








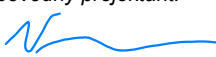
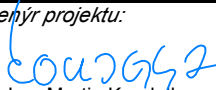
Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

Přehled verzí přílohy				
Číslo	Datum	Popis změny	Jméno	Podpis
P1	24.6.2017	Dokumentace k připomínkám	Ing. Mužíková	
P2	25.7.2017	Doplnění trolejového vedení	Ing. Martin Verner	
01	27.11.2017	Odevzdání čistopisu přípravné dokumentace	Ing. Mužíková	

<b>Správa železniční dopravní cesty, státní organizace</b> Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město 110 00 <b>SŽDC s.o., Stavební správa západ</b> Sokolovská 278/1955, Praha 9 190 00		
--	--	---

<b>PROJEKT servis spol. s r.o.</b> U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 21 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.PROJEKT servis.cz		
--	--	---

Vypracoval:  Ing. Barbora Mužíková	Kontroloval:  Ing. Martin Verner	Odpovědný projektant:  Ing. Martin Verner	Hlavní inženýr projektu:  Ing. Martin Koudeka
---	---	---	--

KRAJ: ÚSTECKÝ	OKRES: CHOMUTOV	OÚ: CHOMUTOV
---------------	-----------------	--------------

<b>REKONSTRUKCE TRATI V ÚSEKU KYJICE - CHOMUTOV</b>	
---	--

<b>E. STAVEBNÍ ČÁST</b> <b>E.1 Inženýrské objekty</b> <b>E.1.4 Mosty, propustky, zdi</b> <b>SO 14 06 Železniční most v km 62,867</b>	<b>Číslo zakázky: ZAK-2016-20</b>	
	Stupeň:	PD
	Datum:	11/2017
	Měřítko:	-
	Formát:	-

<b>STATICKÝ VÝPOČET</b>	Verze:	Část:	Č. přílohy:
	<b>01</b>	<b>E.1.4.06</b>	<b>11</b>



<b>2. Komentář ke statickému výpočtu</b>	
<b>2.1 Rozsah a účel výpočtu</b>	
Tento statický výpočet je nedílnou součástí projektové dokumentace SO 12-19-02. Statický výpočet je nutno považovat za závazný pro provádění mostního objektu.	
Statický výpočet byl zpracován bez znalosti konkrétního zhotovitele SO 14-06. Případné změny, které by vyplnily z realizační dokumentace zhotovitele, musí být odsouhlaseny odpovídajícím projektantem objektu a schváleny objednavatelem.	
<b>2.2 Metodika výpočtu</b>	
Statický výpočet konstrukce byl proveden podle Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů a podle ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.	
Jedná se o návrh a ověření nového železničního mostu. Mostovku tvoří zabetonované ocelové nosníky proměnné tloušťky. Konstrukce je integrovaná do spodní stavby. Opěra je navržena jako monolitická ŽB konstrukce založená na pilotách..	
Výpočet desky byl idealizován na prostý nosník MSÚ a MSP (vliv zvětšení ZBN byl zanedbán, výpočet na straně bezpečnosti). Pro výpočet vlastních tvarů konstrukce byl použit 3D model v programu Scia Engineer 16.0. Opěry se posuzovaly ve výpočetním programu GEO5.	
<b>2.3 Použité výpočetní programy</b>	
Statický výpočet je vytvořen za pomoci systému MS Excel 2010, Scia Engineer 16.0., GEO5 v18.	
<b>2.4 Související normy, předpisy a použitá literatura</b>	
1.1.1	Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů 2015
1.1.2	MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými nosníky 2005
1.1.3	MVL 649 Železobetonové trubní propustky 2012
1.1.4	SŽDC S3 Železniční svrsek 2014
1.1.5	SŽDC S3/2 Bezстыková kolej 2013
1.1.6	ČSN EN Projektování mostních objektů 2008
1.1.7	ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí 2004
1.1.8	ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí - Zatížení konstrukcí 2004
1.1.9	ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Zatížení mostů dopravou 2005
1.1.10	ČSN EN 1992-1 Navrhování betonových konstrukcí - obecná pravidla 2006
1.1.11	ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí - betonové mosty 2007
1.1.12	ČSN EN 1993-1 Navrhování ocelových konstrukcí - obecná pravidla 2007
1.1.13	ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí - ocelové mosty 2008
1.1.14	ČSN EN 1994-1 Navrhování sřázených ocelobetonových konstrukcí - obecná pravidla 2006
1.1.15	ČSN EN 1994-2 Navrhování sřázených ocelobetonových konstrukcí - pravidla pro mosty 2016
1.1.16	ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí - obecná pravidla 2006
1.1.17	ČSN EN 206 Beton - Specifikace, výroba shoda 2014

<b>SO 14-06 Železniční most v km 62,867</b>	
<b>trať č. 130 - Ústí nad Labem - Kláštec nad Ohří</b>	
<b>Statický výpočet - přestavba mostního objektu</b>	
<b>1. Vstupní údaje</b>	
<b>1.1 Identifikační údaje mostu</b>	
1.1.1	Stavba: Rekonstrukce trati v úseku Kyjice - Chomutov
1.1.2	Objekt: Železniční most v km 62,867
1.1.3	Obec: město Jirkov
1.1.4	Kraj: Ústecký
1.1.5	Katastrální území: Chomutov [652458]
1.1.6	Druh stavby: Přestavba mostního obehktu
1.1.7	Vlastník: Česká republika
1.1.8	Správce mostu: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
1.1.9	Investor: Oblastní ředitelství Ústí nad Labem, Správa mostů a tunelů
	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
	Železničářská 1386/31 400 03 Ústí nad Labem
1.1.11	Zpracovatel projek. dok. PROJEKT servis s.r.o.
	SO 14-04 U Elektry 830/2b, 198 21, Praha 9 - Hloubětín
1.1.12	Projektant: Ing. Barbora Mužíková
1.1.13	Odpovědný projektant: Ing. Bc. Martin Verner
1.1.14	Traťový úsek: 0602 žst. Most - žst. Chomutov - záp. zhlaví
1.1.15	Definiční úsek: 06 Kyjice – ústřední stavědlo – Dolní Rybník
1.1.16	Staničení - evidenční: km 62, 867
1.1.17	Staničení - přesné: km 62,859 269
1.1.18	Stupeň projektové dok.: Záměr projektu a Přípravná dokumentace stavby
<b>1.2 Základní údaje o mostě</b>	
<b>1.2.1 Charakteristika mostu:</b>	
Uspořádání:	dvojice jednokolejných most s jedním mostním otvorem
Statické uspořádání:	trámové, integrovaná konstrukce
Nosná konstrukce:	ocelobetonová konstrukce se zabetonovanými nosníky s průběžným kolejovým ložem, kolmé uložení
Spodní stavba:	železobetonové monolitické opěry, šikmé křídla založení na pilotách
1.2.2	Přemostovaná překážka: Místní komunikace - Chlátská ulice
1.2.3	Uhel křížení: 77°
1.2.4	Traťová rychlost: 95 km/hod
1.2.5	Světlost mostu: 15.43 m
1.2.6	Rozpětí mostu: 16.47 m
1.2.7	Délka mostu: 22.15 m
1.2.8	Šířka mostu: 11.563 m
1.2.9	min volná výška mostu: 4.325 m

### 3.2 Betonářská výztuž

#### • výztuž

	<b>B</b>	<b>500</b>	<b>B</b>
- mez kluzu charakteristická	$f_{yk}$	=	500 MPa
- součinitel materiálu	$\gamma_s$	=	1.15
- mez kluzu návrhová	$f_{yd}$	$= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15}$	= 434.8 MPa
- modul pružnosti	$E_s$	=	200 000 MPa
- součinitel tepelné roztažnosti	$\alpha_s$	=	0.000012 C <sup>-1</sup>
- objemová tíha	$\rho_s$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>

#### 3.3 Beton

#### • beton

	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>/</b>	<b>37</b>	<b>XA1, XF3, XD1</b>
- pevnost v tlaku - charakteristická	$f_{ck}$	=	30	MPa	
- součinitel materiálu	$\gamma_c$	=	1.5		
- redukční součinitel - tlak	$\alpha_{cc}$	=	0.85		
- pevnost v tlaku - návrhová	$f_{cd}$	$= \frac{f_{ck}}{\alpha_{cc} \gamma_c} = \frac{30}{0.85 \cdot 1.5}$			
- pevnost v tahu - střední hodnota	$f_{ctm}$	=	2.90	MPa	
- pevnost v tahu - spodní kvantil	$f_{ctk,0.05}$	=	2.03	MPa	
- redukční součinitel - tah	$\alpha_{ct}$	=	1.00		
- pevnost v tahu - návrhová	$f_{td}$	$= \frac{f_{ctk,0.05}}{\alpha_{ct} \gamma_c} = \frac{2.03}{1.00 \cdot 1.5}$			
- modul pružnosti - krátkodobé zat.	$E_{c,s}$	=	32 837	MPa	
- pracovní součinitel - krátkodobé zat.	$\eta_{c,s}$	$= \frac{E_s}{E_{c,s}} = \frac{210\,000}{32\,837}$			
- součinitel dotvarování a smrštění	$K_{ft}$	=	2.00		
- modul pružnosti - dlouhodobé zat.	$E_{c,l}$	$= \frac{E_{c,s}}{1+K_{ft}} = \frac{32\,837}{1+2}$			
- pracovní součinitel - dlouhodobé zat.	$\eta_{c,l}$	$= \frac{E_s}{E_{c,l}} = \frac{210\,000}{10\,946}$			
- součinitel příčné deformace - s trhli	$u_c$	=	0.2		
- součinitel příčné deformace - bez t	$u_c$	=	0.0		
- součinitel tepelné roztažnosti	$\alpha_c$	=	0.000012	C <sup>-1</sup>	
- objemová tíha	$\rho_c$	=	25.0	kN/m <sup>3</sup>	

### 3. Materiálové charakteristiky

#### 3.1 Ocel konstrukční

#### • typ nosníku

svařovaný

#### • ocel

	<b>S</b>	<b>355</b>	<b>J2G3</b>		<b>t &lt; 40 mm</b>
- tloušťka materiálu					
- mez kluzu charakteristická	$f_{yk}$	=	355	MPa	
- součinitel materiálu - základní kombin.	$\gamma_{M,1}$	=	1.15		
- mez kluzu návrhová - základní kombin.	$f_{yk}$	$= \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,1}} = \frac{355}{1.15}$			
- součinitel materiálu - mimo kombin.	$\gamma_{M,2}$	=	1.00		
- mez kluzu návrhová - mimo kombin.	$f_{yk}$	$= \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,2}} = \frac{355}{1.00}$			
- charakteristická pevnost	$f_{u,sk}$	=	510	MPa	
- součinitel materiálu	$\gamma_{u,1}$	=	1.15		
- mez pevnosti návrhová - základní kombin.	$f_{u,sk}$	$= \frac{f_{u,sk}}{\gamma_{u,1}} = \frac{510}{1.15}$			
- součinitel materiálu - mimo kombin.	$\gamma_{u,2}$	=	1.00		
- mez pevnosti návrhová-mimo kombin.	$f_{u,sk}$	$= \frac{f_{u,sk}}{\gamma_{u,2}} = \frac{510}{1.00}$			
- tloušťka materiálu					
- mez kluzu charakteristická	$f_{yk}$	=	335	MPa	
- součinitel materiálu - základní kombin.	$\gamma_{M,1}$	=	1.15		
- mez kluzu návrhová - základní kombin.	$f_{yk}$	$= \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,1}} = \frac{335}{1.15}$			
- součinitel materiálu - mimo kombin.	$\gamma_{M,2}$	=	1.00		
- mez kluzu návrhová - mimo kombin.	$f_{yk}$	$= \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,2}} = \frac{335}{1.00}$			
- charakteristická pevnost	$f_{u,sk}$	=	470	MPa	
- součinitel materiálu	$\gamma_{u,1}$	=	1.15		
- mez pevnosti návrhová - základní kombin.	$f_{u,sk}$	$= \frac{f_{u,sk}}{\gamma_{u,1}} = \frac{470}{1.15}$			
- součinitel materiálu - mimo kombin.	$\gamma_{u,2}$	=	1.00		
- mez pevnosti návrhová-mimo kombin.	$f_{u,sk}$	$= \frac{f_{u,sk}}{\gamma_{u,2}} = \frac{470}{1.00}$			

#### - ostatní parametry

- modul pružnosti v ohybu	$E_{st}$	=	210 000	MPa
- modul pružnosti ve smyku	$G_{st}$	=	81 000	MPa
- součinitel tepelné roztažnosti	$\alpha_{st}$	=	0.000012	C <sup>-1</sup>
- objemová tíha	$\rho_{st}$	=	78.5	kN/m <sup>3</sup>
- součinitel příčné deformace	$u_c$	=	0.3	

3.4 Desky ztraceného bednění

- Cementovláknité desky

- pevnost v tahu za ohybu

- součinitel materiálu

- pevnost v tahu za ohybu - návrh.

- modul pružnosti

- součinitel tepelné roztažnosti

- objemová tíha

$f_{w,min}$

$\gamma_{m,lm}$

$f_{w,d}$

$E_{w}$

$\alpha_s$

$\rho_w$

=

=

=

=

=

=

9.0

2.5

$\frac{f_{w,min}}{\gamma_{m,lm}}$

4 500

0.000011

15.0

MPa

MPa

C<sup>-1</sup>

kN/m<sup>3</sup>

$= \frac{9.0}{2.5}$

3.6

MPa

4. Geometrie nosné konstrukce

4.1 Geometrie příčného řezu nosnou konstrukcí

- počet nosníků

- osová vzdálenost ocel. nosníků

- vzdálenost okraje desky ZBN od osy ocelového nosníku - vpravo

- vzdálenost okraje desky ZBN od osy ocelového nosníku - vlevo

- šířka desky nosné konstrukce

n

$s_w$

$s_{w,r}$

$s_{w,l}$

=

=

=

=

7

700

990

350

ks

mm

mm

mm

$b_{nk} = (n_f - 1) \cdot s_w + s_{w,r} + s_{w,l}$

$b_{nk} = (7 - 1) \cdot 700 + 700 + 350$

$b_{nk} = 5\,540$  mm

- spolupůsobící šířka

- krajní nosník levý

- krajní nosník pravý

- vnitřní nosník

$b_{c,1} = s_w / 2 + s_{w,l}$

$b_{c,1} = 700 / 2 + 350$

$b_{c,1} = 700$  mm

$b_{c,2} = s_w / 2 + s_{w,r}$

$b_{c,2} = 700 / 2 + 990$

$b_{c,2} = 1\,340$  mm

$b_{c,3} = s_w = 700$  mm

- Příčný roznos zatížení na jednotlivé nosníky roštového modelu ZBN

Pozn.:  
Je uvažován zjednodušený model, pro rošt s dokonale tuhým ztužilem. Ztužení zabezpečuje koncový příčník.

- vzdálenost osy i-tého nosníku od levého okraje

- moment setrvačnosti i-tého nosníku (relativ. hodnota)

- vzdálenost osy i-tého nosníku od těžiště nosníkového roštu

$y_i$

$I_{y,i}$

$I_{y,i}$

=

=

=

viz tabulka

viz tabulka

viz tabulka

$\xi_i = I_y / \Sigma I_{y,i} + a_g \cdot a_y / \Sigma (a_{i2} \cdot I_{y,i})$

- koeficient příčného rozdělení

i	y <sub>i</sub> mm	I <sub>y,i</sub> mm <sup>4</sup>	I <sub>y,i</sub> · y <sub>i</sub> mm <sup>5</sup>	a <sub>i</sub> mm	I <sub>y,i</sub> · a <sub>i</sub> <sup>2</sup> mm <sup>6</sup>	ξ <sub>i</sub>
1	325	1.000E+00	325	-2 100	4 410 000	0.1719
2	1 025	1.000E+00	1025	-1 400	1 960 000	0.1622
3	1 725	1.000E+00	1725	-700	490 000	0.1526
4	2 425	1.000E+00	2425	0	0	0.1429
5	3 125	1.000E+00	3125	700	490 000	0.1332
6	3 825	1.000E+00	3825	1 400	1 960 000	0.1235
7	4 525	1.000E+00	4525	2 100	4 410 000	0.1138
Σ	16 975	7.000E+00	16975		13 720 000	1.0000

- vzdálenost působíště zatížení od levého okraje desky

- vzdálenost působíště nosníkového roštu od levého okraje

- vzdálenost působíště zatížení od těžiště nosníkového roštu

$e_{KL}$

$y_l$

$a_g$

=

=

=

2 235

2 425

-190

mm

mm

mm

Pozn.:  
Most není vyspádován v příčném sklonu. Veškerá voda je odváděna v podélném slonu k opěře č. 1

4.2 Geometrie podélného řezu nosnou konstrukcí

- rozpětí ZBN	L	=	16 470	mm
- délka ZBN	L <sub>NK</sub>	=	17 730	mm
- statické uspořádání	Rámové působení			
- podélný sklon ZBN	n <sub>x</sub>	=	1.00	%
- počet posuzovaných příčných řezů		=	2	(střed a místo uložení ZBN)
- způsob provádění	bez provizorním podepření			
- podélný sklon k O1		=	1.00	%

4.3 Geometrie ocelových nosníků

4.3.1 Střed nosníku

- horní pásnice	délka tloušťka šířka	li t <sub>t,1,j</sub> b <sub>t,1,j</sub>	= = =	17 730 20 200	mm mm mm
- stojina	délka tloušťka výška	li t <sub>w,j</sub> h <sub>w,j</sub>	= = =	17 730 12 580	mm mm mm
- dolní pásnice	délka tloušťka šířka	li t <sub>t,2,j</sub> b <sub>t,2,j</sub>	= = =	17 730 30 400	mm mm mm
- otvory ve stojině					
- stabilizační tyč	- průměr otvoru		d <sub>1</sub>	=	22 mm
	- výška osy otvoru nad dolními vlánky průřezu		Z <sub>o,1,2</sub>	=	300 mm
	- průměr otvoru		d <sub>2</sub>	=	22 mm
	- výška osy otvoru nad dolními vlánky průřezu		Z <sub>o,2,2</sub>	=	180 mm
- dolní příčná výztuž					
- průměr otvoru			d <sub>3</sub>	=	50 mm
- výška osy otvoru nad dolními vlánky průřezu			Z <sub>o,3,2</sub>	=	130 mm

4.3.2 Kraj nosníku

- horní pásnice	délka tloušťka šířka	li t <sub>t,1,j</sub> b <sub>t,1,j</sub>	= = =	17 730 30 400	mm mm mm
- stojina	délka tloušťka výška	li t <sub>w,j</sub> h <sub>w,j</sub>	= = =	17 730 12 885	mm mm mm
- dolní pásnice	délka tloušťka šířka	li t <sub>t,2,j</sub> b <sub>t,2,j</sub>	= = =	17 730 20 200	mm mm mm

5.1.3. Zatížení systémem vodotěsné izolace nosné konstrukce

- tloušťka hydroizolace - max.  $t_{SVI} = 0.015$  m
- objemová tíha izolace - SVI  $\rho_{SVI,k} = 20.0$  kN/m<sup>3</sup>
- zatížení SVI - charakteristické plošné  $g_{SVI,0,k} = t_{SVI} \times \rho_{SVI,k} = 0.02 \times 20.0$   
 $g_{SVI,0,k} = 0.30$  kN/m<sup>2</sup>
- šířka vodotěsné izolace  $b_{SVI} = 5.5$  m
- zatížení konst. vod. izolace - chara.  $g_{SVI,0,k} = g_{SVI,0} \times b_{SVI} = 0.3 \times 5.5$   
 $g_{SVI,0,k} = 1.65$  kN/m
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{G,sup} = 1.35$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{G,inf} = 1.00$
- vzdálenost těžiště od levého okraje ZBN  $e_{SVI} = 2.490$  m

5.1.4. Zatížení kolejoým ložem

- objemová tíha šterkového lože  $\rho_{KL,I} = 20.0$  kN/m<sup>3</sup>
- plocha šterku - vnitřní nosník  $A_{KL,1} = 0.600$  m<sup>2</sup>
- plocha šterku - vnější nosník  $A_{KL,2} = 0.700$  m<sup>2</sup>
- zatížení nosné konstrukce kolejoým ložem - liniové  $g_{KL,k,1} = A_{KL,1} \times \rho_{KL,I} = 0.60 \times 20.0$   
 $g_{KL,k,1} = 12.00$  kN/m
- zatížení nosné konstrukce kolejoým ložem - liniové  $g_{KL,k,2} = A_{KL,2} \times \rho_{KL,I} = 0.70 \times 20.0$   
 $g_{KL,k,2} = 14.00$  kN/m
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{G,sup} = 1.35$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{G,inf} = 1.00$
- vzdálenost těžiště od levého okraje ZBN  $e_{SVI} = 2.490$  m

5.1.5. Zatížení kolejoým roštem

- kolejoý svršek S49-E1 na betonových pražcích
- betonové pražce s upevňovacími kolejoými pásy  $g_{kra,k} = 1.5$  kN/m-kolej  
 $g_{kb,k} = 1.2$  kN/m-kolej
- celkem  $g_{kr,k} = g_{kra,k} + g_{kb,k} = 1.5 + 1.2$   
 $g_{kr,k} = 2.7$  kN/m-kolej
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{G,sup} = 1.4$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{G,inf} = 1$
- zatížení jedno. nos. Kolej roštem - chara. hod.

Pozn.:  
pro další výpočet je předpoklad dokonale tuhé desky, tudíž se zatížení přenáší rovnoměrně na všechny nosníky

$$g_{kr,k} = \frac{g_{kr,k}}{n} = \frac{2.7}{7} = 0.386 \text{ kN/m-nos.}$$

5. Zatížení nosné konstrukce

5.1. Zatížená stálá

5.1.1. Zatížení vlastní tíhou ocelových nosníků

Pozn.:

Uvažována konstatní velikost nosníku uprostřed rozpětí

- plocha horní pásnice  $A_{h,1} = t_{t,1,j} \times b_{t,1,j} = 20 \times 200$   
 $A_{h,1} = 4000$  mm<sup>2</sup>
- plocha stojiny  $A_{h,2} = t_{w,i} \times b_{w,i} = 12 \times 580$   
 $A_{h,2} = 6960$  mm<sup>2</sup>
- plocha dolní pásnice  $A_{h,3} = t_{t,2,j} \times b_{t,2,j} = 30 \times 400$   
 $A_{h,3} = 12000$  mm<sup>2</sup>
- celková plocha  $A_{st} = 22960$  mm<sup>2</sup>
- objemová tíha ocel. prvků  $\rho_{st} = 78.5$  kN/m<sup>3</sup>
- vlastní tíha nosníku  $g_{st,i,k} = A_{st} \times \rho_{st} = 0.02296 \times 78.5$   
 $g_{st,i,k} = 1.80236$  kN/m - nosníku
- součinitel zatížení - nepříznivý úč.  $Y_{G,sup} = 1.35$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{G,inf} = 1.00$

5.1.2. Zatížení vlastní tíhou železobetonové desky

- objemová tíha betonu  $\rho_c = 25.0$  kN/m<sup>3</sup>
- objemová tíha ztaceného bednění  $\rho_{bw} = 15.0$  kN/m<sup>3</sup>
- roznos zatížení
- Pozn.:  
Roštové spolupůsobení není zaručeno během betonáže - je uvažováno, že každý nosník přenáší pouze příslušnou část čtvrtého betonu - uvažován maximální objem betonu v celé délce nosníku
- plocha betonu - vnitřní nosník  $A_{c,1} = 0.600$  m<sup>2</sup> -
- plocha betonu - vnější nosník  $A_{c,2} = 0.550$  m<sup>2</sup>
- vlastní tíha betonu  $g_{c,i,k} = A_{c,1} \times \rho_{st} = 0.600 \times 25.0$   
 $g_{c,i,k} = 15$  kN/m - nosníku
- vlastní tíha betonu  $g_{c,i,k} = A_{c,2} \times \rho_{st} = 0.550 \times 25.0$   
 $g_{c,i,k} = 13.75$  kN/m - nosníku
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{G,sup} = 1.35$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{G,inf} = 1.00$

5. Zatížení nosné konstrukce

5.2. Zatížená nahodilé

5.2.1. Svislá zatížení železniční dopravou

- trať Týniště n.O. (mimo) – Mieroszow (PKP) (mimo) (část)
- třída trati dle předpisu 18/1986-PMK
- klasifikační součinitel
- největší traťová rychlost
- nosná konstrukce uspořádána jako veřknutý nosník
- Dynamický součinitel

Pozn.:  
Dynamický výpočet viz kapitola 13. Modulní analýza a ověření náchylnosti konstrukce k rezonancím.

