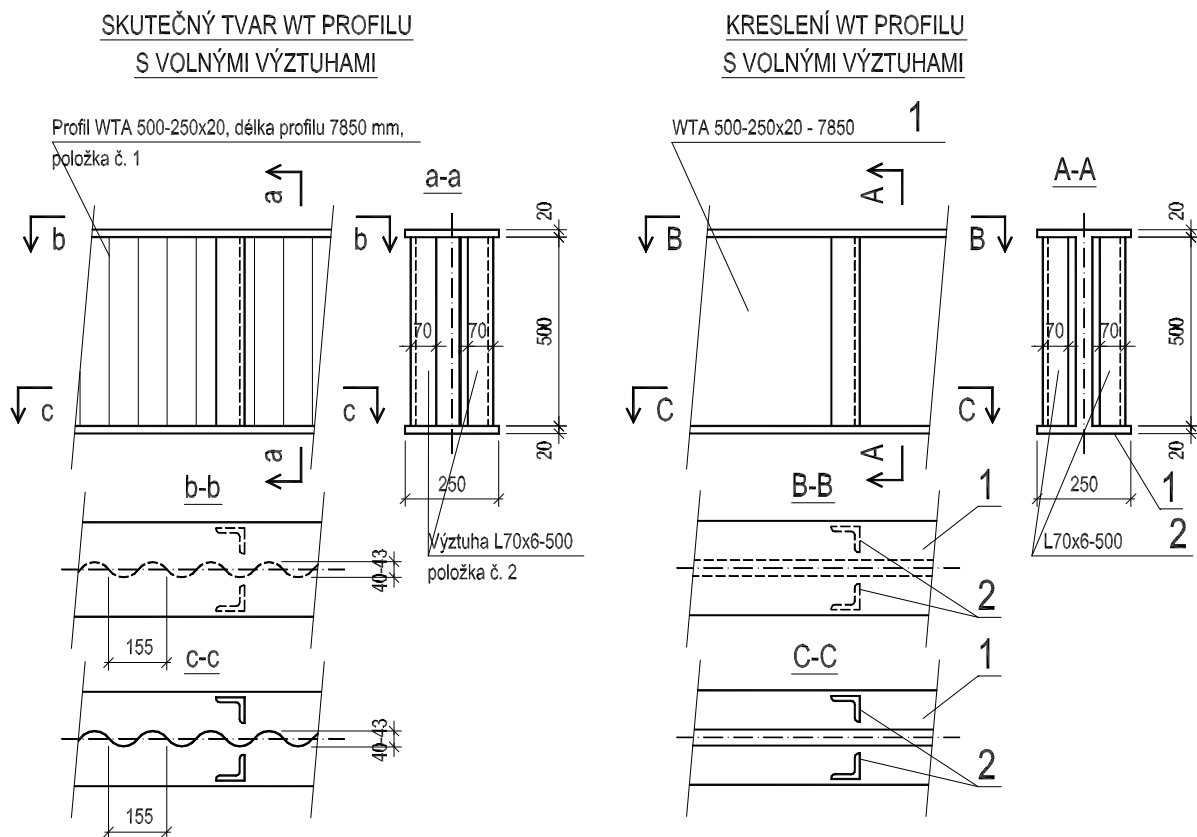
1. V příčném řezu se WT profil kreslí zjednodušeně obrysem průmětu celé vlny, tedy s šířkou cca 40 mm pro WTA a WTB resp. 43 mm pro WTC. Umístění obrysu je symetrické k ose WT profilu. V půdoryse se vlnitá stojina kreslí pouze maximálním obrysem, nevykresluje se skutečný tvar vln. Šířka obrysu je 40 až 43 mm a obrys se kreslí symetrický k ose WT profilu. V pohledu se vlny nevykreslují. Podrobnosti jsou na obrázku 5.1.
2. WT profil se na výkrese označuje popisem, způsob značení typu WT profilu je popsán v kapitole 1.1. V případě výrobní dokumentace se u položky navíc uvádí její délka až do maximální možné výrobní délky profilu 20 m a číslem položky. Příklady jsou na následujících obrázcích.
3. Svislá výztuha stojiny, která se přivařuje ke stojině, se kreslí těsně k obrysu stojiny symetricky k ose WT profilu, i když skutečná poloha je vůči ose většinou nesymetrická. Podrobnosti jsou na obrázku 5.2.
4. Svislá výztuha, která se nepřivařuje ke stojině, se kreslí odděleně od obrysu stojiny ve skutečné poloze vůči ose WT profilu. Podrobnosti jsou na obrázku 5.3.
5. Přípojný plech, který je vevařen do prostupu stojinou, se kreslí tak, že prochází celým kresleným obrysem vlnité stojiny. Podrobnosti jsou na obrázku 5.4.