- standardně udržovaná kolej

$$\varphi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\varphi}} + 0.73$$
$$1.0 < \varphi_3 < 2.00$$

- hlavní nosná konstrukce

$$L_\varphi = 16.47 \text{ m (rozpětí)}$$
$$\varphi_3 = \sqrt{\frac{2.16}{16.47}} + 0.73$$

- příčná výztuž ZBN

$$\varphi_3 = 1.26$$
$$L_\varphi = 11.08 \text{ m (2x šířka)}$$
$$\varphi_3 = \sqrt{\frac{2.16}{11.08}} + 0.73$$

- úložný příčnik

$$\varphi_3 = 1.38$$
$$L_\varphi = 5.54 \text{ m (šířka)}$$
$$\varphi_3 = \sqrt{\frac{2.16}{5.54}} + 0.73$$

- podélná konzola

$$\varphi_3 = 1.65$$
$$L_\varphi = 16.47 \text{ m (rozpětí)}$$
$$\varphi_3 = \sqrt{\frac{2.16}{16.47}} + 0.73$$

- příčná konzola ZBN

$$\varphi_3 = 1.26$$
$$L_\varphi = 5.54 \text{ m (šířka)}$$
$$\varphi_3 = \sqrt{\frac{2.16}{5.54}} + 0.73$$
$$\varphi_3 = 1.65$$

- Roznos zatížení  
Pozn.:  
zatížení železniční dopravou je přenášeno ocelovými nosníky obsaženými ve spolupůsobící síťce. Je uvažována svislá excentrita zatížení.

- excentricita svislého zatížení

$$e = 25 \text{ m}$$

- vzdálenost zatížení od levého okraje

$$e_{LM} = e_{KL} + e = 2425 + 25$$
$$e_{LM} = 2450 \text{ m}$$

5.1.6. Zatížení mostním vybavením

- římsa

$$P_{c,k} = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

- objemová tíha mostní římsy - železo

$$A_{mva,k} = 0.377 \text{ m}^2$$

- plocha mostní římsy (1 římsa)

$$A_{mva,k} = A_{mva,k} \cdot 2 = 0.377 \cdot 2$$

- plocha mostní římsy (2 římsa)

$$A_{mva,k} = 0.754 \text{ m}^2$$

- zat. vlastní tíhou řím. - charak.

$$g_{mva,k} = A_{mva,k} \cdot P_{c,k}$$
$$g_{mva,k} = 0.754 \cdot 25.0$$
$$g_{mva,k} = 18.85 \text{ kN/m}$$

- zábradlí

$$g_{mva,k} = 0.5 \text{ kN/m}$$

- zatížení zábradlí

$$g_{mva,k} = g_{mva,k} + g_{mva,k}$$

- celkové zatížení

$$g_{mva,k} = 19.35 \text{ kN/m}$$

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek

$$\gamma_{G,sup} = 1.35$$

- součinitel zatížení - příznivý účinek

$$\gamma_{G,inf} = 1.00$$

- vzdálenost těžiště od levého okraje ZBN

$$e_{svl} = 2.490 \text{ m}$$

5.1.7. Zatížení cizím zařízením na nosné konstrukci

Pozn.:  
Kabelové chráničky a kabely v kolejevém loži mají menší objemovou tíhu než vlastní kolejové lože.

- zatížení kabelovými chráničkami

$$g_{chr,k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek

$$\gamma_{G,sup} = 1.35$$

- součinitel zatížení - příznivý účinek

$$\gamma_{G,inf} = 1.00$$

5.2.2. Zatížení odstředivými silami

Vstupní parametry:

- návrhová tratěová rychlost  $v = 95$  km/h
- poloměr oblouku (uvažováno nejhorší případ)  $R = 760$  m
- osová vzdálenost kolej. pásů  $s = 1500$  mm
- převýšení koleje (uvažováno nejhorší případ)  $D = 60$  mm
- délka nosné konstrukce  $L_f = 17\,730$  mm
- redukční součinitel  $f = 1.00$

- výška působíště odstředivé síly nad vztaznou rovinou pro posouzení NK (v polovině výšky ocelových nosníků)  $x_{h,1} = 3.245$  m

- výška působíště odstředivé síly nad vztaznou rovinou pro posouzení NK (v dolní hraně nosníku)  $x_{h,2} = 3.555$  m

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{0,sup} = 1.45$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{0,inf} = 1.00$

5.2.2.1. Zatížení odstředivými silami pro LM71

- odstředivá síla - náhradního rovnoměrného zatížení skupinou náprav  $Q_{d,LM1,h,k} = q_{LM,1v,k} \cdot v^2$  \*  $f$  / 127 \* R  
 $Q_{d,LM1,h,k} = 189.1$  \*  $95^2$  \*  $1.00$  / 127 \* 760  
 $Q_{d,LM1,h,k} = 17.68$  kN/m kolej

- momentová složka, charakteristická hodnota

$$Q_{d,LM1,h,k} \cdot x_{h,1} = Q_{d,LM1,h,k} \cdot x_{h,1}$$
$$Q_{d,LM1,h,k} \cdot x_{h,1} = 17.678 \cdot 3.245$$
$$Q_{d,LM1,h,k} \cdot x_{h,1} = 57.3654$$
 kNm kolej

- svislá složka celkem, charakteristická hodnota

$$\Delta Q_{d,LM1,v,k} = Q_{d,LM1,h,k} \cdot x_{h,1} / 0.5 \cdot b_{eff}$$
$$\Delta Q_{d,LM1,v,k} = 57.37 / 0.5 \cdot 5.540$$
$$\Delta Q_{d,LM1,v,k} = 20.71$$
 kN/m kolej

- svislé přetížení / odlehčení jednotlivých nosníků, charakteristická hodnota

$$\Delta q_{d,LM1,v,k} = \Delta Q_{d,LM1,v,k} / n_1$$
$$\Delta q_{d,LM1,v,k} = 20.71 / 3$$

$\Delta q_{d,LM1,v,k} = 6.90$  kN/m nosníku

- odstředivá síla - náhradního rovnoměrného zatížení skupinou náprav

$$Q_{d,LM2,h,k} = q_{LM,2v,k} \cdot v^2$$
$$Q_{d,LM2,h,k} = 27.0 \cdot 95^2$$
$$Q_{d,LM2,h,k} = 2.53$$
 kN/m kolej

- momentová složka, charakteristická hodnota

$$Q_{d,LM2,h,k} \cdot x_{h,1} = Q_{d,LM2,h,k} \cdot x_{h,1}$$
$$Q_{d,LM2,h,k} \cdot x_{h,1} = 2.525 \cdot 3.245$$
$$Q_{d,LM2,h,k} \cdot x_{h,1} = 8.195$$
 kNm kolej

Pozn.:

Odehčující účinky se neuvažují. Osamělé síly se nahradí rovnoměrným spojitým zatížením.

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{0,sup} = 1.45$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{0,inf} = 1.00$
- nápravové síla - charakteristická hodnota  $Q_{LM,1v,k} = \alpha \cdot 250 = 1.2 \cdot 250$   
 $Q_{LM,1v,k} = 303$  kN
- rovnoměrné zatížení - charak. hodnota  $q_{LM,2v,k} = \alpha \cdot 80 = 1.2 \cdot 80$   
 $q_{LM,2v,k} = 97$  kN/m
- náhradní rovnoměrné zatížení od nápravových sil - charakteristická hodnota  $q_{LM,1v,k} = Q_{LM,1v,k} = 302.5$  \* 4 / 6.4  
 $q_{LM,1v,k} = 189.1$  kN/m kolej
- zatížení jednoho nosníku bez dym.součinitele  $q_{LM,1,v,k} = q_{LM,1v,k} / n$   
 $q_{LM,1,v,k} = 189.1 / 7$   
 $q_{LM,1,v,k} = 27.01$  kN/m nosník
- zatížení jednoho nosníku bez dym.součinitele  $q_{LM,2,v,k} = q_{LM,2v,k} / n$   
 $q_{LM,2,v,k} = 96.8 / 7$   
 $q_{LM,2,v,k} = 13.83$  kN/m nosník

5.2.1.2. Zatěžovací schéma SW/0 klasifikované součinitelem  $\alpha$

Pozn.:

Konstrukce je uspořádána jako rám - SW/0 se neuplatní

5.2.1.3. Zatěžovací schéma SW/2 klasifikované součinitelem  $\alpha$

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{0,sup} = 1.45$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{0,inf} = 1.00$

- rovnoměrné zatížení - charak. hodnota  $q_{SW2,v,k} = 150$  kN/m kolej
- zatížení jednoho nosníku  $q_{SW2,v,k} = q_{SW2,v,k} / n$   
 $q_{SW2,v,k} = 150 / 7$   
 $q_{SW2,v,k} = 21.43$  kN/m nosník

- délka působení spojitého zatížení  $a = 25.00$  m

- vzdálenost mezi dvojicí spojitých zatížení  $c = 7.00$  m

5.2.1.4. Zatěžovací schéma "nezatížený vlak"

Pozn.:

zatěžovací schéma "Nezatížený vlak" se uplatní pouze pro posouzení stability. Dynamický součinitel se neuvažuje

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{0,sup} = 1.45$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{0,inf} = 1.00$

- rovnoměrné zatížení - charak. hodnota  $q_{NV,v,k} = 10$  kN/m kolej
- zatížení jednoho nosníku  $q_{NV,v,k} = q_{NV,v,k} / n$   
 $q_{NV,v,k} = 10 / 7$   
 $q_{NV,v,k} = 1.43$  kN/m nosník

- vodorovná složka - základní	$Q_{nf,0,h,k}$	=	100	kN
- vodorovná složka - klasifikovna. (charakteristická hodnota)	$Q_{nf,h,k}$	=	$Q_{nf,0,h,k} \cdot \alpha$	$\alpha$
	$Q_{nf,h,k}$	=	100	*
	$Q_{nf,h,k}$	=	121	kN
- momentová složka k rovině $x_{h,1}$ (charakteristická hodnota)	$Q_{nf,h,k} \cdot x_{h,1}$	=	$Q_{nf,h,k} \cdot x_{h,1}$	$x_{h,1}$
	$Q_{nf,h,k} \cdot x_{h,1}$	=	121	*
	$Q_{nf,h,k} \cdot x_{h,1}$	=	173.03	kNm
<i>Pozn.: Zatížení se rozliší na všechny nosníky. Se rozděluje rovnoměrně na nosníky. Nosník pod osou již není bočním rázem přitížen</i>				
- svislá složka celkem (charakteristická hodnota)	$\Delta Q_{nf,v,k}$	=	$Q_{nf,h,k} \cdot x_{h,1}$	/
	$\Delta Q_{nf,v,k}$	=	173.03	/
	$\Delta Q_{nf,v,k}$	=	62.47	kN/m
- svislá složka na jeden nosník (charakteristická hodnota)	$\Delta Q_{nf,v,k}$	=	$\Delta Q_{nf,v,k} / n_1$	$n_1$
	$\Delta Q_{nf,v,k}$	=	62.47	/
	$\Delta Q_{nf,v,k}$	=	20.82	kN/m
<b>5.2.4 Zatížení rozjezdovými a brzdními silami</b>				
<i>Pozn.: - působí na temena kolejnic v podélném směru - vliv spolupůsobení mostního objektu a koleje na mostním objektu lze zanedbat - vliv sil lze pro návrh nosné konstrukce zanedbat - síly se uplatní pro posouzení uložení a spodní stavby</i>				
- délka nosné konstrukce	$L_{NK}$	=	17.730	m
- redukční součinitel	$\xi$	=	0.60	
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek	$Y_{0,sup}$	=	1.45	
- součinitel zatížení - příznivý účinek	$Y_{0,inf}$	=	1.00	

<b>5.2.4.1 Zatížení rozjezdovými a brzdními silami - LM-71</b>				
- rozjezdová síla LM-71 - charakteristická hodnota	$Q_{la,LM,i,k}$	=	$\alpha \cdot L_{NK}$	$\xi$
	$Q_{la,LM,i,k}$	=	1.21	*
	$Q_{la,LM,i,k}$	=	33.0	*
	$Q_{la,LM,i,k}$	=	424.775	kN/kolej
- brzdná síla LM-71 - charakteristická hodnota	$Q_{lb,LM,i,k}$	=	$\alpha \cdot L_{NK}$	$\xi$
	$Q_{lb,LM,i,k}$	=	1.21	*
	$Q_{lb,LM,i,k}$	=	20.0	*
	$Q_{lb,LM,i,k}$	=	257.44	kN/kolej
- rozhdující síla	$Q_{la,LM,i,k}$	=	$Q_{la,LM,i,k}$	kN/kolej
<b>5.2.4.2. Zatížení rozjezdovými a brzdními silami - SW/0</b>				
<i>Pozn.: se v daném případě neuplatní</i>				

- svislá složka celkem, charakteristická hodnota	$\Delta q_{cf,LM2,v,k}$	=	$q_{cf,LM2,h,k} \cdot x_{h,1}$	/	$0.5 \cdot b_{eff}$
	$\Delta q_{cf,LM2,v,k}$	=	8.20	/	0.5
	$\Delta q_{cf,LM2,v,k}$	=	2.96	kN/m	kolej
- svislé přitížení / odlehčení jednotlivých nosníků, charakteristická hodnota	$\Delta q_{cf,LM2,i,v,k}$	=	$\Delta q_{cf,LM2,v,k} / n_1$	$n_1$	
	$\Delta q_{cf,LM2,i,v,k}$	=	2.96	/	3
	$\Delta q_{cf,LM2,i,v,k}$	=	0.99	kN/m	nosníku
<b>5.2.2.2. Zatížení odstředivými silami od zatěžovacího SW/0 klasifikované součinitelem <math>\alpha</math></b>					
<i>Pozn.: se v daném případě neuplatní</i>					
<b>5.2.2.3. Zatížení odstředivými silami od zatěžovacího SW/2</b>					
<i>Pozn.: se v daném případě neuplatní</i>					
<b>5.2.2.4. Zatížení odstředivými silami od zatěžovacího schématu "nezatížený viak"</b>					
- odstředivá síla - náhradního rovnoměrného zatížení skupinou náprav	$q_{cf,nv,h,k}$	=	$q_{nv,v,k} \cdot v^2$	*	f
	$q_{cf,nv,h,k}$	=	10.0	*	95 <sup>2</sup>
	$q_{cf,nv,h,k}$	=	0.94	kN/m	kolej
- momentová složka, charakteristická hodnota	$q_{cf,nv,h,k} \cdot x_{h,1}$	=	$q_{cf,nv,h,k} \cdot x_{h,1}$	*	$x_{h,1}$
	$q_{cf,nv,h,k} \cdot x_{h,1}$	=	0.935	*	3.245
	$q_{cf,nv,h,k} \cdot x_{h,1}$	=	3.0342	kNm	kolej
- svislá složka celkem, charakteristická hodnota	$\Delta q_{cf,nv,v,k}$	=	$q_{cf,nv,h,k} \cdot x_{h,1}$	/	$0.5 \cdot b_{eff}$
	$\Delta q_{cf,nv,v,k}$	=	3.03	/	0.5
	$\Delta q_{cf,nv,v,k}$	=	1.10	kN/m	kolej
- svislé přitížení / odlehčení jednotlivých nosníků, charakteristická hodnota	$\Delta q_{cf,nv,i,v,k}$	=	$\Delta q_{cf,nv,v,k} / n_1$	$n_1$	
	$\Delta q_{cf,nv,i,v,k}$	=	1.10	/	3
	$\Delta q_{cf,nv,i,v,k}$	=	0.37	kN/m	nosníku
<b>5.2.3. Zatížení jednotlivých nosníků bočním rázem</b>					
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek	$Y_{0,sup}$	=	1.45		
- součinitel zatížení - příznivý účinek	$Y_{0,inf}$	=	1.00		
- výškové působící odstředivé síly (v polovině výšky ocelových nosníků)	$x_{h,1}$	=	1.430	m	
- výškové působící odstředivé síly (v dolní hraně nosníku)	$x_{h,2}$	=	1.740	m	

<b>5.2.4.3. Zatížení rozjezdovými a brzdními silami - SW/2</b>	
Pozn.: se v daném případě neuplatní	
<b>5.2.4.4. Zatížení rozjezdovými a brzdními silami - "Nezatížený vlak"</b>	
- rozjezdová síla "nezatížený vlak" - charakteristická hodnota $Q_{a,rvi,k} = 0.00$ kN/kolej	
- brzdná síla "nezatížený vlak" - charakteristická hodnota $Q_{b,LM,k} = 2.5 * L_{NK} * \xi$ $Q_{b,LM,k} = 2.5 * 17.730 * 0.60$ $Q_{b,LM,k} = 26.595$ kN/kolej	
<b>5.2.5. Zatížení zemní tlakem na opěry od zatížení železniční dopravy</b>	
Pozn.:	
<b>5.2.6. Zatížení teplotním rozdílem mezi kolejí a nosnou konstrukcí</b>	
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek $Y_{Q,sup} = 1.45$	
- součinitel zatížení - příznivý účinek $Y_{Q,inf} = 1.00$	
- dilatační délka nosné konstrukce (rozpětí) $L_T = 16.470$ m	
<u>účinek teplotního rozdílu mezi kolejí a nosnou konstrukcí pro kolej nezatíženou</u>	
- odpor železničního svršku proti podélnému posunutí $k_1 = 12.0$ kN/m kolej $Q_{t,i,k} = 0.6 * L_T * k_1$ (charakteristická hodnota) $Q_{t,i,k} = 0.6 * 16.470 * 12.00$	
<u>účinek teplotního rozdílu mezi kolejí a nosnou konstrukcí pro kolej zatíženou</u>	
- odpor železničního svršku proti podélnému posunutí $k_2 = 25.0$ kN/m kolej $Q_{t,i,k} = 0.6 * L_T * k_2$ (charakteristická hodnota podélné síly) $Q_{t,i,k} = 0.6 * 16.470 * 25.00$	
Pozn.: - účinek teplotního rozdílu lze pro nosnou kci zanedbat - účinek teplotního rozdílu se použije pro posudek spodní stavby	
<b>5.2.7. Zatížení zemní tlakem na opěry od zatížení železniční dopravy</b>	
Pozn.:	

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek $Y_{Q,sup} = 1.50$	
- součinitel zatížení - příznivý účinek $Y_{Q,inf} = 1.00$	
- účinná teplota nosné konstrukce při osazování $T_0 = 10.00$ °C	
- maximální rozsah kladných účinných teplot - charakteristická hodnota $\Delta T_{n,pos,k} = 27.00$ °C - návrhová hodnota hodnota $\Delta T_{n,pos,d} = 47.00$ °C	
- maximální rozsah záporných účinných teplot - charakteristická hodnota $\Delta T_{n,neg,k} = -34.00$ °C - návrhová hodnota hodnota $\Delta T_{n,neg,d} = -54.00$ °C	
- dilatační pohyby - protažení konstrukce (charakteristická hodnota) $\Delta L_T = \alpha_{st} * L_T * \Delta T_{n,pos,k}$ $\Delta L_T = 1.2E-05 * 16.470 * 17.0$ $\Delta L_T = 3.4E-03$ m	
- protažení konstrukce (návrhová hodnota) $\Delta L_T = \alpha_{st} * L_T * \Delta T_{n,pos,d}$ $\Delta L_T = 1.2E-05 * 16.470 * 37.0$ $\Delta L_T = 7.3E-03$ m	
- zkrácení konstrukce (charakteristická hodnota) $\Delta L_T = \alpha_{st} * L_T * \Delta T_{n,neg,k}$ $\Delta L_T = 1.2E-05 * 16.470 * -44.0$ $\Delta L_T = -8.7E-03$ m	
- zkrácení konstrukce (návrhová hodnota) $\Delta L_T = \alpha_{st} * L_T * \Delta T_{n,neg,d}$ $\Delta L_T = 1.2E-05 * 16.470 * -64.0$ $\Delta L_T = -1.3E-02$ m	
<b>5.2.8. Zatížení nerovnoměrnou složkou teploty</b>	
Pozn.:	
<b>5.2.9. Zatížení nelineární složkou teploty</b>	
Pozn.: - napětí v průřezu od účinků nelineární teploty lze pro ZBN vždy zanedbat	
<b>5.2.10. Zatížení větrem</b>	
Pozn.: - napětí v průřezu od účinků nelineární teploty lze pro ZBN vždy zanedbat	
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek $Y_{Q,sup} = 1.50$	
- součinitel zatížení - příznivý účinek $Y_{Q,inf} = 1.00$	
- základní rychlost větru $V_{b,0} = 25.00$ m/s	II. větrná oblast
- součinitel směru větru $C_{dim} = 1.00$	
- součinitel ročního období $C_{season} = 1.00$	

- Tlak větru působící na povrch konstrukce

- nezátížený most  $b_{rk} / c_{pe} = c_{1,x} = c_{x,0} = 4.776$

$c_{f,x1} = 1.07$   
 $w_{e,1} = q_p(z) * c_{f,x1}$   
 $w_{e,1} = 0.48 * 1.00$   
 $w_{e,1} = 0.477 \text{ kN/mm}^2$

- zatížený most  $b_{rk} / d_{tot,2} = 5.540 / 6.060 = 0.914$   
 $c_{f,x2} = 2.23$   
 $w_{e,2} = q_p(z) * c_{f,x2}$   
 $w_{e,2} = 0.48 * 2.23$   
 $w_{e,2} = 1.061 \text{ kN/mm}^2$

- nezátížený most - výslednice  $Q_{w,1} = d_{tot,1} * w_{e,1}$   
 $Q_{w,1} = 1.160 * 0.477$   
 $Q_{w,1} = 0.554 \text{ kN/m}$

• rameno ke střednici desky  $r_1 = 0.39 \text{ m}$   
- momentová složka  $M_{w,1} = Q_{w,1} * r_1$   
(charakteristická hodnota)  $M_{w,1} = 0.554 * 0.394$   
 $M_{w,1} = 0.218 \text{ kNm/m}$

- zatížený most - výslednice  $Q_{w,2} = d_{tot,2} * w_{e,2}$   
 $Q_{w,2} = 6.060 * 1.061$   
 $Q_{w,2} = 6.429 \text{ kN/m}$

• rameno ke střednici desky  $r_2 = 2.75 \text{ m}$   
- momentová složka  $M_{w,2} = Q_{w,2} * r_2$   
(charakteristická hodnota)  $M_{w,2} = 6.43 * 2.8$   
 $M_{w,2} = 17.68 \text{ kNm/m}$

Pozn.:  
-Zatížení se roznáší na všechny nosníky, se rozděluje rovnoměrně na nosníky.

- svislá složka celkem - nezátížený most  
(charakteristická hodnota)  $\Delta q_{w1,v,k} = M_{w,1} / (b_{ef} / 2)$   
 $\Delta q_{w1,v,k} = 0.218 / (5.540 / 2)$   
 $\Delta q_{w1,v,k} = 0.604 \text{ kNm koleje}$

- svislá složka na jeden nosník - nezátížený most  
(charakteristická hodnota)  $\Delta q_{w1,v,i,k} = \Delta q_{w1,v,k} / n_1$   
 $\Delta q_{w1,v,i,k} = 0.604 / 3$   
 **$\Delta q_{w1,v,i,k} = 0.201 \text{ kN/m nosník}$**

- svislá složka celkem - zatížený most  
(charakteristická hodnota)  $\Delta q_{w2,v,k} = M_{w,2} / (b_{ef} / 2)$   
 $\Delta q_{w2,v,k} = 17.680 / (5.540 / 2)$   
 $\Delta q_{w2,v,k} = 4.894 \text{ kNm koleje}$

- rychlost větru  $v_b = C_{dim} + C_{season} + v_{b,0}$   
 $v_b = 1.0 + 1.0 + 25.0$

- výška nad zemí (volná výška)  $v_b = 25.0 \text{ m/s}$   
- kategorie terénu  $z = 11.00 \text{ m}$

oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami

- parametry drsnosti terénu  $z_0 = 0.30 \text{ m}$   
 $z_{0,II} = 0.05 \text{ m}$   
 $c_0(z) = 1.00$

- součinitel terénu v závislosti na výšce z  $k_r = 0.19 * (z_0 / z_{0,II})^{0.07}$   
 $k_r = 0.19 * (0.30 / 0.05)^{0.07}$   
 $k_r = 0.215$

- součinitel drsnosti terénu v závislosti na výšce z  $c_t(z) = k_r * \ln(z / z_0)$   
 $c_t(z) = 0.215 * \ln(11.00 / 0.30)$   
 $c_t(z) = 0.584$

- střední rychlost větru  $v_m(z) = c_t(z) * c_0(z) * v_b$   
 $v_m(z) = 0.584 * 1.00 * 25.0$   
 $v_m(z) = 14.5876 \text{ m/s}$

- součinitel turbulence  $k_t = 1.00$

- směrodatná od. turb.  $\sigma_v = k_r * v_b * k_t$   
 $\sigma_v = 0.215 * 25.00 * 1.0$   
 $\sigma_v = 5.38473 \text{ m/s}$

- Intenzita turbulence  $I_v(z) = \sigma_v / v_m(z)$   
 $I_v(z) = 5.38473 / 14.59$   
 $I_v(z) = 0.36913 \text{ m/s}$

- max. dynamický tlak  $q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0.5 * 1.25 * v_m(z)^2$   
 $q_p(z) = [1 + 7 * 0.36913] * 0.5 * 1.25 * 14.5876^2$   
 $q_p(z) = 476.66 \text{ N/mm}^2$

• výška referenční plochy nezátížený most  $d_{tot,1} = NK + řmsa$   
 $d_{tot,1} = 0.51 + 0.65$   
 $d_{tot,1} = 1.160 \text{ m}$

• výška referenční plochy zatížený most  $d_{tot,2} = NK + řmsa + \text{Výška pásu vl.}$   
 $d_{tot,2} = 0.51 + 0.650 + 4.90$   
 $d_{tot,2} = 6.060 \text{ m}$

5. Zatížení nosné konstrukce

5.3. Zatížení mimořádná

5.3.1. Zatížení vykolejením vlaku na nosné konstrukci

Pozn.:

- z geometrie konstrukce vyplývá, že se uplatní pouze návrhové situace II

- Součinitel zatížení  $k = 1.40$
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{A2,sup} = 1.00$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{A2,inf} = 0.00$
- rovnoměrné přímkové zatížení (charakteristická hodnota)  $q_{A2,v,k} = q_{A2,i,v,k} \cdot k$   
 $q_{A2,v,k} = 189.06 \cdot 1.40$   
 $q_{A2,v,k} = 264.69 \text{ kN/m kolej}$
- roznášecí šířka  $b_{JA2} = 0.45 \text{ m}$
- rovnoměrné přímkové zatížení (charakteristická hodnota)  $q_{A20,v,k} = q_{A2,v,k} / b_{JA2}$   
 $q_{A20,v,k} = 264.69 / 0.45$   
 $q_{A20,v,k} = 119.11 \text{ kN/m}^2 \text{ kolej}$
- vnější okraj místa vykolejení od levého nos.  $e_{A2,min} = 4.825 \text{ m}$
- vnitřní okraj místa vykolejení od levého nos.  $e_{A2,max} = 5.275 \text{ m}$
- plocha těžiště vykolejení  $e_{A2,i} = 5.050 \text{ m}$

5.3.2. Zatížení nárazem vozidla do nosné konstrukce

- volná výška pod mostem  $h = 4.15 \text{ m}$
- návrhová rychlost na pozemní komunikaci  $v = 50 \text{ km/h}$
- základní hodnota náhradní síly  $Q_{af0,k} = 750 \text{ kN}$
- součinitel pravděpodobnosti  $r = 0.5$
- zatížení nárazem do nosné konstrukce, náhradní síla
  - charakteristická hodnota  $Q_{af,k} = Q_{af0,k} \cdot r = 750 \cdot 0.5$   
 $Q_{af,k} = 375 \text{ kN}$
  - úhel nárazu  $\alpha = 5^\circ$
  - char. hodnota, vodorovná složka  $Q_{af,h,k} = Q_{af,k} \cdot \cos \alpha$   
 $Q_{af,h,k} = 375 \cdot \cos 5$   
 $Q_{af,h,k} = 373.6 \text{ kN}$
  - char. hodnota, svislá složka  $Q_{af,v,k} = - Q_{af,k} \cdot \sin \alpha$   
 $Q_{af,v,k} = -375 \cdot \sin 5$   
 $Q_{af,v,k} = -32.7 \text{ kN}$
- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{Q,sup} = 1.00$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{Q,inf} = 0.00$

- svislá složka na jeden nosník - zatížený most (charakteristická hodnota)  $\Delta q_{w2,v,i,k} = \Delta q_{w2,v,k} / n_1$   
 $\Delta q_{w2,v,i,k} = 4.894 / 3$   
 $\Delta q_{w2,v,i,k} = 1.631 \text{ kN/m}$  nosník

5.2.11. Zatížení aerodynamickými účinky projíždějícího vlaku

Pozn.:

- Na mostě se nenachází protihluová stěna. Zatížení se zanedbá.

5.2.12. Zatížení služebných chodníků

Pozn.:

- Na mostě se nenachází protihluová stěna. Zatížení se zanedbá.

- uvažuje se prostor mezi 2,2m od osy až po okraj římsy

- Uvažuje se pouze umístění na jedné straně mostu

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{Q,sup} = 1.50$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{Q,inf} = 1.00$
- vnitřní okraj služebního chodníku  $e_{fp,min} = 2.200 \text{ m}$
- vnější okraj služebního chodníku  $e_{fp,max} = 2.761 \text{ m}$
- min. šířka služebního chodníku  $b_{fp} = 0.561 \text{ m}$
- plošné zatížení  $q_{fp,0,v,k} = 5.00 \text{ kN/m}^2$
- rovnoměrné zatížení zatížení  $q_{fp,v,k} = 2.81 \text{ kN/m}$
- účinek zatížení na jednotlivé nosníky  $q_{fp,i,v,k} = \xi_i \cdot q_{fp,0,v,k}$
- vzdálenost působíště zatížení od levého okraj  $e_{fp} = 4.995 \text{ m}$

5.2.13. Zatížení zábradlí

- součinitel zatížení - nepříznivý účinek  $Y_{Q,sup} = 1.50$
- součinitel zatížení - příznivý účinek  $Y_{Q,inf} = 1.00$
- zatížená madla  $q_{pp,k} = 1.00 \text{ kN/m}$
- vzd. působíště zatížení od levého okraj  $e_{pp,v} = 5.315 \text{ m}$
- účinek zatížení na jednotlivé nosníky  $q_{pp,i,v,k} = \xi_i \cdot q_{pp,k}$

5.4.1.4 Zatížení jednotlivých nosníků kolejovým ložem

Nos nik	Průřezová plocha $A_{K0}$ [m <sup>2</sup> ]	charakteristické zatížení $g_{K0,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $g_{K0,d} * Y_{G,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,35$	návrhová kombinace příznivá $g_{K0,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{K0,d} * Y_G$ $Y_G = 1,00$
i					
1	0.600	14.000	18.900	14.000	14.000
2	0.700	12.000	16.200	12.000	12.000
3	0.700	12.000	16.200	12.000	12.000
4	0.700	12.000	16.200	12.000	12.000
5	0.700	12.000	16.200	12.000	12.000
6	0.700	12.000	16.200	12.000	12.000
7	0.600	14.000	18.900	14.000	14.000
Σ	4.700	88.000	118.800	88.000	88.000

5.4.1.5 Zatížení jednotlivých nosníků kolejovým roštem

Nos nik	koeficient příčného roznosu $\xi_{KR,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{KR,i} * g_{KR,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $g_{KR,d} * Y_{G,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,35$	návrhová kombinace příznivá $g_{KR,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{KR,d} * Y_G$ $Y_G = 1,00$
i					
1	0.133	0.359	0.484	0.359	0.359
2	0.136	0.368	0.497	0.368	0.368
3	0.140	0.377	0.509	0.377	0.377
4	0.143	0.386	0.521	0.386	0.386
5	0.146	0.395	0.533	0.395	0.395
6	0.149	0.404	0.545	0.404	0.404
7	0.153	0.413	0.557	0.413	0.413
Σ	1.000	2.700	3.645	2.700	2.700

5.4.1.6 Zatížení jednotlivých nosníků mostním vybavením

Nos nik	koeficient příčného roznosu $\xi_{mv,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{mv,i} * g_{mv,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $g_{mv,d} * Y_{G,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,35$	návrhová kombinace příznivá $g_{mv,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{mv,d} * Y_G$ $Y_G = 1,00$
i					
1	0.133	2.572	3.472	2.572	2.572
2	0.136	2.636	3.559	2.636	2.636
3	0.140	2.700	3.645	2.700	2.700
4	0.143	2.764	3.732	2.764	2.764
5	0.146	2.828	3.818	2.828	2.828
6	0.149	2.893	3.905	2.893	2.893
7	0.153	2.957	3.992	2.957	2.957
Σ	1.000	19.350	26.123	19.350	19.350

5. Zatížení nosné konstrukce

5.4. Rekapitulace zatížení

5.4.1. Stálé zatížení

5.4.1.1. Vlastní tíha ocelových nosníků

Nos nik	Průřezová plocha $A_{sp}$ [m <sup>2</sup> ]	charakteristické zatížení $g_{K0,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $g_{st,i,d} * Y_{G,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,35$	návrhová kombinace příznivá $g_{st,i,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{st,i,d} * Y_G$ $Y_G = 1,00$
i					
1	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
2	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
3	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
4	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
5	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
6	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
7	0.023	1.802	2.433	1.802	1.802
Σ	0.161	12.617	17.032	12.617	12.617

5.4.1.2. Zatížení jednotlivých nosníků tíhou železobetonové desky

Nos nik	Průřezová plocha $A_c$ [m <sup>2</sup> ]	charakteristické zatížení $g_{c,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $g_{c,k} * Y_{G,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,35$	návrhová kombinace příznivá $g_{c,k} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{c,k} * Y_G$ $Y_G = 1,00$
i					
1	0.600	13.750	18.563	13.750	13.750
2	0.550	15.000	20.250	15.000	15.000
3	0.550	15.000	20.250	15.000	15.000
4	0.550	15.000	20.250	15.000	15.000
5	0.550	15.000	20.250	15.000	15.000
6	0.550	15.000	20.250	15.000	15.000
7	0.600	13.750	18.563	13.750	13.750
Σ	3.950	102.500	138.375	102.500	102.500

5.4.1.3 Zatížení jednotlivých nosníků vodotěsnou izolací

Nos nik	koeficient příčného roznosu $\xi_{sv,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{sv,i} * g_{sv,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $g_{sv,i,d} * Y_{G,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,35$	návrhová kombinace příznivá $g_{sv,i,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{sv,i,d} * Y_G$ $Y_G = 1,00$
i					
1	0.133	0.219	0.296	0.219	0.219
2	0.136	0.225	0.303	0.225	0.225
3	0.140	0.230	0.311	0.230	0.230
4	0.143	0.236	0.318	0.236	0.236
5	0.146	0.241	0.326	0.241	0.241
6	0.149	0.247	0.333	0.247	0.247
7	0.153	0.252	0.340	0.252	0.252
Σ	1.000	1.650	2.228	1.650	1.650

5.4.2.4 Zatížení odstředivými silami pro LM71

Nos nik	koeficient příčného roznosu	charakteristické zatížení	návrhová kombinace nepříznivá	návrhová kombinace příznivá	mimořádná kombinace příznivá
i	$\xi_{d,LM1,j}$	$\xi_{d,LM1,j} * q_{d,LM1,k}$	$q_{d,LM1,d} * Y_{G,LM1,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,45$	$g_{d,LM1,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	$g_{d,LM1,d} * Y_g$ $Y_g = 1,00$
1	-1.000	-6.903	-10.010	-6.903	-6.903
2	-1.000	-6.903	-10.010	-6.903	-6.903
3	-1.000	-6.903	-10.010	-6.903	-6.903
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	6.903	10.010	6.903	6.903
6	1.000	6.903	10.010	6.903	6.903
7	1.000	6.903	10.010	6.903	6.903
Σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5.4.2.5 Zatížení odstředivými silami pro LM71 mimo osamělé síly

Nos nik	koeficient příčného roznosu	charakteristické zatížení	návrhová kombinace nepříznivá	návrhová kombinace příznivá	mimořádná kombinace příznivá
i	$\xi_{d,LM2,j}$	$\xi_{d,LM2,j} * q_{d,LM1,k}$	$q_{d,LM2,d} * Y_{G,LM2,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,45$	$g_{d,LM2,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	$g_{d,LM2,d} * Y_g$ $Y_g = 1,00$
1	-1.000	-0.986	-1.430	-0.986	-0.986
2	-1.000	-0.986	-1.430	-0.986	-0.986
3	-1.000	-0.986	-1.430	-0.986	-0.986
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	0.986	1.430	0.986	0.986
6	1.000	0.986	1.430	0.986	0.986
7	1.000	0.986	1.430	0.986	0.986
Σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5.4.2.6 Zatížení odstředivými silami od zatěžovacího schématu "nezatížený vlak"

Nos nik	koeficient příčného roznosu	charakteristické zatížení	návrhová kombinace nepříznivá	návrhová kombinace příznivá	mimořádná kombinace příznivá
i	$\xi_{d,NV,j}$	$\xi_{d,NV,j} * q_{d,NV,k}$	$q_{d,NV,d} * Y_{G,NV,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,45$	$g_{d,NV,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	$g_{d,NV,d} * Y_g$ $Y_g = 1,00$
1	-1.000	-0.365	-0.529	-0.365	-0.365
2	-1.000	-0.365	-0.529	-0.365	-0.365
3	-1.000	-0.365	-0.529	-0.365	-0.365
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	0.365	0.529	0.365	0.365
6	1.000	0.365	0.529	0.365	0.365
7	1.000	0.365	0.529	0.365	0.365
Σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5.4.2. Nahodilé zatížení

5.4.2.1. Zatížení jednotlivých nosníků LM71 - rozpuštěné osamělé síly

Nos nik	koeficient příčného roznosu	charakteristické zatížení	návrhová kombinace nepříznivá	návrhová kombinace příznivá	mimořádná kombinace příznivá
i	$\xi_{LM,i}$	$\xi_{LM,i} * q_{LM,k}$	$q_{LM1,d} * Y_{LM1,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,45$	$g_{LM1,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	$g_{LM1,d} * Y_g$ $Y_g = 1,00$
1	0.172	32.507	47.135	32.507	32.507
2	0.162	30.674	44.478	30.674	30.674
3	0.153	28.842	41.820	28.842	28.842
4	0.143	27.009	39.163	27.009	27.009
5	0.133	25.176	36.505	25.176	25.176
6	0.123	23.343	33.848	23.343	23.343
7	0.114	21.511	31.190	21.511	21.511
Σ	1.000	189.063	274.141	189.063	189.063

5.4.2.2 Zatížení jednotlivých nosníků LM71 - spojitě zatížení

Nos nik	koeficient příčného roznosu	charakteristické zatížení	návrhová kombinace nepříznivá	návrhová kombinace příznivá	mimořádná kombinace příznivá
i	$\xi_{LM,i}$	$\xi_{LM,i} * q_{LM,k}$	$q_{LM2,d} * Y_{LM2,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,45$	$g_{LM1,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	$g_{LM2,d} * Y_g$ $Y_g = 1,00$
1	0.172	16.644	24.133	16.644	16.644
2	0.162	15.705	22.773	15.705	15.705
3	0.153	14.767	21.412	14.767	14.767
4	0.143	13.829	20.051	13.829	13.829
5	0.133	12.890	18.691	12.890	12.890
6	0.123	11.952	17.330	11.952	11.952
7	0.114	11.013	15.970	11.013	11.013
Σ	1.000	96.800	140.360	96.800	96.800

5.4.2.3 Zatížení jednotlivých nosníků "nezatížený vlak"

Nos nik	koeficient příčného roznosu	charakteristické zatížení	návrhová kombinace nepříznivá	návrhová kombinace příznivá	mimořádná kombinace příznivá
i	$\xi_{NV,i}$	$\xi_{NV,i} * q_{NV,k}$	$q_{NV1,d} * Y_{NV1,sup}$ $Y_{G,sup} = 1,45$	$g_{NV1,d} * Y_{G,inf}$ $Y_{G,inf} = 1,00$	$g_{NV1,d} * Y_g$ $Y_g = 1,00$
1	0.172	1.719	2.493	1.719	1.719
2	0.162	1.622	2.353	1.622	1.622
3	0.153	1.526	2.212	1.526	1.526
4	0.143	1.429	2.071	1.429	1.429
5	0.133	1.332	1.931	1.332	1.332
6	0.123	1.235	1.790	1.235	1.235
7	0.114	1.138	1.650	1.138	1.138
Σ	1.000	10.000	14.500	10.000	10.000

5.4.2.10 Zatížení od zatížení služebních chodníků

Nos nik i	koeficient příčného roznosu $\xi_{fp,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{fp,i} * q_{fp,i,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $q_{fp,i,d} * V_{fp,sup}$ $V_{G,sup} = 1,50$	návrhová kombinace příznivá $g_{fp,i,d} * V_{G,inf}$ $V_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{fp,i,d} * V_g$ $V_g = 1,00$
1	-0.198	-0.555	-0.832	-0.555	-0.555
2	-0.084	-0.236	-0.354	-0.236	-0.236
3	0.029	0.082	0.123	0.082	0.082
4	0.143	0.401	0.601	0.401	0.401
5	0.256	0.719	1.079	0.719	0.719
6	0.370	1.038	1.556	1.038	1.038
7	0.483	1.356	2.034	1.356	1.356
$\Sigma$	1.000	2.805	4.208	2.805	2.805

5.4.2.11 Zatížení od zatížení zábradlím

Nos nik i	koeficient příčného roznosu $\xi_{zpp,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{zpp,i} * q_{zpp,i,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $q_{zpp,i,d} * V_{zpp,sup}$ $V_{G,sup} = 1,50$	návrhová kombinace příznivá $g_{zpp,i,d} * V_{G,inf}$ $V_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{zpp,i,d} * V_g$ $V_g = 1,00$
1	-0.214	-0.214	-0.321	-0.214	-0.214
2	-0.095	-0.095	-0.142	-0.095	-0.095
3	0.024	0.024	0.036	0.024	0.024
4	0.143	0.143	0.214	0.143	0.143
5	0.262	0.262	0.393	0.262	0.262
6	0.381	0.381	0.571	0.381	0.381
7	0.499	0.499	0.749	0.499	0.499
$\Sigma$	1.000	1.000	1.500	1.000	1.000

5.4.3. Mimořádné zatížení

5.4.3.1. Zatížení vykolejením vlaku na nosné konstrukci (LM-71)

Nos nik i	koeficient příčného roznosu $\xi_{q0v,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{q0v,i} * q_{q0v,i,k}$	mimořádná kombinace příznivá $g_{q0v,i,d} * V_g$ $V_g = 1,00$
1	-0.188	-49.696	-49.696
2	-0.078	-20.527	-20.527
3	0.033	8.643	8.643
4	0.143	37.813	37.813
5	0.253	66.982	66.982
6	0.363	96.152	96.152
7	0.473	125.321	125.321
$\Sigma$	1.000	264.688	264.688

5.4.2.7 Zatížení bočním rázem

Nos nik i	koeficient příčného roznosu $\xi_{cr,rf,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{cr,rf,i} * q_{cr,rf,i,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $q_{cr,rf,i,d} * V_{cr,rf,sup}$ $V_{G,sup} = 1,45$	návrhová kombinace příznivá $g_{cr,rf,i,d} * V_{G,inf}$ $V_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{cr,rf,i,d} * V_g$ $V_g = 1,00$
1	-1.000	-20.822	-30.192	-20.822	-20.822
2	-1.000	-20.822	-30.192	-20.822	-20.822
3	-1.000	-20.822	-30.192	-20.822	-20.822
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	20.822	30.192	20.822	20.822
6	1.000	20.822	30.192	20.822	20.822
7	1.000	20.822	30.192	20.822	20.822
$\Sigma$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5.4.2.8 Zatížení jednotlivých nosníků větrem na nosnou konstrukci

Nos nik i	koeficient příčného roznosu $\xi_{w,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{w,i} * q_{w,i,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $q_{w,i,d} * V_{w,i,sup}$ $V_{G,sup} = 1,50$	návrhová kombinace příznivá $g_{w,i,d} * V_{G,inf}$ $V_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{w,i,d} * V_g$ $V_g = 1,00$
1	-1.000	-0.201	-0.302	-0.201	-0.201
2	-1.000	-0.201	-0.302	-0.201	-0.201
3	-1.000	-0.201	-0.302	-0.201	-0.201
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	0.201	0.302	0.201	0.201
6	1.000	0.201	0.302	0.201	0.201
7	1.000	0.201	0.302	0.201	0.201
$\Sigma$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5.4.2.9 Zatížení jednotlivých nosníků větrem na pás železnice

Nos nik i	koeficient příčného roznosu $\xi_{w2,i}$	charakteristické zatížení $\xi_{w2,i} * q_{w2,i,k}$	návrhová kombinace nepříznivá $q_{w2,i,d} * V_{w2,sup}$ $V_{G,sup} = 1,50$	návrhová kombinace příznivá $g_{w2,i,d} * V_{G,inf}$ $V_{G,inf} = 1,00$	mimořádná kombinace příznivá $g_{w2,i,d} * V_g$ $V_g = 1,00$
1	-1.000	-1.631	-2.447	-1.631	-1.631
2	-1.000	-1.631	-2.447	-1.631	-1.631
3	-1.000	-1.631	-2.447	-1.631	-1.631
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	1.631	2.447	1.631	1.631
6	1.000	1.631	2.447	1.631	1.631
7	1.000	1.631	2.447	1.631	1.631
$\Sigma$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 6. Průřezové charakteristiky

## 6.1 Průřezové charakteristiky v polovině rozpětí

### 6.1.1 Geometrie a materiál průřezu

### 6.1.1.1 Ocelový průřez

[illegible]

- celková výška ocelového nosníku

$$h_{st} = 20 + 580 + 30$$

- krční svary ocelového nosníku

- krční svary horní, koutové	$a_1$	=	6.0	mm
- krční svary dolní, koutové	$a_2$	=	4.0	mm

**- otvory ve stojině**

- stabilizační tyč					
- průměr otvoru	$d_1$	=	22	mm	
- výška osy otvoru nad dolními vlásky průřezu	$z_{\pm 1/2}$	=	300	mm	
- průměr otvoru	$d_2$	=	22	mm	
- výška osy otvoru nad dolními vlásky průřezu	$z_{\pm 2/2}$	=	180	mm	
- dolní příčná výtlač					
- průměr otvoru	$d_3$	=	50	mm	
- výška osy otvoru nad dolními vlásky průřezu	$z_{\pm 3/2}$	=	130	mm	

### 6.1.1.2 Betonová část průřezu

- beton	C	30	/	37	XA1, XF3, XD1
- tloušťka betonu nad horní páštíci	$c_{t,1}$	=	170	mm	
- spolupůsobící šířka	$b_c$	=	700	mm	
- výška betonu	$h_c$	=	$t_{t,1} + h_w$	$+ c_{t,1}$	
	$h_c$	=	20 + 590	+ 170	
	$h_c$	=	770	mm	
	$h$	=	$h_{tst} + c_{t,1}$	= 630 + 170	
	$h$	=	800	mm	
	$f_{cd}$	=	17	MPa	
					pevnost v tlaku - návrhová