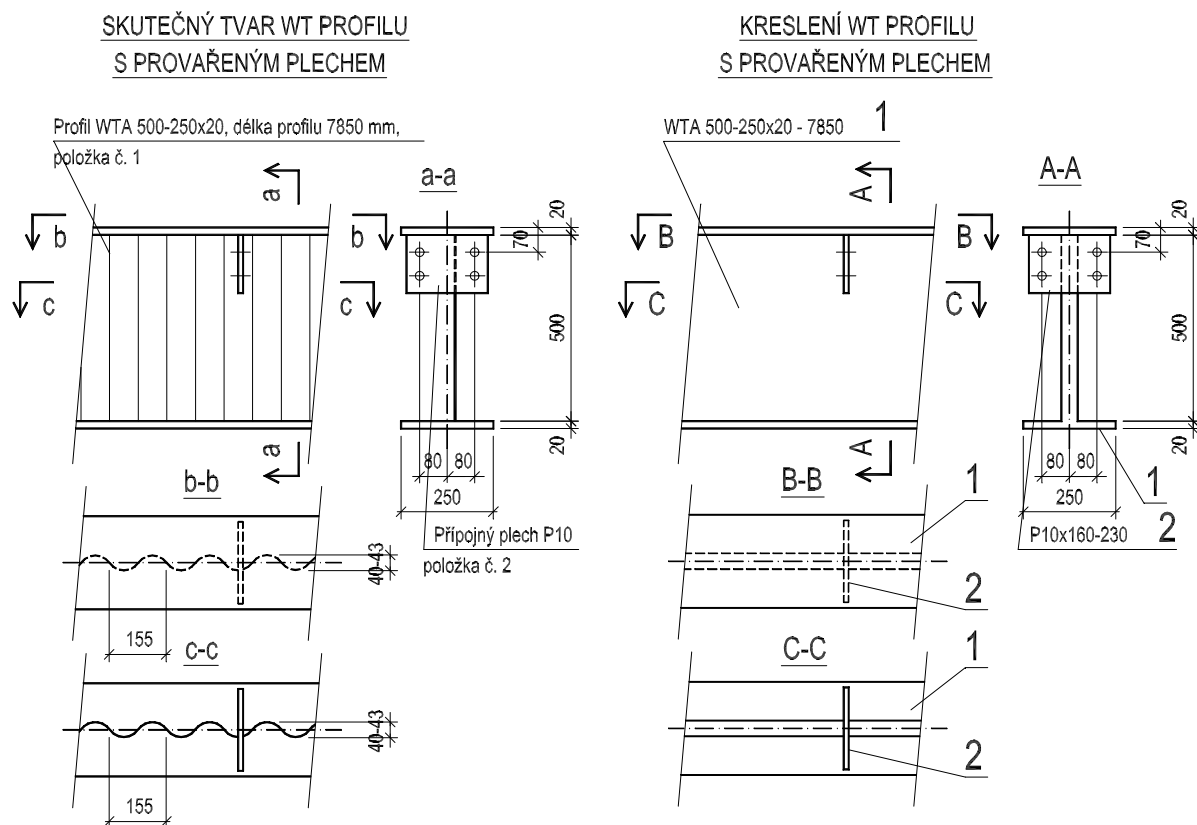
Obr. 5.1 - Kreslení WT profilu



Obr. 5.2 - Kreslení WT profilu s výztuhou přivařenou ke stojině



Obr. 5.3 - Kreslení WT profilu s výztuhou nepřivařenou ke stojině



Obr. 5.4 - Kreslení WT profilu s přípojným plechem provařeným stojinou

## 5.2 Výkaz materiálu

Ve výkazu materiálu se položka z WT profilu označuje stejně jako na výkrese. Jednotková hmotnost profilu a plocha povrchu se převezmou z tabulky v kapitole 2 v případě standardních WT profilů nebo se vypočtou dle následujících vzorců. Materiál pásnic a materiál stojiny je nutné značit samostatně, protože se nemusí použít shodný materiál.