#### 5.4.4. Rekapitulace

Zatížení		nosník číslo [kN/m] - charakteristické						
č.	zákl. popis	1	2	3	4	5	6	7
1	vl.třha - ocel nosník	1.802	1.802	1.802	1.802	1.802	1.802	1.802
2	vl.třha - žb deska	13.750	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	13.750
3	vodotěsná izoalce	0.219	0.225	0.230	0.236	0.241	0.247	0.252
4	kolejové lože	14.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	14.000
5	kolejový rošt	0.359	0.368	0.377	0.386	0.395	0.395	0.404
6	mostní vybavení	2.572	2.636	2.700	2.764	2.828	2.893	2.957
7	svislé silv-LM71-Q	32.507	30.674	28.842	27.009	25.176	23.343	21.511
8	svislé silv-LM71-Q	16.644	15.705	14.767	13.829	12.890	11.952	11.013
9	svislé silv-"nezat."	1.719	1.622	1.526	1.429	1.332	1.235	1.138
10	Odstřediv.silv-LM71	-6.903	-6.903	-6.903	0.000	6.903	6.903	6.903
11	Odstřediv.silv-LM71	-0.986	-0.986	-0.986	0.000	0.986	0.986	0.986
12	Odstřediv.silv - "nezat."	-0.365	-0.365	-0.365	0.000	0.365	0.365	0.365
13	boční ráz	-20.822	-20.822	-20.822	0.000	20.822	20.822	20.822
14	vřtr-mosná kee	-0.201	-0.201	-0.201	0.000	0.201	0.201	0.201
15	vřtr - pás vlaku	-1.631	-1.631	-1.631	0.000	1.631	1.631	1.631
16	zatížení - chodníků	-0.555	-0.236	0.082	0.401	0.719	1.038	1.356
17	zatížení - zábradlí	-0.214	-0.095	0.024	0.143	0.262	0.381	0.499
18	vykolejení	-49,696	-20,527	8,643	37,813	66,982	96,152	125,321

6.1.2.3 Klasifikace horní pásnice při namáhání tlakovou normálovou silou

- přechvávající část pásnice c  
$$c = \left( \begin{matrix} b_{rt} & - & l_w \end{matrix} \right) / \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} - d_{0,1}$$
$$c = \left( \begin{matrix} -200 & - & 12 \end{matrix} \right) / \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} - 5.7$$
$$c = 88.3 \text{ mm}$$
- šířka přechvávající pásnice  $c/t_{rt} = 88 / 20 = 4.42$  -  
- vliv meze kluzu  $\epsilon = \sqrt{235} / f_{yk} = \sqrt{235} / 355$   
$$\epsilon = 0.81$$
- Limitní hodnoty šířlosti horní pásnice pro ocelový průřez - montážní stav  
trída  

1	$\beta_{lim} = 9$	$\epsilon = 9$	$\epsilon = 0.81$	= 7.32
2	$\beta_{lim} = 10$	$\epsilon = 10$	$\epsilon = 0.81$	= 8.14
3	$\beta_{lim} = 14$	$\epsilon = 14$	$\epsilon = 0.81$	= 11.39

$$c/t_{rt} < \beta_{lim} \dots 4.4 < 7.32 \dots \text{trída 1}$$
- Limitní hodnoty šířlosti horní pásnice pro ocelobetonový průřez  
trída  

1	$\beta_{lim} = 9$	$\epsilon = 9$	$\epsilon = 0.81$	= 7.32
2	$\beta_{lim} = 14$	$\epsilon = 14$	$\epsilon = 0.81$	= 11.39
3	$\beta_{lim} = 20$	$\epsilon = 20$	$\epsilon = 0.81$	= 16.27

$$c/t_{rt} < \beta_{lim} \dots 4.42 < 7.32 \dots \text{trída 1}$$

6.1.2.3 Klasifikace stojiny při namáhání ohybem

- rozhodující výška stojiny  $d = h_w - d_{0,1} - d_{0,2}$   
$$d = 580 - 5.7 - 8.5$$
$$d = 566 \text{ mm}$$
- šířlosti stojiny  $d/l_w = 566 / 12 = 47.15$  -  
- vliv meze kluzu  $\epsilon = \sqrt{235} / f_{yk} = \sqrt{235} / 355$   
$$\epsilon = 0.81$$
- poloha plastické neutrální osy  $Z_{pl} = 29.5 \text{ mm}$  viz kapitola 6.1.4.1.1.  
- stojina v tlaku  $\alpha_{pl}d = t_2 + h_w - d_{0,1} - Z_{pl}$   
$$\alpha_{pl}d = 30 + 580 - 0 - 29.5$$
$$\alpha_{pl}d = 580 \text{ mm}$$
- koeficient  $\alpha_{pl}$  v intervalu <0,1>  $\alpha_{pl} = \alpha_{pl}d / d = 580 / 566 = 1.03$   
$$\alpha_{pl} = 1.00$$
- při plastické analýze je účinná část stojiny pouze v tlaku  
- poloha pružné neutrální osy  $Z_{0,pl} = 212.9 \text{ mm}$  viz kapitola 6.1.4.3.1.  
- stojina v tlaku  $\alpha_{0,pl}d = t_2 + h_w - d_{0,1} - Z_{0,pl}$   
$$\alpha_{0,pl}d = 30 + 580 - 0 - 213$$
$$\alpha_{0,pl}d = 397 \text{ mm}$$
- koeficient  $\alpha_{0,pl}$  v intervalu <0,1>  $\alpha_{0,pl} = \alpha_{0,pl}d / d = 397 / 566 = 0.70$   
$$\alpha_{0,pl} = 0.70$$

- modul pružnosti - krátkodobé zat.  $E_{c,s} = 32\,837 \text{ GPa}$
- modul pružnosti - dlouhodobé zat.  $E_{c,l} = 10\,946 \text{ GPa}$

- pracovní součinitel - krátkodobé z.  $\eta_{c,s} = 6.40$  -
- pracovní součinitel - dlouhodobé z.  $\eta_{c,l} = 19.19$  -

- betonářská výztuž B 500 B

- krycí vrstva  $c_c = 50 \text{ mm}$
- horní podélná výztuž desky ZBN  $\phi_{s,l} = 12 \text{ mm}$ 
  - průměr horní podélné výztuže  $\phi_{s,q} = 16 \text{ mm}$
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku  $Z_{1,l} = 56 \text{ mm}$
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku  $Z_{2,q} = 70 \text{ mm}$
- dolní podélná výztuž desky ZBN  $\phi_{s,l} = 12 \text{ mm}$ 
  - průměr horní podélné výztuže  $\phi_{s,q} = 16 \text{ mm}$
- výška osy otvoru nad dolními vlnky průřezu  $Z_{0,12} = 130 \text{ mm}$
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku  $Z_{1,l} = 144 \text{ mm}$
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku  $Z_{2,q} = 145 \text{ mm}$

6.1.2 Klasifikace průřezů

6.1.2.1 Základní údaje

- Klasifikace pro nosník svařovaný
- strana koutového svaru / poměr zaoblední mezu pásnicí a stojinou  $d_{0,1} = 5.7 \text{ mm}$ 
  - horní  $d_{0,2} = 8.5 \text{ mm}$
  - dolní
- stojina a horní pásnice jsou oboustranně obetonovány
- dolní pásnice je jednostranně obetonována

6.1.2.4 Klasifikace průřezu jako celku

- ocelový průřez použije se třída 3
- ocelobetonový průřez použije se třída 1

6.1.3 Mezní únosnost průřezu ve vstřísm smyku

- šířkost stojiny  $d f_{tw} = 566 / 12 = 47.15$  -
- vliv meze kluzu  $\epsilon = \sqrt{235 / f_{yk,k}} = \sqrt{235 / 355}$
- posouzení stability neobetonované stojiny vez výztuh (montážní stav)  
 $d f_{tw} < 69 * \epsilon \dots\dots 47.2 < 72 * 0.81 = 59$

Stojina nevybočí

- posouzení stability obetonované stojiny vez výztuh (provozní stav)  
 $d f_{tw} < 124 * \epsilon \dots\dots 47.2 < 124 * 0.81 = 101$

Stojina nevybočí

- stanovení mezní únosnosti stojiny ve smyku
  - plocha stojiny  $A_w = h_w * t_w = 580 * 12$
  - plocha otvoru pro příčnou výztuh  $A_{o3} = d_{o3} * t_w = 50 * 12$
  - smyková plocha  $A_{w,net} = A_w - A_{o3} = 6960 \text{ mm}^2$
  - návrhová smyková pevnost stojiny  $f_{yk,d}/\sqrt{3} = 308.7 / \sqrt{3}$
- Mezní únosnost průřezu ve vstřísm smyku  $V_d = A_{w,net} * f_{yk,d}/\sqrt{3} = 6\,360 * 178.2 = 1133.5 \text{ kN}$

6.1.4 Analýza průřezu

6.1.4.1 Plastická analýza ocelového průřezu

6.1.4.1.1 Plastická analýza ocelového průřezu neosiabeného otvory

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu
  - $F_{sd,11} = t_1 * b_1 * f_{yk,d} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN}$
  - $F_{sd,w} = t_w * h_w * f_{yk,d} = 12 * 580 * 309 = 2149 \text{ kN}$
  - $F_{sd,2} = t_2 * b_2 * f_{yk,d} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN}$
- Předpoklad: Neutrální osa prochází spodní pásnicí

poloha neutrální osy od spodní hrany pásnice

$$\begin{aligned} f_{yk,d} * b_2 * x &= F_{sd,w} + F_{sd,11} + b_2 * f_{yk,d} * (t_2 - x) \\ 291 * 400 * x &= 2149 + 1235 + 400 * 291 * (30 - x) \\ x &= 291 * 400 + 400 * 291 \\ x &= 29.5 \text{ mm od spodní hrany pásnice} \\ x_1 = t_2 - x &= 30 - 30 = 0.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- při pružné analýze je účinná část stojiny v tahu i tlaku
- Limitní hodnoty štiřlosti horní pásnice pro ocelový průřez - montážní stav

třída

1	$\beta_{lim} = \frac{396 * \epsilon / (13 * \alpha_{pl} - 1)}{496 * \epsilon / (13 * \alpha_{pl} - 1)}$
2	$\beta_{lim} = \frac{496 * \epsilon / (13 * \alpha_{pl} - 1)}{42 * \epsilon * 3 + \alpha_{pl} / (3 * \alpha_{pl} - 1)}$
3	$\beta_{lim} = \frac{396 * 0.81 / (13 * 1 - 1)}{496 * 0.81 / (13 * 1 - 1)}$
1	$\beta_{lim} = 396 * 0.81 / (13 * 1 - 1)$
2	$\beta_{lim} = 496 * 0.81 / (13 * 1 - 1)$
3	$\beta_{lim} = 42 * 0.81 * 3 + 0.7 / (3 * 0.7 - 1)$
1	$\beta_{lim} = 26.8$
2	$\beta_{lim} = 33.6$
3	$\beta_{lim} = 65.1$

$$d f_{tw} < \beta_{lim} \dots\dots 47.2 < 65.08 \dots\dots$$

třída 3 elestaická analýza

- Limitní hodnota štiřlosti stojiny pro ocelobetonový průřez

- plocha plastické neutrální osy  $Z_{pl,d} = 317.8 \text{ mm}$  viz kapitola 6.1.4.2.1.
- stojina v tlaku
  - $\alpha_{pl,d} = 30 + h_w - d_{o,1} - Z_{pl,d}$
  - $\alpha_{pl,d} = 20 + 580 - 0 - 318$
  - $\alpha_{pl,d} = 282 \text{ mm}$
- koeficient  $\alpha_{pl}$  v intervalu  $<0.1>$   $\alpha_{pl} = \alpha_{pl,d} / d = 282 / 566 = 0.50$
- při plastické analýze je účinná část stojiny v tahu i tlaku
  - poloha pružné neutrální osy  $Z_{p,d} = 470.9 \text{ mm}$  viz kapitola 6.1.4.4.1
  - stojina v tlaku
    - $\alpha_{pl,d} = t_2 + h_w - d_{o,1} - Z_{pl,d}$
    - $\alpha_{pl,d} = 20 + 580 - 0 - 471$
    - $\alpha_{pl,d} = 129 \text{ mm}$
- koeficient  $\alpha_{pl}$  v intervalu  $<0.1>$   $\alpha_{pl} = \alpha_{pl,d} / d = 129 / 566 = 0.23$

- při pružné analýze je účinná část stojiny v tahu i tlaku
- Limitní hodnoty štiřlosti horní pásnice pro ocelový průřez - montážní stav

třída

1	$\beta_{lim} = \frac{36 * \epsilon / \alpha_{pl}}{42 * \epsilon / \alpha_{pl}}$
2	$\beta_{lim} = \frac{42 * \epsilon / \alpha_{pl}}{62 * \epsilon * (1 - \alpha_{pl}) / \alpha_{pl}^2}$
3	$\beta_{lim} = \frac{36 * 0.81 / 0.5}{42 * 0.81 / 0.5}$
1	$\beta_{lim} = 36 * 0.81 / 0.5$
2	$\beta_{lim} = 42 * 0.81 / 0.5$
3	$\beta_{lim} = 62 * 0.81 * (1 - 0.23) / 0.23^2$
1	$\beta_{lim} = 58.7$
2	$\beta_{lim} = 67.7$
3	$\beta_{lim} = 748.4$
$d f_{tw} < \beta_{lim} \dots\dots 47.2 < 58.72 \dots\dots$	třída 1 Plastická analýza

- tlak v ocelovému průřezu  $F_{at}^- = F_{sk,w} + F_{st,1} + b_{t2} * f_{y,ad} * (t_{t2} - x)$   
 $F_{at}^- = 0 + 1235 + 400 * 291 * (30 - 20)$   
 $F_{at}^- = 2365.22 \text{ kN}$

- tah v ocelovému průřezu  $F_{at}^+ = f_{y,ad} * b_{t2} * x$   
 $F_{at}^+ = 291 * 400 * 20$   
 $F_{at}^+ = 2365.22 \text{ kN}$

- těžisté tlakové síly:  $x_{st,pl} = x / 2 = 20 / 2 = 10 \text{ mm}$   
- těžisté tažných sil:  $x_{st,pl,1} = x_1 / 3 = 10 / 3 = 3.33 \text{ mm}$   
 $x_{st,pl,w}^+ = x_1 + h_w / 2 = 10 + 580 / 2$   
 $x_{st,pl,w}^+ = 299.70 \text{ mm}$   
 $x_{st,pl,w}^+ = x_1 + h_w / 2$   
 $x_{st,pl,w}^+ = 10 + 580 + 20 / 2$   
 $x_{st,pl,w}^+ = 599.70 \text{ mm}$

- Mezní plastický moment ocelového průřezu neoslabeného

$$M_{pl,Rd} = F_{st,1} * x_{st,pl,1} + F_{sk,w} * x_{st,pl,w} + F_{at}^- * x_{st,pl}$$

$$M_{pl,Rd} = 1235 * 0.600 + 0 * 0.300 + 1130 * 0.005$$

$$M_{pl,Rd} = 2365 + 0.010$$

**$M_{pl,Rd} = 769.99 \text{ kNm}$**

#### 6.1.4.2. Plastická analýza ocelobetonového průřezu

##### 6.1.4.2.1 Plastická analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplazizovaného průřezu

$$F_{st,1} = t_{t1} * b_{t1} * f_{y,ad} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN}$$

$$F_{sk,w} = t_w * h_w * f_{y,ad} = 12 * 580 * 309 = 2149 \text{ kN}$$

$$F_{st,2} = t_{t2} * b_{t2} * f_{y,ad} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN}$$

$$F_{c,1} = c_{t1} * b_c * f_{c,d} = 170 * 700 * 17 = 2023 \text{ kN}$$

$$b_{c,2} = (b_c - b_{c,2} * b_{t1}) = (700 - 200) = 500 \text{ mm}$$

$$F_{c,2} = t_{t1} * b_{c,2} * f_{c,d} = 20 * 500 * 17 = 170 \text{ kN}$$

$$b_{c,3} = (b_c - b_{c,2} * t_w) = (700 - 12) = 688 \text{ mm}$$

$$F_{c,3} = h_w * b_{c,3} * f_{c,d} = 580 * 688 * 17 = 6784 \text{ kN}$$

- Předpoklad: **Neutrální osa prochází stojinou**

- poloha neutrální osy od spodní hrany stojiny

$$f_{y,ad} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} + F_{st,2} + F_{c,2}$$

$$t_w * f_{y,ad} * (h_w - x) + F_{c,2} + F_{c,1} + F_{c,1}$$

$$x = \frac{2 * (f_{y,ad} * t_w + b_{c,3} * f_{c,d})}{2149 + 170 + 1235 + 2023 + 6784 - 3496}$$

$$x = \frac{2 * (309 * 12 + 688 * 17)}{287.8 \text{ mm}}$$

od spodní hrany stojiny

$$x_2 = h_w - x = 580 - 288$$

od horní hrany stojiny

$$x_2 = 292.2 \text{ mm}$$

$$z_0 = x + t_{t2} = 288 + 30$$

od spodní hrany dolní pásnice

$$z_0 = 317.8 \text{ mm}$$

tlak v ocelovému průřezu  $F_{at}^- = F_{sk,w} + F_{st,1} + b_{t2} * f_{y,ad} * (t_{t2} - x)$   
 $F_{at}^- = 2149 + 1235 + 400 * 291 * (30 - 30)$   
 $F_{at}^- = 3439.48 \text{ kN}$

tah v ocelovému průřezu  $F_{at}^+ = f_{y,ad} * b_{t2} * x$   
 $F_{at}^+ = 291 * 400 * 30$   
 $F_{at}^+ = 3439.48 \text{ kN}$

těžisté tlakové síly:  $x_{st,pl} = x / 2 = 30 / 2 = 15 \text{ mm}$   
- těžisté tažných sil:  $x_{st,pl,1} = x_1 / 3 = 0 / 3 = 0 \text{ mm}$   
 $x_{st,pl,w}^+ = x_1 + h_w / 2 = 0 + 580 / 2$   
 $x_{st,pl,w}^+ = 290.48 \text{ mm}$   
 $x_{st,pl,w}^+ = x_1 + h_w / 2$   
 $x_{st,pl,w}^+ = 0 + 580 + 20 / 2$   
 $x_{st,pl,w}^+ = 590.48 \text{ mm}$

- Mezní plastický moment ocelového průřezu neoslabeného

$$M_{pl,Rd} = F_{st,1} * x_{st,pl,1} + F_{sk,w} * x_{st,pl,w} + F_{at}^- * x_{st,pl}$$

$$M_{pl,Rd} = 1235 * 0.590 + 2149 * 0.290 + 56 * 0.000$$

$$M_{pl,Rd} = 3439 + 0.015$$

**$M_{pl,Rd} = 1404.00 \text{ kNm}$**

#### 6.1.4.1.2 Plastická analýza ocelového průřezu oslabeného otvory

- poloha neutrální osy se nezmění, pouze hodnota mezního momentu

$$F_{o1} = t_w * d_1 * f_{y,ad} = 12 * 22 * 309 = 81.50 \text{ kN}$$

$$F_{o2} = t_w * d_2 * f_{y,ad} = 12 * 22 * 309 = 81.50 \text{ kN}$$

$$\text{neuvazuje se } F_{o3} = t_w * d_3 * f_{y,ad} = 12 * 50 * 309 = 0.0 \text{ kN}$$

těžisté síl:

$$x_{t1,pl} = z_{o1,2} - x = 300 - 30 = 270 \text{ mm}$$

$$x_{t2,pl} = z_{o2,2} - x = 180 - 30 = 150 \text{ mm}$$

- Mezní plastický moment ocelového průřezu oslabeného

$$M_{pl,red,Rd} = M_{pl,Rd} - x_{t1,pl} * F_{o1} - x_{t2,pl} * F_{o2}$$

$$M_{pl,red,Rd} = 1404.00 - 0.270 * 81.50 - 0.150 * 81.50$$

**$M_{pl,Rd} = 1369.69 \text{ kNm}$**

#### 6.1.4.1.3 Plastická analýza ocelového průřezu bez způsobení stojiny

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplazizovaného průřezu

$$F_{st,1} = t_{t1} * b_{t1} * f_{y,ad} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN}$$

$$F_{sk,w} = t_w * h_w * f_{y,ad} = 12 * 580 * 309 = 0 \text{ kN}$$

$$F_{st,2} = t_{t2} * b_{t2} * f_{y,ad} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN}$$

- Předpoklad: **Neutrální osa prochází spodní pásnicí**

poloha neutrální osy od spodní hrany pásnice

$$f_{y,ad} * b_{t2} * x = F_{sk,w} + F_{st,1} + b_{t2} * f_{y,ad} * (t_{t2} - x)$$

$$291 * 400 * x = 0 + 1235 + 400 * 291 * (30 - x)$$

$$x = \frac{0 + 1235 + 400 * 291}{291 * 400 + 400 * 291}$$

od spodní hrany pásnice

$$x = 20.3 \text{ mm}$$

$$x_1 = t_{t2} - x = 30 - 20 = 9.7 \text{ mm}$$

- Předpoklad: **Neutrální osa prochází stojinou**

- poloha neutrální osy od spodní hrany stojiny

$$\begin{aligned} f_{y,ald} &= t_w \cdot x + x \cdot b_{c,3} \cdot f_{c,d} + F_{st,2} \\ t_w &= f_{y,ald} \cdot (h_w - x) + F_{c,3} \\ t_w &= f_{c,d} \cdot b_{c,3} \cdot (h_w - x) + F_{st,1} + F_{c,1} \\ X &= \frac{F_{st,w} + F_{c,2} + F_{st,1} + F_{c,1} + F_{c,3} - F_{st,2}}{2 \cdot (f_{y,ald} \cdot t_w + b_{c,3} \cdot f_{c,d})} \\ X &= \frac{2 \cdot (0 + 170 + 1235 + 2023 + 6784 - 3496)}{2 \cdot (0 + 12 + 688 \cdot 17)} \\ X &= 287.1 \text{ mm} \\ x_z &= h_w - x = 580 - 287 \\ x_z &= 292.9 \text{ mm} \\ z_g &= x + t_2 = 287 + 30 \\ z_g &= 317.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

- tah v průřezu

$$\begin{aligned} F_{ot}^+ &= f_{y,ald} \cdot t_w \cdot x + x \cdot b_{c,3} \cdot f_{c,d} + F_{st,2} \\ F_{ot}^+ &= 0 \cdot 12 \cdot 287 + 287 \cdot 688 \cdot 17 + 3496 \\ F_{ot}^+ &= 6853.56 \text{ kN} \\ F_{ot}^- &= t_w \cdot f_{y,ald} \cdot (h_w - x) + F_{st,1} + F_{c,2} \\ F_{ot}^- &= 12 \cdot 0 \cdot (580 - 287) + 1235 + 170 \\ F_{ot}^- &= 17 \cdot 688 \cdot (580 - 287) + 2023 \\ F_{ot}^- &= 6853.56 \text{ kN} \end{aligned}$$

- určení lattených a tažených sil

$$\begin{aligned} F_{st,w} &= t_w \cdot x \cdot f_{y,ald} = 12 \cdot 287 \cdot 309 = 0 \text{ kN} \\ F_{st,w} &= F_{st,w} - F_{st,w}^+ = 0 - 0 = 0 \text{ kN} \\ F_{c,3}^- &= x \cdot b_{c,3} \cdot f_{c,d} = 287 \cdot 688 \cdot 17 = 3358 \text{ kN} \\ F_{c,3}^+ &= F_{c,3} - F_{c,3}^- = 6784 - 3358 = 3426 \text{ kN} \end{aligned}$$

- vzálednost působistů fil od neutrální osy

$$\begin{aligned} x_{st,1} &= x_z + t_1 / 2 = 293 + 20 / 2 = 303 \text{ mm} \\ x_{st,2} &= z_g - t_2 / 2 = 317 - 30 / 2 = 302 \text{ mm} \\ x_{st,w} &= x / 2 = 287 / 2 = 144 \text{ mm} \\ x_{st,w} &= x_z / 2 = 293 / 2 = 146 \text{ mm} \\ x_{c,1} &= x_z + c_1 / 2 = 293 + 170 / 2 = 378 \text{ mm} \\ x_{c,2} &= x_z + t_1 / 2 = 293 + 20 / 2 = 303 \text{ mm} \\ x_{c,3}^+ &= x / 2 = 287 / 2 = 144 \text{ mm} \\ x_{c,3}^- &= x_z / 2 = 293 / 2 = 146 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pl,Rd} &= F_{st,1} \cdot x_{st,1} + F_{st,2} \cdot x_{st,1} + F_{c,1} \cdot x_{c,1} + F_{c,2} \cdot x_{c,2} \\ M_{pl,Rd} &= F_{c,3}^+ \cdot (F_{c,3} + F_{st,w}) + x_{c,3}^+ \cdot (F_{st,w} + F_{c,3}^-) \\ M_{pl,Rd} &= 1235 \cdot 0.303 + 3496 \cdot 0.302 + 2023 \cdot 0.38 + 170 \cdot 0.3 \\ M_{pl,Rd} &+ 0.14 \cdot (3358 + 0) + 0.15 \cdot (3426 + 0) \end{aligned}$$

$$M_{pl,Rd} = 3229.77 \text{ kNm}$$

#### 6.1.4.2.4 Normálová síla pro předběžný návrh krčních svarů pásnice

- krční svary horní pásnice

$$\begin{aligned} F_{tr,Rd} &= F_{c1,d} + F_{st,1} \\ F_{tr,Rd} &= 170 + 6784 + 1235 \\ F_{tr,Rd} &= 10211 \text{ kN} \end{aligned}$$

- krční svary dolní pásnice

$$F_{tr,Rd} = F_{st,1} = 3496 \text{ kN}$$

- tah v průřezu

$$\begin{aligned} F_{ot}^+ &= f_{y,ald} \cdot t_w \cdot x + x \cdot b_{c,3} \cdot f_{c,d} + F_{st,2} \\ F_{ot}^+ &= 309 \cdot 12 \cdot 288 + 288 \cdot 688 \cdot 17 + 3496 \\ F_{ot}^+ &= 7927.82 \text{ kN} \end{aligned}$$

- tlak v průřezu

$$\begin{aligned} F_{ot}^- &= t_w \cdot f_{y,ald} \cdot (h_w - x) + F_{st,1} + F_{c,2} \\ F_{ot}^- &= 12 \cdot 309 \cdot (580 - 288) + 1235 + 170 \\ F_{ot}^- &= 17 \cdot 688 \cdot (580 - 288) + 2023 \\ F_{ot}^- &= 7927.82 \text{ kN} \end{aligned}$$

- určení lattených a tažených sil

$$\begin{aligned} F_{st,w} &= t_w \cdot x \cdot f_{y,ald} = 12 \cdot 288 \cdot 309 = 1066 \text{ kN} \\ F_{st,w} &= F_{st,w} - F_{st,w}^+ = 1066 - 1066 = 0 \text{ kN} \\ F_{c,3}^- &= x \cdot b_{c,3} \cdot f_{c,d} = 288 \cdot 688 \cdot 17 = 3366 \text{ kN} \\ F_{c,3}^+ &= F_{c,3} - F_{c,3}^- = 6784 - 3366 = 3418 \text{ kN} \end{aligned}$$

- vzálednost působistů fil od neutrální osy

$$\begin{aligned} x_{st,1} &= x_z + t_1 / 2 = 292 + 20 / 2 = 302 \text{ mm} \\ x_{st,2} &= z_g - t_2 / 2 = 318 - 30 / 2 = 303 \text{ mm} \\ x_{st,w} &= x / 2 = 288 / 2 = 144 \text{ mm} \\ x_{st,w} &= x_z / 2 = 292 / 2 = 146 \text{ mm} \\ x_{c,1} &= x_z + c_1 / 2 = 292 + 170 / 2 = 377 \text{ mm} \\ x_{c,2} &= x_z + t_1 / 2 = 292 + 20 / 2 = 302 \text{ mm} \\ x_{c,3}^+ &= x / 2 = 288 / 2 = 144 \text{ mm} \\ x_{c,3}^- &= x_z / 2 = 292 / 2 = 146 \text{ mm} \\ M_{pl,Rd} &= F_{st,1} \cdot x_{st,1} + F_{st,2} \cdot x_{st,1} + F_{c,1} \cdot x_{c,1} + F_{c,2} \cdot x_{c,2} \\ M_{pl,Rd} &+ (F_{c,3} + F_{st,w}) \cdot x_{c,3}^+ + (F_{st,w} + F_{c,3}^-) \cdot x_{c,3}^- \\ M_{pl,Rd} &= 1235 \cdot 0.302 + 3496 \cdot 0.303 + 2023 \cdot 0.38 + 170 \cdot 0.3 \\ M_{pl,Rd} &+ 0.14 \cdot (3366 + 1066) + 0.15 \cdot (3418 + 1082) \end{aligned}$$

$$M_{pl,Rd} = 3541.33 \text{ kNm}$$

#### 6.1.4.2.2 Plastická analýza ocelobetonového průřezu oslaběného otvory

$$\begin{aligned} F_{o1} &= t_w \cdot d_1 \cdot f_{y,ald} = 12 \cdot 22 \cdot 309 = 81.50 \text{ kN} \\ F_{o2} &= t_w \cdot d_2 \cdot f_{y,ald} = 12 \cdot 22 \cdot 309 = 81.50 \text{ kN} \\ F_{o3} &= t_w \cdot d_3 \cdot f_{y,ald} = 12 \cdot 50 \cdot 309 = 0.0 \text{ kN} \end{aligned}$$

neuvazuje se  $F_{o3}$

- těžistě sil:

$$\begin{aligned} x_{o1,p} &= z_{o1,2} - z_g = 300 - 318 = -18 \text{ mm} \\ x_{o2,p} &= z_g - z_{o2,2} = 318 - 180 = 138 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Mezní plastický moment ocelového průřezu oslaběného

$$\begin{aligned} M_{pl,net,Rd} &= M_{pl,Rd} - x_{tr,p} \cdot F_{o1} - x_{o2,p} \cdot F_{o2} \\ M_{pl,net,Rd} &= 3541.33 - 0.018 \cdot 81.50 - 0.138 \cdot 81.50 \\ M_{pl,net,Rd} &= 3531.55 \text{ kNm} \end{aligned}$$

#### 6.1.4.2.3 Plastická analýza ocelobetonového průřezu bez vlivu stojiny

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$\begin{aligned} F_{st,1} &= t_1 \cdot b_1 \cdot f_{y,ald} = 20 \cdot 200 \cdot 309 = 1235 \text{ kN} \\ F_{st,w} &= t_w \cdot h_w \cdot f_{y,ald} = 12 \cdot 580 \cdot 309 = 0 \text{ kN} \\ F_{st,2} &= t_2 \cdot b_2 \cdot f_{y,ald} = 30 \cdot 400 \cdot 291 = 3496 \text{ kN} \\ F_{c,1} &= c_1 \cdot b_c \cdot f_{c,d} = 170 \cdot 700 \cdot 17 = 2023 \text{ kN} \\ b_{c,2} &= (b_c - b_1) = (700 - 200) = 500 \text{ mm} \\ F_{c,2} &= t_1 \cdot b_{c,2} \cdot f_{c,d} = 20 \cdot 500 \cdot 17 = 170 \text{ kN} \\ b_{c,3} &= (b_c - t_w) = (700 - 12) = 688 \text{ mm} \\ F_{c,3} &= h_w \cdot b_{c,3} \cdot f_{c,d} = 580 \cdot 688 \cdot 17 = 6784 \text{ kN} \end{aligned}$$

- návrhová hodnota

$$M_{a,IRK} = W_{a,sl,1} \cdot f_{y,sl,k} = 3.4E+06 \cdot 308.7$$

$$M_{a,sl} = 1042.60 \text{ kNm}$$

- Pružnové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice

- velikost svarů
- působící smykových sil
- statický moment plochy

$$x_{fi,sl} = 630 - 213 - 20 / 2 = 407.1 \text{ mm}$$
$$S_{fi,lg} = A_{fi,1} \cdot x_{fi,sl} = 4000 \cdot 407$$
$$S_{fi,g} = 1.8E+06 \text{ mm}^3$$

- krční svary dolní pásnice

- velikost svarů
- působící smykových sil
- statický moment plochy

$$a = 2 \times 6.0 \text{ mm}$$
$$x_{fi,sl} = z_{fi,sl,sl} - t_2 / 2$$
$$S_{fi,lg} = A_{fi,2} \cdot x_{fi,sl} = 12000 \cdot 198$$
$$S_{fi,g} = 2.4E+06 \text{ mm}^3$$

#### 6.1.4.3.2 Pružná analýza ocelového průřezu oslaběného otvory

- plocha průřezu:

otvor 1  $A_{o,1} = t_w \cdot d_1 = 12 \cdot 22 = 264$

otvor 2  $A_{o,2} = t_w \cdot d_2 = 12 \cdot 22 = 264$

otvor 3  $A_{o,3} = t_w \cdot d_3 = 12 \cdot 50 = 0$

neuvazuje se

celkem  $A_o = \Sigma = 528$

- celková plocha oslaběného průřezu

$$A_{fi,net} = A_{fi} - A_o = 22960 - 528 = 22432 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$I_{o,1} = 1/12 \cdot t_w \cdot d_1^3 + A_{o,1} \cdot (z_{fi,1} - z_{fi,sl})^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{o,1} = 1/12 \cdot 12 \cdot 22^3 + 264 \cdot (300 - 213)^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{o,1} = 2.02E+06 \text{ mm}^4$$
$$I_{o,2} = 1/12 \cdot t_w \cdot d_2^3 + A_{o,2} \cdot (z_{fi,2} - z_{fi,sl})^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{o,2} = 1/12 \cdot 12 \cdot 22^3 + 264 \cdot (180 - 213)^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{o,2} = 2.98E+05 \text{ mm}^4$$

- Celkový moment setrvačnosti otvorů

$$I_o = I_{o,1} + I_{o,2} = 2.0E+06 + 3.0E+05 = 2.31E+06 \text{ mm}^4$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{fi,net} = I_{fi} - I_o = 1.4E+09 - 2.98E+05 = 1.4E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná ocel průřezu

$$S_{fi,net,1} = h_{fi} - z_{fi,sl,sl} = 630 - 213 = 417 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,net,1} = I_{fi} / S_{fi,net,1} = 1.4E+09 / 417 = 3.4E+06 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná ocel průřezu

$$S_{fi,net,2} = z_{fi,sl,sl} = 213 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,net,2} = I_{fi} / S_{fi,net,2} = 1.4E+09 / 213 = 6.8E+06 \text{ mm}^3$$

- horní vlákná stojiny

$$S_{fi,net,3} = h_{fi} - z_{fi,sl,sl} - t_2 = 630 - 213 - 20$$
$$S_{fi,net,3} = 397 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,net,3} = I_{fi} / S_{fi,net,3} = 1.4E+09 / 397 = 3.5E+06 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná stojiny

$$S_{fi,net,4} = z_{fi,sl,sl} - t_2 = 213 - 30 = 183 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,net,4} = I_{fi} / S_{fi,net,4} = 1.4E+09 / 183 = 7.7E+06 \text{ mm}^3$$

- Moment únosnosti ocelového průřezu při pružném namáhání

- charakteristická hodnota

$$M_{a,net,IRK} = W_{a,sl,1} \cdot f_{y,sl,k} = 3.4E+06 \cdot 355$$

$$M_{a,IRK} = 1198.74 \text{ kNm}$$

#### 6.1.4.3. Pružná analýza ocelového průřezu

##### 6.1.4.3.1 Pružná analýza ocelového průřezu neoslaběného otvory

- plocha průřezů:

horní pásnice  $A_{fi,1} = t_{fi} \cdot b_{fi} = 20 \cdot 200 = 4000$

stojina  $A_{fi} = t_w \cdot h_w = 12 \cdot 580 = 6960$

dolní pásnice  $A_{fi} = t_{fi} \cdot b_{fi} = 30 \cdot 400 = 12000$

celkem  $A_{fi} = \Sigma = 22960$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

horní pásnice  $z_{fi,1} = t_{fi} / 2 + h_w + t_2 = 620$

stojina  $z_w = t_2 + h_w / 2 = 320$

horní pásnice  $z_{fi,2} = t_{fi} / 2 + 30 / 2 = 15$

- celkové těžiště

$$z_{fi,sl,sl} = A_{fi,1} \cdot z_{fi,1} + A_w \cdot z_w + A_{fi} \cdot z_{fi,2}$$

$$z_{fi,sl,sl} = 4000 \cdot 620 + 6960 \cdot 320 + 12000 \cdot 15$$

$$z_{fi,sl,sl} = 212.9 \text{ mm}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$I_{fi,1} = 1/12 \cdot b_{fi} \cdot t_{fi}^3 + A_{fi,1} \cdot (z_{fi,1} - z_{fi,sl})^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{fi,1} = 1/12 \cdot 200 \cdot 20^3 + 4000 \cdot (620 - 213)^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{fi,1} = 6.63E+08 \text{ mm}^4$$
$$I_w = 1/12 \cdot t_w \cdot h_w^3 + A_w \cdot (z_w - z_{fi,sl})^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_w = 1/12 \cdot 12 \cdot 580^3 + 6960 \cdot (320 - 213)^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_w = 2.75E+08 \text{ mm}^4$$
$$I_{fi,2} = 1/12 \cdot b_{fi} \cdot t_{fi}^3 + A_{fi,2} \cdot (z_{fi,2} - z_{fi,sl})^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{fi,2} = 1/12 \cdot 400 \cdot 30^3 + 12000 \cdot (15 - 213)^2 \quad ^\wedge 2$$
$$I_{fi,2} = 4.71E+08 \text{ mm}^4$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$I_{fi} = I_{fi,1} + I_w + I_{fi,2} = 6.6E+08 + 2.8E+08 + 4.7E+08$$

$$I_{fi} = 1.41E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná ocel průřezu

$$S_{fi,sl,1} = h_{fi} - z_{fi,sl,sl} = 630 - 213 = 417 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,sl,1} = I_{fi} / S_{fi,sl,1} = 1.4E+09 / 417 = 3.4E+06 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná ocel průřezu

$$S_{fi,sl,2} = z_{fi,sl,sl} = 213 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,sl,2} = I_{fi} / S_{fi,sl,2} = 1.4E+09 / 213 = 6.8E+06 \text{ mm}^3$$

- horní vlákná stojiny

$$S_{fi,sl,3} = h_{fi} - z_{fi,sl,sl} - t_2 = 630 - 213 - 20$$
$$S_{fi,sl,3} = 397 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,sl,3} = I_{fi} / S_{fi,sl,3} = 1.4E+09 / 397 = 3.5E+06 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná stojiny

$$S_{fi,sl,4} = z_{fi,sl,sl} - t_2 = 213 - 30 = 183 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{fi,sl,4} = I_{fi} / S_{fi,sl,4} = 1.4E+09 / 183 = 7.7E+06 \text{ mm}^3$$

- Moment únosnosti ocelového průřezu při pružném namáhání

- charakteristická hodnota

$$M_{a,IRK} = W_{a,sl,1} \cdot f_{y,sl,k} = 3.4E+06 \cdot 355$$

$$M_{a,IRK} = 1198.99 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
I_{c,b1} &= 1/12 * b_c * c_{t1}^3 + A_{c,b1} * (Z_{c,b1} - Z_{p,el,2})^2 \\
I_{c,b1} &= 1/12 * 6 * 700^3 + 18\,607 * (715 - 471)^2 \\
I_{c,b1} &= 1,14E+09 \text{ mm}^4 \\
I_{c,b2} &= 1/12 * b_{c,2} * t_{t1}^3 + A_{c,b2} * (Z_{c,b2} - Z_{p,el,2})^2 \\
I_{c,b2} &= 1/12 * 6 * 500^3 + 1\,564 * (620 - 471)^2 \\
I_{c,b2} &= 4,52E+07 \text{ mm}^4 \\
I_{c,b3} &= 1/12 * b_{c,3} * h_{c,3}^3 + A_{c,b3} * (Z_{c,b3} - Z_{p,el,2})^2 \\
I_{c,b3} &= 1/12 * 688 * 139^3 + 14\,859 * (540 - 471)^2 \\
I_{c,b3} &= 9,64E+07 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned}
I_{s,c} &= I_{h,1} + I_w + I_{h,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3} \\
I_{s,c} &= 8,9E+07 + 2E+08 + 2,5E+09 + 1,1E+09 + 4,5E+07 + 9,6E+07 \\
I_{s,c} &= 4,05E+09 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákní betonového průřezu

$$\begin{aligned}
S_{el,c,1} &= Z_{p,el,2} = 329,1 \\
&\text{- průřezový modul}
\end{aligned}$$

- horní vlákní ocel průřezu

$$\begin{aligned}
W_{el,c,1} &= I_{s,c} / S_{el,c,1} / n = 4,1E+09 / 329 / 6,4 \\
W_{el,c,2} &= 7,9E+07 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- průřezový modul

$$\begin{aligned}
S_{el,s,1} &= h_{st} - Z_{p,el,2} = 630 - 471 = 159 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- dolní vlákní ocel průřezu

$$\begin{aligned}
W_{el,s,1} &= I_{s,c} / S_{el,s,1} = 4,1E+09 / 159 = 2,5E+07 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- průřezový modul

$$\begin{aligned}
S_{el,s,2} &= Z_{p,el,st} = 471 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- průřezový modul

$$\begin{aligned}
W_{el,s,2} &= I_{s,c} / S_{el,s,2} = 4,1E+09 / 471 = 8,6E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- horní vlákní stojiny

$$\begin{aligned}
S_{el,s,3} &= h_{st} - Z_{p,el,2} - t_2 = 630 - 471 - 20 \\
S_{el,s,3} &= 139 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- průřezový modul

$$\begin{aligned}
W_{el,s,3} &= I_{s,c} / S_{el,s,3} = 4,1E+09 / 139 = 2,9E+07 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- dolní vlákní stojiny

$$\begin{aligned}
S_{el,s,4} &= Z_{p,el,2} - t_2 = 471 - 30 = 441 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- průřezový modul

$$\begin{aligned}
W_{el,s,4} &= I_{s,c} / S_{el,s,4} = 4,1E+09 / 441 = 9,2E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice

$$\begin{aligned}
a &= 2 \times 4,0 \text{ mm} \\
x_{l,el} &= h_{st} - Z_{p,el,2} - t_{t1} / 2 \\
x_{l,el} &= 630 - 471 - 20 / 2 = 149,1 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- působíste smykových sil

- statický moment plochy

$$\begin{aligned}
S_{l,ig} &= A_{t,1} * x_{l,el} = 39\,130 * 149 \\
S_{l,ig} &= 5,8E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- krční svary dolní pásnice

- velikost svarů

$$\begin{aligned}
a &= 2 \times 6,0 \text{ mm} \\
x_{l,el} &= Z_{p,el,2} - t_2 / 2 \\
x_{l,el} &= 471 - 30 / 2 = 455,9 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- působíste smykových sil

- statický moment plochy

$$\begin{aligned}
S_{l,ig} &= A_{t,2} * x_{l,el} = 12\,000 * 456 \\
S_{l,ig} &= 5,5E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

#### 6.1.4.2 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslaběného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

neuvazuje se otvor 1

neuvazuje se otvor 2

neuvazuje se otvor 3

$A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0$	$A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0$	$A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600$
celkem $A_o = \Sigma = 600$		

- celková plocha oslaběného průřezu

$$A_{2,3,net} = A_{o,3} - A_o = 58\,090 - 600 = 57\,490 \text{ mm}^2$$

- návrhová hodnota

$$M_{d,net,Rd} = W_{d,net,1} * f_{y,s,k} = 3,4E+06 * 308,7$$

$$M_{d,net,Rd} = 1042,38 \text{ kNm}$$

#### 6.1.4.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu - krátkodobé působení

##### 6.1.4.4.1 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neosiabeného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- výška ocelobetonového průřezu  $h = 800 \text{ mm}$

- pracovní součinitel (krátkodobě)  $\eta_s = 6,40$

- plocha ocelového průřezu  $A_{st} = 22\,960 \text{ mm}^2$

- spolupůsobící šířka  $b_c = 700 \text{ mm}$

- vzdálenost neutrální osy ocel. průřezu  $Z_{st} = 212,9 \text{ mm}$  od dolních vláken

- Předpoklad: neutrální osa prochází stojinou

- pomocný součinitel

$$P_{pomoc} = \sqrt{1 + \frac{2 * b_c * (h - Z_{st})}{\eta_s * A_{st}}}$$

$$P_{pomoc} = \sqrt{1 + \frac{2 * 700 * (800 - 213)}{6,40 * 22\,960}}$$

$P_{pomoc} = 2,57$

- Poloha neutrální osy

$$\begin{aligned}
Z_{p,el,2} &= h + \frac{\eta_s * A_{st}}{b_c} \left( 1 - P_{pomoc} \right) \\
Z_{p,el,2} &= 800 + \frac{6,4 * 22\,960}{700} \left( 1 - 2,57 \right) \\
Z_{p,el,2} &= 470,9 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Předpoklad splněn

- tloušťka tlaceného betonu

$$Z_{c,el,2} = h - Z_{p,el,2} = 800 - 471 = 329,1 \text{ mm}$$

- plocha průřezů:

$$\begin{aligned}
A_{h,1} &= t_{t1} * b_{t1} = 20 * 200 = 4\,000 \text{ mm}^2 \\
A_w &= t_w * h_w = 12 * 580 = 6\,960 \text{ mm}^2 \\
A_{h,1} &= t_{t2} * b_{t2} = 30 * 400 = 12\,000 \text{ mm}^2 \\
A_{c,b1} &= c_{t1} * b_c / \eta_s = 170 * 700 / 6,4 = 18\,607 \text{ mm}^2 \\
A_{c,b2} &= t_{t1} * b_{c,2} / \eta_s = 20 * 500 / 6,4 = 1\,564 \text{ mm}^2 \\
h_{c,3} &= Z_{c,el} - c_{t1} - t_{t1} = 329 - 170 - 20 = 139 \text{ mm} \\
A_{c,b3} &= h_{c,3} * b_{c,3} / \eta_s = 139 * 688 / 6,4 = 14\,959 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

celkem  $A_{c,s} = \Sigma = 58\,090 \text{ mm}^2$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

$Z_{h,1} = 620 \text{ mm}$	$Z_{h,1} = 620 \text{ mm}$	oselový průřez - převládá z přechodného výpočtu
$Z_w = 320 \text{ mm}$	$Z_{h,2} = 15 \text{ mm}$	
$Z_{c,b1} = h - c_{t1} / 2 = 800 - 170 / 2$	$Z_{c,b1} = h - c_{t1} / 2 = 800 - 170 / 2$	
$Z_{c,b2} = Z_{h,1} = 620 \text{ mm}$	$Z_{c,b2} = Z_{h,1} = 620 \text{ mm}$	
$Z_{c,b3} = h - c_{t1} - t_{t1} - h_{c,3} / 2$	$Z_{c,b3} = h - c_{t1} - t_{t1} - h_{c,3} / 2$	
$Z_{c,b3} = 800 - 170 - 20 - 139 / 2$	$Z_{c,b3} = 540,5 \text{ mm}$	