$$O [m^2/m'] = (2 b_{f,h} - t_w + 2 t_{f,h}) + (2 b_{f,d} - t_w + 2 t_{f,d}) + 2,4 h_w$$

$$G [kg/m'] = 7850 (b_{f,h} t_{f,h} + b_{f,d} t_{f,d} + 1,2 h_w t_w)$$

plocha povrchu WT profilu  
hmotnost profilu WT profilu

$b_{f,h}$ ,  $b_{f,d}$  - šířka pásnic                       $t_{f,h}$ ,  $t_{f,d}$  - tloušťka pásnic  
 $h_w$  - výška stojiny                               $t_w$  - tloušťka stojiny

## 6. ZPŮSOB DODÁVKY WT PROFILŮ

### 6.1 Výroba WT profilů

Profily s vlnitou stojinou jsou sestavovány automatickou výrobní linkou. Nejprve se samostatně připraví pásnice vypálením z tabulí plechu. Profil pásnice je 120x6 až 450x30 mm. Šířka horní a dolní pásnice se může lišit maximálně o 50 mm. Stojina profilu se standardně vyrábí z plechů tloušťky 2 mm, 2,5 mm a 3 mm. Plech je dodáván do výroby ve svitcích. Na začátku výrobní linky se plech po odvinutí ze svitku a odstřížení za studena lisuje do tvaru vlnovky, délka vlny je 155 mm. Poté se ke stojině přiloží obě pásnice a provedou se krční svary svařovacím automatem. Svařovací agregáty kopírují vlny tak, aby v každém místě byl dodržen správný úhel vůči stojině. Svar je prováděn pouze z jedné strany, vzhledem k tloušťce plechu stojiny dojde k částečnému provaření v rozsahu cca 60%. Tím je ukončen proces výroby profilu na automatické lince. Postup provádění krčních svarů svařovacím automatem je patentově chráněn. Standardní výrobní délka jednotlivého WT profilu je v rozmezí 4 až 20 m.

### 6.2 Dodávka WT profilů

Profil s vlnitou stojinou je možné dodat jako polotovár pro další zpracování u objednavatele. Profily se objednávají v libovolné délce od 4 do 20 m. Dodávka je pak provedena v této přesné délce s přídavkem cca 50 až 100 mm zdarma pro přesné opracování konců. Za příplatek je možné přibjedit čistou úpravu konců řezáním pilou na přesný rozměr. Řez může být kolmý nebo šikmý pod úhlem až 45°.

Kromě samotných WT profilů je možné dodat i celou konstrukci nebo její ucelenou část s dokončenou povrchovou ochranou na otryskaný povrch oceli. Tento způsob dodávky se řeší dle specifických podmínek konkrétního případu.

Doprava WT profilů k objednateli se pro délku do 13,5 m provádí standardním kamionem, pro větší délky až do 20 m je nutná speciální souprava.

### 6.3 Výrobní tolerance dodávaných WT profilů

Výrobní tolerance WT profilů a dílců ocelových konstrukcí s WT profily se řídí standardními podmínkami dle [7]. Níže jsou uvedena nejdůležitější kritéria samotných profilů.

Základní výrobní tolerance WT profilů specifikované v [7]:

Tab. D1.1 [7] - celková výška h	$\Delta = -h/50$ , kladná hodnota neuvedena
- šířka pásnice	$\Delta = -b/100$ , kladná hodnota neuvedena
- přímost	$\Delta = \pm L/750$

Funkční výrobní tolerance WT profilů specifikované v [7]:

Tab. D2.1 [7] - celková výška h	$\Delta = \pm 3$ mm pro $h \leq 900$ mm pro toleranční třídu 1
	$\Delta = \pm h/300$ pro $h > 900$ mm pro toleranční třídu 1
- šířka pásnice	$\Delta = b/100$ , ale max. 3 mm
- excentricita stojiny	$\Delta = \pm 5$ mm
- šířka pásnice	$\Delta = -b/100$ , kladná hodnota neuvedena
- přímost	$\Delta = \pm L/750$

#### **6.4. Protikorozní ochrana**

Při dodávce samotných profilů s vlnitou stojinou jako polotovarů pro výrobu ocelových konstrukcí jsou profily dodávány neotryskané v černém provedení. Protikorozní ochrana včetně očištění povrchu je prováděna v rámci výroby ocelových konstrukcí. Při otryskávání jednotlivých dílců, ve kterých byl použit WT profil, je nutné při volbě velikosti ocelových broků případně tlaku tryskání broků nebo písku brát v úvahu skutečnost, že vlnitá stojina má tloušťku pouze 2 až 3. Povrchovou ochranu lze provést všemi běžnými způsoby - nátěrovým systémem, žárovou metalizací nebo metalizací nástřikem.