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
I_{h,1} &= 1/12 * b_{t1}^3 * t_{t1}^3 + A_{h,1} * (Z_{h,1} - Z_{p,el,2})^2 \\
I_{h,1} &= 1/12 * 200^3 * 15^3 + 4\,000 * (620 - 471)^2 \\
I_{h,1} &= 8,89E+07 \text{ mm}^4 \\
I_w &= 1/12 * t_w^3 * h_w^3 + A_w * (Z_w - Z_{p,el,2})^2 \\
I_w &= 1/12 * 12^3 * 580^3 + 6\,960 * (320 - 471)^2 \\
I_w &= 1,89E+08 \text{ mm}^4 \\
I_{h,2} &= 1/12 * b_{t2}^3 * t_{t2}^3 + A_{h,2} * (Z_{h,2} - Z_{p,el,2})^2 \\
I_{h,2} &= 1/12 * 400^3 * 30^3 + 12\,000 * (15 - 471)^2 \\
I_{h,2} &= 2,49E+09 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
 I_{b,1} &= \frac{1}{12} \cdot b_{t1} \cdot t_{t1} \cdot \lambda^3 + A_{b,1} \cdot \left( Z_{b,1} - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,1} &= \frac{1}{12} \cdot 200 \cdot 20 \cdot \lambda^3 + 4\,000 \cdot \left( 620 - 371 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,1} &= 2,48E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_w &= \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot h_w \cdot \lambda^3 + A_w \cdot \left( Z_w - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_w &= \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 580 \cdot \lambda^3 + 6\,960 \cdot \left( 320 - 371 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_w &= 4,85E+07 \text{ mm}^4 \\
 I_{b,2} &= \frac{1}{12} \cdot b_{t2} \cdot t_{t2} \cdot \lambda^3 + A_{b,2} \cdot \left( Z_{b,2} - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,2} &= \frac{1}{12} \cdot 400 \cdot 30 \cdot \lambda^3 + 12\,000 \cdot \left( 15 - 371 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,2} &= 1,52E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot b_c \cdot c_{t1} \cdot \lambda^3 + A_{b,3} \cdot \left( Z_{b,3} - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot 700 \cdot 170 \cdot \lambda^3 + 18\,607 \cdot \left( 715 - 371 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= 2,25E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot b_{c,2} \cdot t_{t1} \cdot \lambda^3 + A_{b,3} \cdot \left( Z_{b,3} - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 20 \cdot \lambda^3 + 1\,564 \cdot \left( 620 - 371 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= 9,72E+07 \text{ mm}^4 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot b_{c,3} \cdot h_w \cdot \lambda^3 + A_{b,3} \cdot \left( Z_{b,3} - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot 688 \cdot 580 \cdot \lambda^3 + 62\,396 \cdot \left( 320 - 371 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= 1,91E+09 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned}
 I_{b,c} &= I_{b,1} + I_w + I_{b,2} + I_{b,3} + I_{c,b3} \\
 I_{b,c} &= 2,5E+08 + 5E+07 + 1,5E+09 + 2,2E+09 + 9,7E+07 + 1,9E+09 \\
 I_{b,c} &= 6,07E+09 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,c,1} &= h - Z_{g,el,st} = 800 - 371 = 429 \text{ mm} \\
 W_{el,2,c,1} &= I_{b,c} / S_{el,c,1} = 6,1E+09 / 429 = 6,4 \\
 W_{el,2,c,1} &= 1,4E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- horní vlákná ocel průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,el,st} = 630 - 371 = 259 \text{ mm} \\
 W_{el,2,st,1} &= I_{st,c} / S_{el,st,1} = 6,1E+09 / 259 = 2,3E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- dolní vlákná ocel průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,2} &= Z_{g,el,st} = 371 \text{ mm} \\
 W_{el,2,st,2} &= I_{st,c} / S_{el,st,2} = 6,1E+09 / 371 = 1,6E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- horní vlákná stojiny
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,el,st} - t_{t2} = 630 - 371 - 20 \\
 S_{el,st,3} &= 239 \text{ mm} \\
 W_{el,2,st,3} &= I_{st,c} / S_{el,st,3} = 6,1E+09 / 239 = 2,5E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- dolní vlákná stojiny
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,4} &= Z_{g,el,st} - t_{t2} = 371 - 30 = 341 \text{ mm} \\
 W_{el,2,st,4} &= I_{st,c} / S_{el,st,4} = 6,1E+09 / 341 = 1,8E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice
 
$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times 4,0 \text{ mm} \\
 x_{l,el} &= h_{st} - Z_{g,el,st} - t_{t1} / 2 \\
 x_{l,el} &= 630 - 371 - 20 / 2 = 249,2 \text{ mm} \\
 S_{l,el} &= A_{t,1} \cdot x_{l,el} = 86\,567 \cdot 249 \\
 S_{l,el} &= 2,2E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- krční svary dolní pásnice
 
$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times 6,0 \text{ mm} \\
 x_{l,el} &= Z_{g,el,st} - t_{t2} / 2 \\
 x_{l,el} &= 371 - 30 / 2 = 358,5 \text{ mm} \\
 S_{l,el} &= A_{t,2} \cdot x_{l,el} = 12\,000 \cdot 356 \\
 S_{l,el} &= 4,3E+06 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot d_3 \cdot \lambda^3 + A_{b,3} \cdot \left( Z_{b,1} - Z_{g,al,2} \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 50 \cdot \lambda^3 + 600 \cdot \left( 130 - 471 \right) \cdot \lambda^2 \\
 I_{b,3} &= 6,99E+07 \text{ mm}^4 \\
 I_{b,3} &= 6,99E+07 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{b,c,net} = I_{b,3} - I_{b,3} = 4,1E+09 - 6,99E+07 = 4,0E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{nel,c,1} &= Z_{c,al,2} = 329,1 \\
 W_{el,c,net} &= I_{b,c,net} / S_{nel,c,1} = 4,0E+09 / 329 = 6,4 \\
 W_{el,c,net} &= 7,7E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- horní vlákná ocel průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,al,2} = 630 - 471 = 159 \text{ mm} \\
 W_{el,st,1,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,1} = 4,0E+09 / 159 = 2,5E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- dolní vlákná ocel průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,2} &= Z_{g,el,st} = 471 \text{ mm} \\
 W_{el,st,2,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,2} = 4,0E+09 / 471 = 8,5E+06 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- horní vlákná stojiny
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,al,2} - t_{t2} = 630 - 471 - 20 \\
 S_{el,st,3} &= 139 \text{ mm} \\
 W_{el,st,3,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,3} = 4,0E+09 / 139 = 2,9E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- dolní vlákná stojiny
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,4} &= Z_{g,al,2} - t_{t2} = 471 - 30 = 441 \text{ mm} \\
 W_{el,st,4,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,4} = 4,0E+09 / 441 = 9,0E+06 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

### 6.1.4.4.3 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

#### Pro krátkodobá zatížení a s působení betonu v tahu

- plocha průřezů:

$$\begin{aligned}
 A_{b,1} &= t_{t1} \cdot b_{t1} = 20 \cdot 200 = 4\,000 \text{ mm}^2 \\
 A_w &= t_w \cdot h_w = 12 \cdot 580 = 6\,960 \text{ mm}^2 \\
 A_{b,1} &= c_{t1} \cdot b_c / n_b = 170 \cdot 700 / 6,4 = 18\,607 \text{ mm}^2 \\
 A_{b,3} &= I_{t1} \cdot b_{c,2} / n_b = 20 \cdot 500 / 6,4 = 1\,564 \text{ mm}^2 \\
 A_{b,3} &= h_w \cdot b_{c,3} / n_b = 580 \cdot 688 / 6,4 = 62\,396 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- celkem

$$A_{g,s} = \sum = 105\,527 \text{ mm}^2$$

- poloha těžišť od spodní hrany dolní pásnice

horní pásnice  $Z_{b,1} = 620 \text{ mm}$

stojina  $Z_w = 320 \text{ mm}$

horní pásnice  $Z_{b,2} = 15 \text{ mm}$

beton  $Z_{c,b1} = h - c_{t1} / 2 = 800 - 170 / 2 = 715$

$Z_{c,b2} = Z_{b,1} = 620 \text{ mm}$

$Z_{c,b3} = Z_w = 320 \text{ mm}$

- celkové těžiště

$$\begin{aligned}
 S_{g,celkem} &= A_{b,1} \cdot Z_{b,1} + A_w \cdot Z_w + A_{b,2} \cdot Z_{b,2} + A_{b,3} \cdot Z_{b,3} \\
 S_{g,celkem} &= 4\,000 \cdot 620 + 6\,960 \cdot 320 + 15 \cdot 15 + 1\,564 \cdot 620 + 62\,396 \cdot 320 \\
 S_{g,celkem} &= 39127578,2 \text{ mm}^3 \\
 Z_{g,el,st} &= \frac{S_{g,celkem}}{A_{g,s}} = \frac{39127578,2}{105\,527} = 370,78 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

od dolních vláken

6.1.4.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

neuvažuje se otvor 1	$A_{o,1}$	$=$	$t_w$	$\cdot$	$d_1$	$=$	12	$\cdot$	22	$=$	0
neuvažuje se otvor 2	$A_{o,2}$	$=$	$t_w$	$\cdot$	$d_2$	$=$	12	$\cdot$	22	$=$	0
otvor 3	$A_{o,3}$	$=$	$t_w$	$\cdot$	$d_3$	$=$	12	$\cdot$	50	$=$	600
celkem	$A_o$	$=$							$\Sigma$	$=$	600

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{z,s,net} = A_{z,s} - A_o = 105\,527 - 600 = 104\,927 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$I_{o,3} = \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot d_3^3 + A_{o,3} \cdot \left( z_{o,1,1} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{o,3} = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 50^3 + 600 \cdot \left( 130 - 0 \right)^2$$

$$I_{o,3} = 1,03E+07 \text{ mm}^4$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{g,el,net} = I_{gt} - I_{o,3} = 6,1E+09 - 1,03E+07 = 6,1E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu

$$S_{rel,el,1} = 429,2 \text{ mm}$$

viz předchozí výpočet

- průřezový modul

$$W_{el,2,el,net} = I_{g,el,net} / S_{g,el,1} / n = 6,1E+09 / 429 / 6,4$$

$$W_{el,2,el,net} = 1,4E+07 \text{ mm}^3$$

- horní vlákná ocel průřezu

$$S_{rel,el,1} = 259 \text{ mm}$$

viz předchozí výpočet

- průřezový modul

$$W_{el,2,el,1,net} = I_{g,el,1} / S_{g,el,1} = 6,1E+09 / 259 = 2,3E+07 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná ocel průřezu

$$S_{rel,el,2} = 371 \text{ mm}$$

viz předchozí výpočet

- průřezový modul

$$W_{el,2,el,2,net} = I_{g,el,1} / S_{g,el,2} = 6,1E+09 / 371 = 1,6E+07 \text{ mm}^3$$

- horní vlákná stojiny

$$S_{rel,el,3} = 239 \text{ mm}$$

viz předchozí výpočet

- průřezový modul

$$W_{el,2,el,3,net} = I_{g,el,1} / S_{g,el,3} = 6,1E+09 / 239 = 2,5E+07 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná stojiny

$$S_{rel,el,4} = 341 \text{ mm}$$

viz předchozí výpočet

- průřezový modul

$$W_{el,2,el,4,net} = I_{g,el,1} / S_{g,el,4} = 6,1E+09 / 341 = 1,8E+07 \text{ mm}^3$$

6.1.4.5 Pružná analýza ocelobetonového průřezu - dlouhodobé působení

6.1.4.5.1 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- výška ocelobetonového průřezu

$$h = 770 \text{ mm}$$

- pracovní součinitel (krátkodobé)

$$\eta_s = 19,19$$

- plocha ocelového průřezu

$$A_{st} = 22960 \text{ mm}^2$$

- spolupůsobící šířka

$$b_c = 700 \text{ mm}$$

- vzdálenost neutrální osy ocel. průřezu

$$z_{st} = 212,9 \text{ mm}$$

od dolních vláken

- Předpoklad: neutrální osa prochází stojinou

- pomocný součinitel

$$P_{pomoc} = \sqrt[3]{\frac{1 + 2 \cdot b_c \cdot \left( h - z_{st} \right)}{2 \cdot 700 \cdot \left( \frac{770}{19,19} - 213 \right)}}$$

$$P_{pomoc} = 1,66$$

- Poloha neutrální osy

$$z_{g,el,2} = h + \frac{\eta_s \cdot A_{st}}{b_c} \cdot \left( 1 - P_{pomoc} \right)$$

$$z_{g,el,2} = 770 + \frac{19 \cdot 22960}{700} \cdot \left( 1 - 1,66 \right)$$

$$z_{g,el,2} = 351,8 \text{ mm}$$

Předpoklad splněn

- tloušťka tlaceného betonu

$$z_{c,el,2} = h - z_{g,el,2} = 770 - 352 = 418,2 \text{ mm}$$

- plocha průřezu:

$$A_{h,1} = t_{f1} \cdot b_{f1} = 20 \cdot 200 = 4\,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{h,2} = t_w \cdot h_w = 12 \cdot 580 = 6\,960 \text{ mm}^2$$

$$A_{h,3} = t_2 \cdot b_2 = 30 \cdot 400 = 12\,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{h,3,1} = c_{f1} \cdot b_{c,2} / n_s = 170 \cdot 19,2 = 6\,202 \text{ mm}^2$$

$$A_{h,3,2} = t_{f1} \cdot b_{c,2} / n_s = 20 \cdot 500 / 19,2 = 521 \text{ mm}^2$$

$$I_{h,3} = z_{c,el} \cdot c_{f1} - t_{f1} = 418 - 170 - 20 = 228 \text{ mm}$$

$$A_{h,3,3} = h_{c,3} \cdot b_{c,3} / n_s = 228 \cdot 688 / 19,2 = 8\,183 \text{ mm}^2$$

$$\text{celkem } A_{z,s} = \Sigma = 37\,867 \text{ mm}^2$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní psanice

$$z_{h,1} = 620 \text{ mm}$$

$$z_{h,2} = 320 \text{ mm}$$

$$z_{h,2} = 15 \text{ mm}$$

$$z_{c,b,1} = h - c_{f1} / 2 = 770 - 170 / 2$$

$$z_{c,b,1} = 685 \text{ mm}$$

$$z_{c,b,2} = z_{h,1} = 620 \text{ mm}$$

$$z_{c,b,3} = h - c_{f1} - t_{f1} - h_{c,3} / 2$$

$$z_{c,b,3} = 770 - 170 - 20 - 228 / 2$$

$$z_{c,b,3} = 465,9 \text{ mm}$$

$$\text{celkový moment setrvačnosti jednotlivých částí}$$

$$I_{h,1} = \frac{1}{12} \cdot b_{f1} \cdot t_{f1}^3 + A_{h,1} \cdot \left( z_{h,1} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{h,1} = \frac{1}{12} \cdot 200 \cdot 12^3 + 4\,000 \cdot \left( 620 - 352 \right)^2$$

$$I_{h,1} = 2,88E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{h,2} = \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot h_w^3 + A_{h,2} \cdot \left( z_{h,2} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{h,2} = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 580^3 + 6\,960 \cdot \left( 320 - 352 \right)^2$$

$$I_{h,2} = 1,72E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_{h,2} = \frac{1}{12} \cdot b_2 \cdot t_2^3 + A_{h,2} \cdot \left( z_{h,2} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{h,2} = \frac{1}{12} \cdot 400 \cdot 30^3 + 12\,000 \cdot \left( 15 - 352 \right)^2$$

$$I_{h,2} = 1,36E+09 \text{ mm}^4$$

$$I_{c,b,1} = \frac{1}{12} \cdot b_c \cdot c_{f1}^3 + A_{c,b,1} \cdot \left( z_{c,b,1} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{c,b,1} = \frac{1}{12} \cdot 19 \cdot 700^3 + 6\,202 \cdot \left( 685 - 352 \right)^2$$

$$I_{c,b,1} = 7,17E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{c,b,2} = \frac{1}{12} \cdot b_{c,2} \cdot t_{f1}^3 + A_{c,b,2} \cdot \left( z_{c,b,2} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{c,b,2} = \frac{1}{12} \cdot 19 \cdot 500^3 + 521 \cdot \left( 620 - 352 \right)^2$$

$$I_{c,b,2} = 4,79E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_{c,b,3} = \frac{1}{12} \cdot b_{c,3} \cdot h_{c,3}^3 + A_{c,b,3} \cdot \left( z_{c,b,3} - z_{g,el,2} \right)^2$$

$$I_{c,b,3} = \frac{1}{12} \cdot 688 \cdot 228^3 + 8\,183 \cdot \left( 466 - 352 \right)^2$$

$$I_{c,b,3} = 1,42E+08 \text{ mm}^4$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$I_{h,c} = I_{h,1} + I_{h,2} + I_{c,b,1} + I_{c,b,2} + I_{c,b,3}$$

$$I_{h,c} = 2,9E+08 + 2E+07 + 1,4E+09 + 7,2E+08 + 4,8E+07 + 1,4E+08$$

$$I_{h,c} = 2,57E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu

$$S_{rel,el,1} = z_{c,el,2} = 418,2$$

- průřezový modul

$$W_{el,el,1} = I_{h,c} / S_{rel,el,1} / n = 2,6E+09 / 418 / 19$$

$$W_{el,el,1} = 3,2E+05 \text{ mm}^3$$

- horní vlákná ocel průřezu

$$S_{rel,el,1} = h_{st} - z_{g,el,2} = 630 - 352 = 278 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{el,el,1} = I_{g,el,1} / S_{rel,el,1} = 2,6E+09 / 278 = 9,3E+06 \text{ mm}^3$$

- dolní vlákná ocel průřezu

$$S_{rel,el,2} = z_{f1,el,1} = 352 \text{ mm}$$

- průřezový modul

$$W_{el,el,2} = I_{h,c} / S_{rel,el,2} = 2,6E+09 / 352 = 7,3E+06 \text{ mm}^3$$

- horní vlákná stojiny

$$S_{rel,el,3} = h_{st} - z_{g,el,2} - t_{f2} = 630 - 352 - 20$$

$$S_{rel,el,3} = 258 \text{ mm}$$

6.1.4.5.3 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a s působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

$$\begin{aligned} A_{n,1} &= t_{r1} \cdot b_{r1} = 20 \cdot 200 = 4\,000 \text{ mm}^2 \\ A_w &= t_w \cdot h_w = 12 \cdot 580 = 6\,960 \text{ mm}^2 \\ A_{rl} &= t_{r2} \cdot b_{r2} = 30 \cdot 400 = 12\,000 \text{ mm}^2 \\ A_{n,1} &= c_{r1} \cdot b_c \cdot n_b = 170 \cdot 700 / 19 = 6\,202 \text{ mm}^2 \\ A_{c,32} &= t_{r1} \cdot b_{c,2} / n_b = 20 \cdot 500 / 19 = 521 \text{ mm}^2 \\ A_{c,33} &= h_w \cdot b_{c,3} / n_b = 580 \cdot 688 / 19 = 20\,799 \text{ mm}^2 \\ \text{celkem} \quad A_{2,s} &= \Sigma = 50\,482 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

horní pásnice  $z_{n,1} = 620 \text{ mm}$   
stojina  $z_w = 320 \text{ mm}$   
horní pásnice  $z_{n,2} = 15 \text{ mm}$   
beton  $z_{c,b1} = h - c_{r1} / 2 = 770 - 170 / 2 = 685$   
 $z_{c,32} = z_{n,1} = 620 \text{ mm}$   
 $z_{c,33} = z_w = 320 \text{ mm}$

- celkové těžiště

$$\begin{aligned} S_{y,\text{celkem}} &= A_{n,1} \cdot z_{n,1} + A_w \cdot z_w + A_{rl} \cdot z_{n,2} + \\ &+ A_{c,b1} \cdot z_{c,b1} + A_{c,32} \cdot z_{c,32} + A_{c,33} \cdot z_{c,33} \\ S_{y,\text{celkem}} &= 4\,000 \cdot 620 + 6\,960 \cdot 320 + 12\,000 \cdot 15 + \\ &+ 6\,202 \cdot 685 + 521 \cdot 620 + 20\,799 \cdot 320 \\ S_{y,\text{celkem}} &= 16\,114\,585.5 \text{ mm}^3 \\ z_{y,\text{el,at}} &= \frac{S_{y,\text{celkem}}}{A_{2,s}} = \frac{16\,114\,585.52}{50\,482} = 319.21 \text{ mm} \quad \text{od dolních vláken} \end{aligned}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned} I_{n,1} &= 1/12 \cdot b_{r1} \cdot t_{r1}^3 + A_{n,1} \cdot (z_{n,1} - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_{n,1} &= 1/12 \cdot 200 \cdot 20^3 + 4\,000 \cdot (620 - 319)^2 \quad \wedge^2 \\ I_{n,1} &= 3\,62\text{E}+08 \text{ mm}^4 \\ I_w &= 1/12 \cdot t_w \cdot h_w^3 + A_w \cdot (z_w - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_w &= 1/12 \cdot 12 \cdot 580^3 + 6\,960 \cdot (320 - 319)^2 \quad \wedge^2 \\ I_w &= 1\,02\text{E}+07 \text{ mm}^4 \\ I_{n,2} &= 1/12 \cdot b_{r2} \cdot t_{r2}^3 + A_{n,2} \cdot (z_{n,2} - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_{n,2} &= 1/12 \cdot 400 \cdot 30^3 + 12\,000 \cdot (15 - 319)^2 \quad \wedge^2 \\ I_{n,2} &= 1\,11\text{E}+09 \text{ mm}^4 \\ I_{c,b1} &= 1/12 \cdot b_c \cdot c_{r1}^3 + A_{c,b1} \cdot (z_{c,b1} - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_{c,b1} &= 1/12 \cdot 700 \cdot 170^3 + 6\,202 \cdot (685 - 319)^2 \quad \wedge^2 \\ I_{c,b1} &= 8\,45\text{E}+08 \text{ mm}^4 \\ I_{c,32} &= 1/12 \cdot b_{c,2} \cdot t_{r1}^3 + A_{c,32} \cdot (z_{c,32} - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_{c,32} &= 1/12 \cdot 500 \cdot 20^3 + 521 \cdot (620 - 319)^2 \quad \wedge^2 \\ I_{c,32} &= 4\,72\text{E}+07 \text{ mm}^4 \\ I_{c,33} &= 1/12 \cdot b_{c,3} \cdot h_w^3 + A_{c,33} \cdot (z_{c,33} - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_{c,33} &= 1/12 \cdot 688 \cdot 580^3 + 20\,799 \cdot (320 - 319)^2 \quad \wedge^2 \\ I_{c,33} &= 5\,83\text{E}+08 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned} I_{n,c} &= I_{n,1} + I_w + I_{n,2} + I_{c,b1} + I_{c,32} + I_{c,33} \\ I_{n,c} &= 3.6\text{E}+08 + 1\text{E}+07 + 1.1\text{E}+09 + 8.4\text{E}+08 + 4.7\text{E}+07 + 5.8\text{E}+08 \\ I_{n,c} &= 2.96\text{E}+09 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu

$$\begin{aligned} S_{n,c,1} &= h - z_{y,\text{el,at}} = 800 - 319 = 481 \text{ mm} \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,2,c,1} &= I_{n,c} / S_{n,c,1} \\ W_{n,2,c,1} &= 3.2\text{E}+05 \text{ mm}^3 \\ \text{horní vlákná ocel průřezu} \quad S_{n,at,1} &= h_{at} - z_{y,\text{el,at}} = 630 - 319 = 311 \text{ mm} \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,2,at,1} &= I_{n,c} / S_{n,at,1} = 3.0\text{E}+09 / 311 = 9.5\text{E}+06 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- průřezový modul  $W_{n,at,3} = I_{n,c} / S_{n,at,3} = 2.8\text{E}+09 / 258 = 1.0\text{E}+07 \text{ mm}^3$   
- dolní vlákná stojiny  $S_{n,at,4} = z_{y,\text{el,2}} - t_{c2} = 352 - 30 = 322 \text{ mm}$   
průřezový modul  $W_{n,at,4} = I_{n,c} / S_{n,at,4} = 2.8\text{E}+09 / 322 = 8.0\text{E}+06 \text{ mm}^3$   
- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech  
- krční svarů  $x_{rl,el} = 630 - 352 - 20 / 2 = 268.2 \text{ mm}$   
- působíště smykových sil  $S_{rl,g} = A_{n,1} \cdot x_{rl,el} = 5.1\text{E}+06 \text{ mm}^3$   
- statický moment plochy  $S_{rl,g} = 5.1\text{E}+06 \text{ mm}^3$   
- krční svary dolní pásnice  $a = 2 \cdot x \cdot 4.0 \text{ mm}$   
- velikost svarů  $x_{rl,el} = z_{y,\text{el,2}} - t_{c2} / 2 = 268.2 \text{ mm}$   
- působíště smykových sil  $x_{rl,el} = 352 - 30 / 2 = 336.8 \text{ mm}$   
- statický moment plochy  $S_{rl,g} = A_{c,2} \cdot x_{rl,el} = 12\,000 \cdot 337$   
 $S_{rl,g} = 4.0\text{E}+06 \text{ mm}^3$