Při dodávce celé konstrukce s WT profily jsou jednotlivé dílce dodávány s konečnou povrchovou ochranou. Po dokončení výroby je každý dílec otryskán ocelovými broky a poté je provedena protikorozní ochrana nátěrem. Systém ochrany závisí na zadaném stupni agresivity prostředí.



## SEZNAM OBRÁZKŮ :

Obr. 1.1 - Geometrie profilu s vlnitou stojinou	2
Obr. 1.2 - Geometrie profilu s vlnitou stojinou proměnné výšky.	4
Obr. 1.3 - Vnitřní síly profilu proměnné výšky	4
Obr. 2.1 - Orientace os, vnitřních a vnějších sil	5
Obr. 2.2 - Roznášecí délky pod lokálním břemenem	9
Obr. 3.1 - Svařovaný momentový styk v rámovém rohu	11
Obr. 3.2 - Šroubovaný momentový styk v rámovém rohu	12
Obr. 3.3 - Kloubový styk vazníku s táhlem a sloupu	13
Obr. 3.4 - Šroubovaný styk vrcholu vazníku	14
Obr. 3.5 - Svařovaný styk vrcholu vazníku	15
Obr. 3.6 - Svařovaný styk WT profilů	15
Obr. 3.7 - Šroubovaný styk WT profilů	16
Obr. 3.8 - Kloubové kotvení sloupu	17
Obr. 3.9 - Vetknutí sloupu	18
Obr. 3.10 - Připojení konzol jeřábové dráhy	19
Obr. 3.11 - Připojení vaznic a paždíků	20
Obr. 3.12 - Svislé výztuhy stojiny, prostupy stojinou	21
Obr. 3.13 - Styk vazníku a průvlastu	22
Obr. 3.14 - Styk podlahových nosníků	23
Obr. 5.1 - Kreslení WT profilu	25
Obr. 5.2 - Kreslení WT profilu s výztuhou přivařenou ke stojině	25
Obr. 5.3 - Kreslení WT profilu s výztuhou nepřivařenou ke stojině	26
Obr. 5.4 - Kreslení WT profilu s přípojným plechem provařeným stojinou	26

## SEZNAM TABULEK :

Tab. 1 - Standardní rozměry symetrických WT profilů	4
Tab. 2.1 - Průřezové charakteristiky WT profilů	6 až 8
Tab. 2.2 - Smyková únosnost stojiny	8
Tab. 2.3 - Únosnost stojiny na příčné síly	9
Tab. 4 – Únosnost stujiny ve smyku při požáru pro R15	24

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY :

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, ČSNi, Praha, 2011
- [2] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČSNi, Praha, 2011
- [3] ČSN EN 1993-1-3 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3: Obecná pravidla – Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné profily, ČSNi, Praha, 2010
- [4] ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn, ČSNi, Praha, 2010
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnic, ČSNi, Praha, 2011
- [6] ČSN EN 1090-1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců, ČSNi, Praha, 2012
- [7] ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce, ČSNi, Praha, 2012
- [8] ČSN EN 1993-1-2 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNi, Praha, 2010
- [9] DASt Richtlinie 015 - Träger mit schlanken Stegen, 1990
- [10] Siokola W: Wellstegträger - technische Dokumentation, Zeman+Co. bH, 04/1997
- [11] Novák R., Macháček J.: Lokální únosnost ocelových nosníků s vlnitou stojinou, Stavební obzor č. 8/2000
- [12] Macháček J., Tůma M.: Únavová pevnost ocelových nosníků s vlnitou stojinou, Stavební obzor č. 4/2009
- [13] Gartner E.: Sinbeam (Corrugated web beam), Zeman & Co, 2012
- [14] Kyzlík P.: Požární odolnost nosníku s vlnitou stojinou, disertační práce, ČVUT 2013
- [15] Požární zkouška č. Pr-13-2.034n, Pavus, a.s., 30.8.2013
- [16] Požární zkouška č. Pr-13-2.086n, Pavus, a.s., 30.8.2013