6.1.4.5.2 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

neuvažuje se otvor 1  $A_{o,1} = t_w \cdot d_1 = 12 \cdot 22 = 0$   
neuvažuje se otvor 2  $A_{o,2} = t_w \cdot d_2 = 12 \cdot 22 = 0$   
otvor 3  $A_{o,3} = t_w \cdot d_3 = 12 \cdot 50 = 600$   
celkem  $A_o = \Sigma = 600$

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{2,s,\text{net}} = A_{2,s} - A_o = 37\,867 - 600 = 37\,267 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned} I_{o,3} &= 1/12 \cdot t_w \cdot d_3^3 + A_{o,3} \cdot (z_{o,1,1} - z_{y,\text{el,2}})^2 \quad \wedge^2 \\ I_{o,3} &= 1/12 \cdot 12 \cdot 50^3 + 600 \cdot (130 - 352)^2 \quad \wedge^2 \\ I_{o,3} &= 2.96\text{E}+07 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{n,c,\text{net}} = I_{n,c} - I_{o,3} = 2.8\text{E}+09 - 2.96\text{E}+07 = 2.5\text{E}+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu

$$\begin{aligned} S_{n,c,1} &= z_{y,\text{el,2}} = 418.2 \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,c,\text{net}} &= I_{n,c,\text{net}} / S_{n,c,1} \\ W_{n,c,\text{net}} &= 6.1\text{E}+06 \text{ mm}^3 \\ \text{horní vlákná ocel průřezu} \quad S_{n,at,1} &= h_{at} - z_{y,\text{el,2}} = 630 - 352 = 278 \text{ mm} \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,at,1,\text{net}} &= I_{n,c} / S_{n,at,1} = 2.5\text{E}+09 / 278 = 9.1\text{E}+06 \text{ mm}^3 \\ \text{dolní vlákná ocel průřezu} \quad S_{n,at,2} &= z_{y,\text{el,at}} = 352 \text{ mm} \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,at,2,\text{net}} &= I_{n,c} / S_{n,at,2} = 2.5\text{E}+09 / 352 = 7.2\text{E}+06 \text{ mm}^3 \\ \text{horní vlákná stojiny} \quad S_{n,at,3} &= h_{rl} - z_{y,\text{el,2}} - t_{c2} = 630 - 352 - 20 \\ S_{n,at,3} &= 258 \text{ mm} \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,at,3,\text{net}} &= I_{n,c} / S_{n,at,3} = 2.5\text{E}+09 / 258 = 9.9\text{E}+06 \text{ mm}^3 \\ \text{dolní vlákná stojiny} \quad S_{n,at,4} &= z_{y,\text{el,2}} - t_{c2} = 352 - 30 = 322 \text{ mm} \\ \text{průřezový modul} \quad W_{n,at,4,\text{net}} &= I_{n,c} / S_{n,at,4} = 2.5\text{E}+09 / 322 = 7.9\text{E}+06 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

6. Průřezové charakteristiky

6.1.5. Krajiní nosník, rekapitulace analýzy průřezu - polovina rozpětí

6.1.5.1. Plastická analýza

Průřez	ocelový		ocelobetonový
	neoslabený	oslabený	neoslabený
Kapitola	6.1.4.1.1	6.1.4.1.2	6.1.4.2.1
Klasifikace průřezu	3	3	1
Smyková plocha, svislá	6 960.0	6 360.0	6 960.0
Únosnost ve smyku	1 240.4	1 133.5	1 240.4
Poloha neutrální osy	29.5	29.5	317.8
Mezní moment	1 404.0	1 369.7	3 541.3
MM bez stojiny	770.0	0.0	3 229.8
Normálová síla -horní	0.0	0.0	10 211.5
Normálová síla -dolní	0.0	0.0	3 495.7

6.1.5.2. Pružná analýza

6.1.5.2.1 Ocelový průřez

Průřez	ocelový	
	neoslabený	oslabený
Kapitola	6.1.4.3.1	6.1.4.3.2
Klasifikace průřezu	3	3
Pracovní soudinitel	-	-
Tah v betonu	-	-
Ideální plocha průřezu	22 960.0	22 432.0
Smyková plocha, svislá	6 960.0	6 360.0
Únosnost ve smyku	1 240.4	1 133.5
Ideální moment setrvačnosti	1 408 873 905	1 408 578 245
pro deformaci mom. setrv.	1 408 726 075	
N.O. spodní hrana	212.9	212.9
Průřezový modul	0.0	0.0
excentrita	0.0	0.0
Horní vlákna betonu(H.V.bet.)	3 377 437	3 376 729
Horní vlákna ocel.(H.V. ocel.)	417.1	417.1
excentrita	6 618 871	6 617 482
Dolní vlákna ocel.(D.V. ocel.)	212.9	212.9
excentrita	3 547 524	3 546 780
Horní vlákna stojiny (H.V.stoj.)	397.1	397.1
excentrita	7 704 779	7 703 162
Dolní vlákna stojiny (D.V.stoj.)	182.9	182.9
excentrita	1 199.0	1 198.7
Únosnost průřezu- char.	M <sub>el,Rd</sub>	kNm
Únosnost průřezu- nav.	M <sub>el,Rk</sub>	kNm
Sy - horní krční svar	S <sub>f1,g</sub>	mm <sup>3</sup>
Sy - dolní krční svar	S <sub>f2,g</sub>	mm <sup>3</sup>

- dolní vlákna ocel průřezu
  - $S_{el,sl,2}$  =  $Z_{p,el,sl}$  = 319 mm
  - průřezový modul
    - $W_{el,sl,2}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,2}$  = 3.0E+09 / 319 = 9.3E+06 mm<sup>3</sup>
  - horní vlákna stojiny
    - $S_{el,sl,3}$  =  $h_{st}$  -  $Z_{p,el,sl}$  -  $t_2$  = 630 - 319 - 20 mm
    - průřezový modul
      - $W_{el,sl,3}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,3}$  = 3.0E+09 / 291 = 1.0E+07 mm<sup>3</sup>
    - dolní vlákna stojiny
      - $S_{el,sl,4}$  =  $Z_{p,el,sl}$  -  $t_2$  = 319 - 30 = 289 mm
      - průřezový modul
        - $W_{el,sl,4}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,4}$  = 3.0E+09 / 289 = 1.0E+07 mm<sup>3</sup>
  - Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech
    - krční svary horní pásnice
      - velikost svaru
        - $x_{f,sl}$  = 630 - 319 - 20 / 2 = 300.8 mm
      - působíste smykových sil
        - $S_{f,sl}$  =  $A_{sl,1}$  \*  $x_{f,sl}$  = 31 522 \* 301 mm<sup>3</sup>
      - statický moment plochy
        - $S_{f,g}$  = 9.5E+06 mm<sup>3</sup>
    - krční svary dolní pásnice
      - velikost svaru
        - $x_{f,sl}$  =  $Z_{p,el,sl}$  -  $t_2$  / 2 = 304.2 mm
      - působíste smykových sil
        - $S_{f,sl}$  =  $A_{sl,2}$  \*  $x_{f,sl}$  = 12 000 \* 304 mm<sup>3</sup>
      - statický moment plochy
        - $S_{f,g}$  = 3.7E+06 mm<sup>3</sup>

6.1.5.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezů:
  - neuvažuje se otvor 1  $A_{o,1}$  =  $t_w$  \*  $d_1$  = 12 \* 22 = 0
  - neuvažuje se otvor 2  $A_{o,2}$  =  $t_w$  \*  $d_2$  = 12 \* 22 = 0
  - otvor 3  $A_{o,3}$  =  $t_w$  \*  $d_3$  = 12 \* 50 = 600
  - celkem  $A_o$  =  $\Sigma$  = 600
- celková plocha oslabeného průřezu
  - $A_{a,sl,net}$  =  $A_{a,s}$  -  $A_o$  = 50 482 - 600 = 49 882 mm<sup>2</sup>
- momenty setrvačnosti jednotlivých částí
  - $I_{o,3}$  = 1/12 \*  $t_w$  \*  $d_3$  ^3 +  $A_{o,3}$  \* (  $Z_{n,1}$  -  $Z_{p,sl,2}$  ) ^2
  - $I_{o,3}$  = 1/12 \* 12 \* 50 ^3 + 600 \* ( 130 - 0 ) ^2
  - $I_{o,3}$  = 1.03E+07 mm<sup>4</sup>
- celkový moment setrvačnosti
  - $I_{sl,c,net}$  =  $I_{sl,t}$  -  $I_{o,3}$  = 3.0E+09 - 1.03E+07 = 2.9E+09 mm<sup>4</sup>
- Průřezové moduly:
  - horní vlákna betonového průřezu
    - $S_{net,c,1}$  = 480.8 mm viz předchozí výpočet
    - průřezový modul
      - $W_{el,2,c,net}$  =  $I_{sl,c,net}$  /  $S_{el,c,1}$  /  $n$  = 2.9E+09 / 481 / 19
    - horní vlákna ocel průřezu
      - $W_{el,2,c,net}$  = 6.1E+06 mm<sup>3</sup>
  - horní vlákna ocel průřezu
    - $S_{el,sl,1}$  = 311 mm viz předchozí výpočet
    - průřezový modul
      - $W_{el,2,sl,1,net}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,1}$  = 2.9E+09 / 311 = 9.5E+06 mm<sup>3</sup>
  - dolní vlákna ocel průřezu
    - $S_{el,sl,2}$  = 319 mm viz předchozí výpočet
    - průřezový modul
      - $W_{el,2,sl,2,net}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,2}$  = 2.9E+09 / 319 = 9.2E+06 mm<sup>3</sup>
  - horní vlákna stojiny
    - $S_{el,sl,3}$  = 291 mm viz předchozí výpočet
    - průřezový modul
      - $W_{el,2,sl,3,net}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,3}$  = 2.9E+09 / 291 = 1.0E+07 mm<sup>3</sup>
  - dolní vlákna stojiny
    - $S_{el,sl,4}$  = 289 mm viz předchozí výpočet
    - průřezový modul
      - $W_{el,2,sl,4,net}$  =  $I_{sl,c}$  /  $S_{el,sl,4}$  = 2.9E+09 / 289 = 1.0E+07 mm<sup>3</sup>

6.1.5.2.3 Ocelobetonový průřez - dlouhodobé zatížení

Průřez	Ocelobetonový průřez - dlouhodobé zatížení			
	Nepůsobí		Působí	
	neoslabený	oslabený	neoslabený	oslabený
Tah v betonu	6.1.4.1.5.1	6.1.4.1.5.2	6.1.4.1.5.3	6.1.4.1.5.4
Kapitola	1	1	1	1
Klasifikace průřezu	19.19	19.19	19.19	19.19
Pracovní součinitel	37 866.5	37 266.5	50 482.3	49 882.3
Ideální plocha průřezu	6 960.0	6 360.0	6 960.0	6 360.0
A mm <sup>2</sup>				
A <sub>w</sub> mm <sup>2</sup>				
Smyková plocha, svislá	1 240.4	1 133.5	1 240.4	1 133.5
Únosnost ve smyku	2 573 348 079	2 543 703 622	2 957 733 055	2 947 468 055
V <sub>RD</sub> kN				
Ideální moment setrvačnosti		2 765 540 567		
I mm <sup>4</sup>				
I <sub>l</sub> mm <sup>4</sup>				
pro deformaci mom. setrv.				
N.O. spodní hrana	351.8	351.8	319.2	319.2
H.V.bet				
Průřezový modul	185 863 203.8	185 863 203.8	161 664 842.9	161 664 842.9
W <sub>el2,c1</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	418.2	418.2	480.8	480.8
S <sub>el2,c1</sub> mm				
H.V.ocel				
Průřezový modul	14 562 705.7	14 311 542.3	19 540 037.7	19 507 008.7
W <sub>el,st1</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	278.2	278.2	310.8	310.8
S <sub>el,st1</sub> mm				
D.V.ocel				
Průřezový modul	11 515 401.2	11 316 794.8	19 024 272.1	18 992 114.9
W <sub>el,st2</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	351.8	351.8	319.2	319.2
S <sub>el,st2</sub> mm				
H.V.sto				
Průřezový modul	15 690 761.1	15 420 142.1	20 883 978.7	20 848 678.0
W <sub>el,st3</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	258.2	258.2	290.8	290.8
S <sub>el,st3</sub> mm				
D.V.stoj				
Průřezový modul	12 588 902.5	12 371 781.3	20 997 656.6	20 962 163.7
W <sub>el,st4</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	321.8	321.8	289.2	289.2
S <sub>el,st4</sub> mm				
H.B.výztuž				
Průřezový modul	10 174 049.7	9 998 577.6	14 096 967.8	14 073 139.3
W <sub>el,s1</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	398.2	398.2	430.8	430.8
S <sub>el,s1</sub> mm				
D.B.výztuž				
Průřezový modul	18 264 470.3	17 949 462.4	32 095 029.3	32 040 778.2
W <sub>el,s2</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	221.8	221.8	189.2	189.2
S <sub>el,s2</sub> mm				
Sy - horní krční svar	5 070 567	-	-	-
S <sub>f1,g</sub> mm <sup>3</sup>				
Sy - dolní krční svar	4 041 704	-	-	-
S <sub>f2,g</sub> mm <sup>3</sup>				

6.1.5.2.2 Ocelobetonový průřez - krátkodobé zatížení

Průřez	Ocelobetonový průřez - krátkodobé zatížení			
	Nepůsobí		Působí	
	neoslabený	oslabený	neoslabený	oslabený
Tah v betonu	6.1.4.4.1	6.1.4.4.2	6.1.4.4.3	6.1.4.4.4
Kapitola	1	1	1	1
Klasifikace průřezu	6.40	6.40	6.40	6.40
Pracovní součinitel	58 090.3	57 490.3	105 526.8	104 926.8
Ideální plocha průřezu	6 960.0	6 360.0	6 960.0	6 360.0
A mm <sup>2</sup>				
A <sub>w</sub> mm <sup>2</sup>				
Smyková plocha, svislá	1 240.4	1 133.5	1 240.4	1 133.5
Únosnost ve smyku	4 051 218 197	3 981 346 719	6 072 792 377	6 062 527 377
V <sub>RD</sub> kN				
Ideální moment setrvačnosti		5 062 005 287		
I mm <sup>4</sup>				
I <sub>l</sub> mm <sup>4</sup>				
pro deformaci mom. setrv.				
N.O. spodní hrana	470.9	470.9	370.8	370.8
H.V.bet				
Průřezový modul	78 737 189.7	78 737 189.7	60 362 983.9	60 362 983.9
W <sub>el2,c1</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	329.1	329.1	429.2	429.2
S <sub>el2,c1</sub> mm				
H.V.ocel				
Průřezový modul	25 470 698.9	25 031 405.0	23 427 486.2	23 387 886.1
W <sub>el,st1</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	159.1	159.1	259.2	259.2
S <sub>el,st1</sub> mm				
D.V.ocel				
Průřezový modul	8 602 300.0	8 453 935.8	16 378 272.9	16 350 588.3
W <sub>el,st2</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	470.9	470.9	370.8	370.8
S <sub>el,st2</sub> mm				
H.V.sto				
Průřezový modul	29 134 122.8	28 631 645.7	25 386 170.5	25 343 259.6
W <sub>el,st3</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	139.1	139.1	239.2	239.2
S <sub>el,st3</sub> mm				
D.V.stoj				
Průřezový modul	9 187 562.2	9 029 104.0	17 820 092.4	17 789 970.6
W <sub>el,st4</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	440.9	440.9	340.8	340.8
S <sub>el,st4</sub> mm				
H.B.výztuž				
Průřezový modul	14 517 682.1	14 267 295.2	16 014 048.5	15 986 979.5
W <sub>el,s1</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	279.1	279.1	379.2	379.2
S <sub>el,s1</sub> mm				
D.B.výztuž				
Průřezový modul	11 882 289.2	11 677 355.0	25 220 971.9	25 178 340.3
W <sub>el,s2</sub> mm <sup>3</sup>				
excentrita	340.9	340.9	240.8	240.8
S <sub>el,s2</sub> mm				
Sy - horní krční svar	5 832 532	-	21 573 872	-
S <sub>f1,g</sub> mm <sup>3</sup>				
Sy - dolní krční svar	5 471 351	-	4 269 401.3	-
S <sub>f2,g</sub> mm <sup>3</sup>				

7. Průřezové charakteristiky									
7.1 Průřezové charakteristiky v na konci nosniku									
7.1.1 Geometrie a materiál průřezu - konec průřezu									
7.1.1.1 Ocelový průřez									
- Nosník									
- modul pružnosti v ohybu									E <sub>st</sub> = 210 000 MPa
- Horní pásnice	tloušťka	tl <sub>f1,j</sub>	=	20	mm				
	šířka	b <sub>f1,j</sub>	=	200	mm				
- mez kluzu charakteristická		f <sub>y,stk</sub>	=	355	MPa				
- součinitel materiálu - základ. komb.		γ <sub>M,1</sub>	=	1.15					
- mez kluzu návrhová - základ. komb.		f <sub>y,stk,d</sub>	=	$\frac{355}{1.15}$					308.7 MPa
- Stojina	tloušťka	tw <sub>j</sub>	=	12	mm				
	výška	hw <sub>j</sub>	=	885	mm				
- mez kluzu charakteristická		f <sub>y,stk</sub>	=	355	MPa				
- součinitel materiálu - základ. komb.		γ <sub>M,1</sub>	=	1.15					
- mez kluzu návrhová - základ. komb.		f <sub>y,stk,d</sub>	=	$\frac{355}{1.15}$					308.7 MPa
- Dolní pásnice	tloušťka	tf <sub>2,j</sub>	=	30	mm				
	výška	bf <sub>2,j</sub>	=	400	mm				
- mez kluzu charakteristická		f <sub>y,stk</sub>	=	335	MPa				
- součinitel materiálu - základ. komb.		γ <sub>M,1</sub>	=	1.15					
- mez kluzu návrhová - základ. komb.		f <sub>y,stk,d</sub>	=	$\frac{335}{1.15}$					291.3 MPa
- celková výška ocelového nosníku		h <sub>st</sub>	=	tf <sub>1</sub> + hw + tf <sub>2</sub>					
		h <sub>st</sub>	=	20 + 885 + 30					
		h <sub>st</sub>	=	935	mm				
- krční svary ocelového nosníku									
- krční svary horní koutové		a <sub>1</sub>	=	4.0	mm			d <sub>1</sub> = 22	mm
- krční svary dolní koutové		a <sub>2</sub>	=	6.0	mm			z <sub>o1/2</sub> = 300	mm
- otvory ve stojně									
- stabilizační tyč									
- průměr otvoru								d <sub>2</sub> = 22	mm
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu								z <sub>o2/2</sub> = 180	mm
- průměr otvoru									
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu									
- dolní příčná výztuž									
- průměr otvoru								d <sub>3</sub> = 50	mm
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu								z <sub>o3/2</sub> = 130	mm
7.1.2 Betonová část průřezu									
- beton								C 30 / 37	XA1, XF3, XD1

- tloušťka betonu nad horní pástnicí	c <sub>f1</sub>	=	170	mm					
- spolupůsobící šířka	b <sub>c</sub>	=	700	mm					
- výška betonu	h <sub>c</sub>	=	tf <sub>1</sub> + hw + c <sub>f1</sub>						
	h <sub>c</sub>	=	20 + 885 + 170						
	h <sub>c</sub>	=	1 075	mm					
- celková výška ocelobet.	h	=	h <sub>st</sub> + c <sub>f1</sub>	=	935 + 170				
	h	=	1 105	mm					
- pevnost v tlaku - návrhová	f <sub>cd</sub>	=	17	MPa					
- modul pružnosti - krátkodobé zat.	E <sub>cd,s</sub>	=	32 837	GPa					
- modul pružnosti - dlouhodobé zat.	E <sub>cd,l</sub>	=	10 946	GPa					
- pracovní součinitel - krátkodobé zat.	η <sub>cs,s</sub>	=	6.40	-					
- pracovní součinitel - dlouhodobé zat.	η <sub>cd,l</sub>	=	19.19	-					
- betonářská výztuž	B 500 B								
- krycí vrstva	c <sub>c</sub>	=	50	mm					
- horní podélná výztuž desky ZBN	φ <sub>s,l</sub>	=	12	mm					
- průměr horní podélné výztuže	φ <sub>s,q</sub>	=	16	mm					
- vzdálenost težiště výztuže od nosníku	z <sub>1,j</sub>	=	56	mm					
- vzdálenost težiště výztuže od nosníku	z <sub>2,q</sub>	=	70	mm					
- dolní podélná výztuž desky ZBN	φ <sub>s,l</sub>	=	12	mm					
- průměr horní podélné výztuže	φ <sub>s,q</sub>	=	16	mm					
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu	z <sub>o3/2</sub>	=	130	mm					
- vzdálenost težiště výztuže od nosníku	z <sub>1,j</sub>	=	144	mm					
- vzdálenost težiště výztuže od nosníku	z <sub>2,q</sub>	=	145	mm					
7.1.2 Klafikace průřezů									
7.1.2.1 Základní údaje									
- Klasifikace pro nosník									svařovaný
- strana koutového svaru / poloměr zaoblední mezu pásnice a stojinou	d <sub>o,1</sub>	=	5.7	mm					
- horní	d <sub>o,2</sub>	=	8.5	mm					
- stojina a horní pásnice jsou oboustranně obetonovány									
- dolní pásnice je jednostranně obetonována									
7.1.2.2 Klasifikace horní pásnice při nemáhání tlakovou normálovou silou									
- přechýlující část část pásnice c	c	=	( $\frac{b_{f1}}{200} - \frac{t_w}{12}$ )	/	2	-	d <sub>o,1</sub>		
	c	=	( $\frac{200}{200} - \frac{12}{12}$ )	/	2	-	5.7		
	c	=	88.3	mm					
- štiřlost přechýlující pásnice	c/t <sub>f1</sub>	=	88	/	20	=	4.42		
- vliv meze kluzu	ε	=	√ 235	/	f <sub>y,stk</sub>	=	√ 235	/	355



$$\begin{aligned}
 X_{11} &= t_2 + x = 30 + 137 = 167.3 \text{ mm} \\
 X_{12} &= h_w - x = 885 - 137 = 747.7 \text{ mm} \\
 \text{tlak v ocelovémpřřezu } F_{st} &= F_{stf1} + t_w * f_{y,sl,d} * ( h_w - x ) \\
 F_{st} &= 1235 + 12 * 309 * ( 885 - 137 ) \\
 F_{st} &= 4004.39 \text{ kN} \\
 \text{tah v ocelovémpřřezu } F_{st} &= F_{stf2} + t_w * f_{y,sl,d} * x \\
 F_{st} &= 3496 + 12 * 309 * 137 \\
 F_{st} &= 4004.39 \text{ kN} \\
 \text{těžiště tažené síly: } X_{sl,plf2} &= t_2 / 2 + x = 30 / 2 + 137 \\
 X_{sl,plf2} &= 152.3 \text{ mm} \\
 X_{sl,pl,w} &= x / 2 = 137 / 2 = 68.7 \text{ mm} \\
 \text{těžiště tlakové síly: } X_{sl,plf1} &= t_1 / 2 + x_2 = 20 / 2 + 748 \\
 X_{sl,plf1} &= 757.7 \text{ mm} \\
 X_{sl,pl,w} &= x_2 / 2 = 748 / 2 = 373.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu neoslabeného

$$\begin{aligned}
 M_{pl,Rd} &= F_{stf1} * X_{sl,plf1} + F_{stf2} * X_{sl,plf2} + F_{sl,w} * X_{sl,pl,w} \\
 M_{pl,Rd} &= 1235 * 0.758 + 3496 * 0.152 + 2770 * 0.374 \\
 M_{pl,Rd} &= 2\,538.4 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

#### 7.1.4.1.2 Plastická analýza ocelového průřezu oslabeného otvory

- poloha neutrální osy se nezmění, pouze hodnota mezního momentu

$$\begin{aligned}
 F_{o1} &= t_w * d_1 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 309 = 81.50 \text{ kN} \\
 F_{o2} &= t_w * d_2 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 309 = 81.50 \text{ kN} \\
 F_{o3} &= t_w * d_3 * f_{y,sl,d} = 12 * 50 * 309 = 0.0 \text{ kN} \\
 \text{těžiště síl:} \\
 X_{o1pl} &= Z_{o1f2} - x = 300 - 137 = 163 \text{ mm} \\
 X_{o2pl} &= Z_{o2f2} - x = 180 - 137 = 43 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu oslabeného

$$\begin{aligned}
 M_{pl,net,Rd} &= M_{pl,Rd} - X_{o1pl} * F_{o1} - X_{o2pl} * F_{o2} \\
 M_{pl,net,Rd} &= 2538.37 - 0.163 * 81.50 - 0.043 * 81.50 \\
 M_{pl,Rd} &= 2521.63 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

#### 7.1.4.1.3 Plastická analýza ocelového průřezu bez způsobení stojiny

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$\begin{aligned}
 F_{stf1} &= t_{f1} * b_{f1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN} \\
 F_{sl,w} &= t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 885 * 309 = 0 \text{ kN} \\
 F_{stf2} &= t_{f2} * b_{f2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází spodní pásnicí

poloha neutrální osy od sponí hrany pásnice

$$\begin{aligned}
 f_{y,sl,d} * b_{f2} * x &= F_{sl,w} + F_{stf1} + b_{f2} * f_{y,sl,d} * ( t_2 - x ) \\
 291 * 400 * x &= 0 + 1235 + 400 * 291 * ( 30 - x ) \\
 x &= \frac{0 + 1235 + 400 * 291 * 30}{291 * 400 + 400 * 291} \\
 x &= 20.3 \text{ mm od spodní hrany pásnice} \\
 X_{11} &= t_2 - x = 30 - 20 = 9.7 \text{ mm} \\
 \text{tlak v ocelovémpřřezu } F_{st} &= F_{sl,w} + F_{stf1} + b_{f2} * f_{y,sl,d} * ( t_2 - x )
 \end{aligned}$$

- stanovení mezní únosnosti stojiny ve smyku

- plocha stojiny

$$\begin{aligned}
 A_w &= h_w * t_w = 885 * 12 \\
 A_w &= 10620 \text{ mm}^2 \\
 A_{o3} &= d_{o3} * t_w = 50 * 12 \\
 A_{o3} &= 600 \text{ mm}^2 \\
 A_{w,net} &= A_w - A_{o3} = 10\,020 \text{ mm}^2 \\
 A_{w,net} &= 10\,020 \text{ mm}^2 \\
 \text{návrhová smyková pevnost stojiny} &= 308.7 / \sqrt{3} \\
 f_{y,sl,d} / \sqrt{3} &= 178.2 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku

$$V_{rd} = A_{w,net} * f_{y,sl,d} / \sqrt{3} = 10\,020 * 178.2 = 1785.8 \text{ kN}$$

### 7.1.4 Analýza průřezu

#### 7.1.4.1 Plastická analýza ocelového průřezu

##### 7.1.4.1.1 Plastická analýza ocelového průřezu neoslabeného otvory

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$\begin{aligned}
 F_{stf1} &= t_{f1} * b_{f1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN} \\
 F_{sl,w} &= t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 885 * 309 = 3278 \text{ kN} \\
 F_{stf2} &= t_{f2} * b_{f2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází stojinou

poloha neutrální osy od sponí hrany pásnice

$$\begin{aligned}
 f_{y,sl,d} * t_w * x + F_{stf2} &= F_{stf1} + t_w * f_{y,sl,d} * ( h_w - x ) \\
 309 * 12 * x + 3496 &= 1235 + 12 * 309 * ( 885 - x ) \\
 x &= \frac{1235 - 3496 + 12 * 309 * 885}{309 * 12 + 12 * 309} \\
 x &= 137.3 \text{ mm od horní hrany dolní pásnice}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{\text{oct}}^+ &= 309 * 12 * 440 + 440 * 688 * 17 + 3496 \\
F_{\text{oct}}^+ &= 10276.4 \text{ kN} \\
F_{\text{oct}}^- &= t_w * f_{y,sl,d} * (h_w - x) + F_{st,1} + F_{c,2} \\
F_{\text{oct}}^- &= t_w * f_{c,d} * (h_w - x) + F_{c,1} \\
F_{\text{oct}}^- &= 12 * 309 * (885 - 440) + 1235 + 170 \\
F_{\text{oct}}^- &= 10276.4 \text{ kN} \\
\text{- určení tlačných a ťažených sil} \\
F_{st,w}^+ &= t_w * x * f_{y,sl,d} = 12 + 440 + 309 = 1631 \text{ kN} \\
F_{st,w}^- &= F_{st,w}^+ = 1631 \text{ kN} \\
F_{c,3}^+ &= x * b_{c,3} * f_{c,d} = 440 + 688 + 17 = 5150 \text{ kN} \\
F_{c,3}^- &= F_{c,3}^+ - F_{c,3} = 10351 - 5150 = 5201 \text{ kN} \\
\text{- vzárodnost působících fil od neutrální osy} \\
X_{st,1} &= x_2 + t_1 / 2 = 445 + 20 / 2 = 455 \text{ mm} \\
X_{st,2} &= z_9 - t_2 / 2 = 470 - 30 / 2 = 455 \text{ mm} \\
X_{st,w}^- &= x / 2 = 440 / 2 = 220 \text{ mm} \\
X_{st,w}^+ &= x_2 / 2 = 445 / 2 = 222 \text{ mm} \\
X_{c,1} &= x_2 + c_{r1} / 2 = 445 + 170 / 2 = 530 \text{ mm} \\
X_{c,2} &= x_2 + t_1 / 2 = 445 + 20 / 2 = 455 \text{ mm} \\
X_{c,3}^+ &= x / 2 = 440 / 2 = 220 \text{ mm} \\
X_{c,3}^- &= x_2 / 2 = 445 / 2 = 222 \text{ mm} \\
M_{pl,Rd} &= F_{st,1} * X_{st,1} + F_{st,2} * X_{st,1} + F_{c,1} * X_{c,1} + F_{c,2} * X_{c,2} \\
&+ (F_{c,3}^+ + F_{st,w}^+) * (X_{c,3}^- + F_{st,w}^-) + (F_{st,w}^- + F_{c,3}^-) * (X_{st,w}^+ + F_{c,3}^+) \\
M_{pl,Rd} &= 1235 * 0.455 + 3496 * 0.455 + 2023 * 0.53 + 170 * 0.45 \\
&+ 0.22 * (5150 + 1631) + 0.22 * (5201 + 1647)
\end{aligned}$$

$$M_{pl,Rd} = 6317.47 \text{ kNm}$$

#### 7.1.4.2.2 Plastická analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

$$\begin{aligned}
F_{o1} &= t_w * d_1 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 309 = 81.50 \text{ kN} \\
F_{o2} &= t_w * d_2 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 309 = 81.50 \text{ kN} \\
\text{neuvažuje se } F_{o3} &= t_w * d_3 * f_{y,sl,d} = 12 * 50 * 309 = 0.0 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{- těžší sil: } X_{t1pl}^- &= z_{o1,2} - z_9 = 300 - 470 = -170 \text{ mm} \\
X_{t2pl}^- &= z_9 - z_{o2,2} = 470 - 180 = 290 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu oslabeného

$$\begin{aligned}
M_{pl,net,Rd} &= M_{pl,Rd} - X_{d1pl} * F_{o1} - X_{d2pl} * F_{o2} \\
M_{pl,net,Rd} &= 6317.47 - 0.170 * 81.50 - 0.290 * 81.50 \\
M_{pl,Rd} &= 6307.69 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

#### 7.1.4.2.3 Plastická analýza ocelobetonového průřezu bez vlivu stojiny

$$\begin{aligned}
\text{- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu} \\
F_{st,1} &= t_{t1} * b_{t1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN} \\
F_{st,w} &= t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 885 * 309 = 0 \text{ kN} \\
F_{st,2} &= t_{t2} * b_{t2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN} \\
F_{c,1} &= c_{r1} * b_c * f_{c,d} = 170 * 700 * 17 = 2023 \text{ kN} \\
b_{c,2} &= (b_c - b_{t1}) = (700 - 200) = 500 \text{ mm} \\
F_{c,2} &= t_{t1} * b_{c,2} * f_{c,d} = 20 * 500 * 17 = 170 \text{ kN} \\
b_{c,3} &= (b_c - t_w) = (700 - 12) = 688 \text{ mm} \\
F_{c,3} &= h_w * b_{c,3} * f_{c,d} = 885 * 688 * 17 = 10351 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází stojinou

$$\begin{aligned}
F_{st}^- &= 0 + 1235 + 400 * 291 * (30 - 20) \\
F_{st}^- &= 2365.22 \text{ kN} \\
\text{- tah v ocelovém průř.} \\
F_{st}^+ &= f_{y,sl,d} * b_{t2} * x \\
F_{st}^+ &= 291 * 400 * 20 \\
F_{st}^+ &= 2365.22 \text{ kN} \\
\text{- těžší silové síly: } X_{st,pl}^+ &= x / 2 = 20 / 2 = 10 \text{ mm} \\
\text{- těžší silové síly: } X_{st,pl,1}^+ &= x_1 / 3 = 10 / 2 = 5 \text{ mm} \\
X_{st,pl,w}^+ &= x_1 + h_w / 2 = 10 + 885 / 2 = 442.5 \text{ mm} \\
X_{st,pl,w}^+ &= 452.20 \text{ mm} \\
X_{st,pl,t1}^+ &= x_1 + h_w + t_{t1} / 2 \\
X_{st,pl,t1}^+ &= 10 + 885 + 20 / 2 = 907.5 \text{ mm} \\
X_{st,pl,t1}^+ &= 904.70 \text{ mm} \\
\text{- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu neoslabeného} \\
M_{pl,Rd} &= F_{st,1} * X_{st,pl,t1}^+ + F_{st,w} * X_{st,pl,w}^+ + F_{st,2} * X_{st,pl,1}^+ + F_{c,1} * X_{st,pl}^- \\
&+ F_{st,2} * 0 + 0.452 * 1130 * 0.005 \\
M_{pl,Rd} &= 1235 * 0.905 + 2365.2 * 0.010 \\
M_{pl,Rd} &= 1146.60 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

#### 7.1.4.2.2.1 Plastická analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

$$\begin{aligned}
\text{- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu} \\
F_{st,1} &= t_{t1} * b_{t1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 309 = 1235 \text{ kN} \\
F_{st,w} &= t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 885 * 309 = 3278 \text{ kN} \\
F_{st,2} &= t_{t2} * b_{t2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 291 = 3496 \text{ kN} \\
F_{c,1} &= c_{r1} * b_c * f_{c,d} = 170 * 700 * 17 = 2023 \text{ kN} \\
b_{c,2} &= (b_c - b_{t1}) = (700 - 200) = 500 \text{ mm} \\
F_{c,2} &= t_{t1} * b_{c,2} * f_{c,d} = 20 * 500 * 17 = 170 \text{ kN} \\
b_{c,3} &= (b_c - t_w) = (700 - 12) = 688 \text{ mm} \\
F_{c,3} &= h_w * b_{c,3} * f_{c,d} = 885 * 688 * 17 = 10351 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází stojinou

- poloha neutrální osy od spodní hrany stojiny

$$\begin{aligned}
f_{y,sl,d} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} + F_{st,2} \\
t_w * f_{y,sl,d} * (h_w - x) + F_{c,2} \\
+ f_{c,d} * b_{c,3} * (h_w - x) + F_{st,1} + F_{c,1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X &= \frac{F_{st,w} + F_{c,2} + F_{st,1} + F_{c,1} + F_{c,3} - F_{st,2}}{2 * (f_{y,sl,d} * t_w + b_{c,3} * f_{c,d})} \\
X &= \frac{3278 + 170 + 1235 + 2023 + 3496}{2 * (309 * 12 + 688 * 17)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x &= 440.3 \text{ mm} \\
x_2 &= h_w - x = 885 - 440 \\
x_2 &= 444.7 \text{ mm} \\
z_9 &= x + t_2 = 440 + 30 \\
z_9 &= 470.3 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- tah v průřezu  $F_{oct}^+ = f_{y,sl,d} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} + F_{st,2}$

- krční svary dolní pásnice

$$F_{c2,Rd} = F_{st,r1} = 3496 \text{ kN}$$

### 7.1.4.3. Pružná analýza ocelového průřezu

#### 7.1.4.3.1 Pružná analýza ocelového průřezu neoslabeného otvory

- plocha průřezů: horní pásnice  $A_{h,1} = t_{r1} * b_{r1} = 20 * 200 = 4000$

stojina  $A_w = t_w * h_w = 12 * 885 = 10620$

dolní pásnice  $A_{lt} = t_{l2} * b_{l2} = 30 * 400 = 12000$

celkem  $A_{st} = \Sigma = 26620$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

horní pásnice  $z_{lt,1} = t_{r1} / 2 + hw + t_{l2}$

$z_{lt,1} = 20 / 2 + 885 + 30 = 925$

stojina  $z_w = t_{l2} + hw / 2$

$z_w = 30 + 885 / 2 = 472.5$

horní pásnice  $z_{lt,2} = t_{l2} / 2 = 30 / 2 = 15$

- celkové těžiště

$$z_{g,el,st} = \frac{A_{h,1} * z_{lt,1} + A_w * z_w + A_{lt} * z_{lt,2}}{A_{st}}$$

$$z_{g,el,st} = \frac{4000 * 925 + 10620 * 473 + 12000 * 15}{26620}$$

$$z_{g,el,st} = 334.3 \text{ mm}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$I_{lt,1} = 1/12 * b_{r1} * t_{r1}^3 = 1/12 * 200 * 20^3 = 140E+09 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,1} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * b_{l2} * t_{l2}^3 = 1/12 * 400 * 30^3 = 1.22E+09 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{lt,2} = 1/12 * t_w * h_w^3 = 1/12 * 12 * 885^3 = 8.96E+08 \text{ mm}^4$$

- poloha neutrální osy od spodní hrany stojiny

$$f_{y,st,d} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} + F_{st,2}$$

$$t_w * f_{y,st,d} * (h_w - x) + F_{c,2}$$

$$+ f_{c,d} * b_{c,3} * (h_w - x) + F_{st,r1} + F_{c,1}$$

$$X = \frac{F_{st,w} + F_{c,2} + F_{st,r1} + F_{c,1} + F_{c,3} - F_{st,2}}{2 * (f_{y,st,d} * t_w + b_{c,3} * f_{c,d})}$$

$$X = \frac{2 * (0 + 170 + 1235 + 2023 + ##### - 3496)}{2 * (0 * 12 + 688 * 17)}$$

$$X = 439.6 \text{ mm}$$

$$x_2 = h_w - x = 885 - 440$$

$$x_2 = 445.4 \text{ mm}$$

$$z_g = x + t_{l2} = 440 + 30$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

$$z_g = 469.6 \text{ mm}$$

- krční svary horní pásnice

$$F_{r1,Rd} = F_{c1,d} + F_{c2,d} + F_{c1,d} + F_{st,r1}$$

$$F_{r1,Rd} = 2023 + 170 + ##### + 1235$$

$$F_{r1,Rd} = 13779 \text{ kN}$$

### 7.1.4.2.4 Normálová síla pro předběžný návrh krčních svařů pásnic

$$M_{pl,Rd} = 5592.11 \text{ kNm}$$

7.1.4.3.2 Pružná analýza ocelového průřezu oslabeného otvory

- plocha průřezu:	otvor 1	$A_{o,1} = t_w \cdot d_1 = 12 \cdot 22 = 264$
	otvor 2	$A_{o,2} = t_w \cdot d_2 = 12 \cdot 22 = 264$
neuvazuje se	otvor 3	$A_{o,3} = t_w \cdot d_3 = 12 \cdot 50 = 0$
	celkem	$A_o = \Sigma = 528$

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{el,net} = A_{st} - A_o = 26620 - 528 = 26092 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned} I_{o,1} &= \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot d_1^3 + A_{o,1} \cdot \left( Z_{o1,1} - Z_{g,el} \right)^2 \\ I_{o,1} &= \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 22^3 + 264 \cdot \left( 300 - 334 \right)^2 \\ I_{o,1} &= 3.20E+05 \text{ mm}^4 \\ I_{o,2} &= \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot d_2^3 + A_{o,2} \cdot \left( Z_{o1,2} - Z_{g,el} \right)^2 \\ I_{o,2} &= \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 22^3 + 264 \cdot \left( 180 - 334 \right)^2 \\ I_{o,2} &= 6.29E+06 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti otvorů

$$I_o = I_{o,1} + I_{o,2} = 3.2E+05 + 6.3E+06 = 6.61E+06 \text{ mm}^4$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{el,net} = I_{st} - I_o = 3.5E+09 - 6.29E+06 = 3.51E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákna ocel průřezu
  - $S_{el,net,1} = h_{st} - Z_{g,el,st} = 935 - 334 = 601 \text{ mm}$
  - průřezový modul
    - $W_{el,net,1} = I_{st} / S_{el,net,1} = 3.5E+09 / 601 = 5.8E+06 \text{ mm}^3$
- dolní vlákna ocel průřezu
  - $S_{el,net,2} = Z_{g,el,st} = 334 \text{ mm}$
  - průřezový modul
    - $W_{el,net,2} = I_{st} / S_{el,net,2} = 3.5E+09 / 334 = 1.1E+07 \text{ mm}^3$
- horní vlákna stojiny
  - $S_{el,net,3} = h_{st} - Z_{g,el,st} = 581 \text{ mm}$
  - průřezový modul
    - $W_{el,net,3} = I_{st} / S_{el,net,3} = 3.5E+09 / 581 = 6.0E+06 \text{ mm}^3$
- dolní vlákna stojiny
  - $S_{el,net,4} = Z_{g,el,st} - t_2 = 334 - 30 = 304 \text{ mm}$
  - průřezový modul
    - $W_{el,net,4} = I_{st} / S_{el,net,4} = 3.5E+09 / 304 = 1.2E+07 \text{ mm}^3$

- Moment únosnost ocelového průřezu při pružném namáhání

- charakteristická hodnota

$$M_{el,net,Rk} = W_{el,net,1} \cdot f_{y,stk} = 5.8E+06 \cdot 355$$

$$M_{el,Rk} = 2074.11 \text{ kNm}$$

- návrhová hodnota

$$M_{el,net,Rd} = W_{el,net,1} \cdot f_{y,stk} = 5.8E+06 \cdot 308.7$$

$$M_{el,net,Rd} = 1803.57 \text{ kNm}$$

7.1.4.4. Pružná analýza ocelobetonového průřezu - krátkodobé působení

7.1.4.4.1 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- výška ocelobetonového průřezu  $h = 1\,075 \text{ mm}$

- průřezový modul  $W_{el,st,4} = I_{st} / S_{el,st,4} = 3.5E+09 / 304 = 1.2E+07 \text{ mm}^3$

- Moment únosnost ocelového průřezu při pružném namáhání

- charakteristická hodnota

$$M_{el,Rk} = W_{el,st,1} \cdot f_{y,stk} = 5.9E+06 \cdot 355$$

$$M_{el,Rk} = 2077.82 \text{ kNm}$$

- návrhová hodnota

$$M_{el,Rk} = W_{el,st,1} \cdot f_{y,stk} = 5.9E+06 \cdot 308.7$$

$$M_{el,Rd} = 1806.80 \text{ kNm}$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice

- velikost svaru

- působíště smykových sil

$$\begin{aligned} X_{fi,el} &= 935 - 334 - 20 / 2 = 590.7 \text{ mm} \\ S_{fi,g} &= A_{fi,1} \cdot x_{fi,el} = 4000 \cdot 591 \\ S_{fi,g} &= 2.4E+06 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- statický moment plochy

- krční svary dolní pásnice

- velikost svaru

- působíště smykových sil

$$\begin{aligned} X_{fi,el} &= Z_{g,el,st} - t_2 / 2 = 334 - 30 / 2 = 319.3 \text{ mm} \\ S_{fi,g} &= A_{fi,2} \cdot x_{fi,el} = 12000 \cdot 319 \\ S_{fi,g} &= 3.8E+06 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- statický moment plochy

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
 I_{ft,1} &= \frac{1}{12} * b_{f1} * t_{f1} * t_{f1}^3 + A_{ft,1} * (Z_{ft,1} - Z_{g,el,2})^2 \\
 I_{ft,1} &= \frac{1}{12} * 200 * 20^3 + 4000 * (925 - 671)^2 \\
 I_{ft,1} &= 2.59E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_w &= \frac{1}{12} * t_w * h_w^3 + A_w * (Z_w - Z_{g,el,2})^2 \\
 I_w &= \frac{1}{12} * 12 * 885^3 + 10620 * (473 - 671)^2 \\
 I_w &= 5.25E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_{ft,2} &= \frac{1}{12} * b_{f2} * t_{f2}^3 + A_{ft,2} * (Z_{ft,2} - Z_{g,el,2})^2 \\
 I_{ft,2} &= \frac{1}{12} * 400 * 30^3 + 12000 * (15 - 671)^2 \\
 I_{ft,2} &= 5.16E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{c,b1} &= \frac{1}{12} * b_c * C_{f1}^3 + A_{c,b1} * (Z_{c,b1} - Z_{g,el,2})^2 \\
 I_{c,b1} &= \frac{1}{12} * 6 * 700^3 + 18607 * (990 - 671)^2 \\
 I_{c,b1} &= 1.93E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{c,b2} &= \frac{1}{12} * b_{c,2} * t_{f1}^3 + A_{c,b2} * (Z_{c,b2} - Z_{g,el,2})^2 \\
 I_{c,b2} &= \frac{1}{12} * 6 * 500^3 + 1564 * (925 - 671)^2 \\
 I_{c,b2} &= 1.12E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_{c,b3} &= \frac{1}{12} * b_{c,3} * h_{c,3}^3 + A_{c,b3} * (Z_{c,b3} - Z_{g,el,2})^2 \\
 I_{c,b3} &= \frac{1}{12} * 688 * 214^3 + 23070 * (778 - 671)^2 \\
 I_{c,b3} &= 3.54E+08 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned}
 I_{s,lc} &= I_{ft,1} + I_w + I_{ft,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3} \\
 I_{s,lc} &= 2.6E+08 + 5E+08 + 5.2E+09 + 1.9E+09 + 1.1E+08 + 3.5E+08 \\
 I_{s,lc} &= 8.33E+09 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,c,1} &= Z_{c,el,2} = 404.4 \\
 \text{průřezový modul} &= S_{el,c,1} / n = 8.3E+09 / 404 = 6.4
 \end{aligned}$$
- horní vlákná ocel průřezu
 
$$\begin{aligned}
 W_{el,c,1} &= I_{s,lc} / S_{el,c,1} \\
 W_{el,c,1} &= 3.2E+06 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- průřezový modul
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,el,2} = 935 - 671 = 264 \text{ mm} \\
 \text{průřezový modul} &= S_{el,st,1} / S_{el,st,1} = 8.3E+09 / 264 = 3.2E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- dolní vlákná ocel průřezu
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,2} &= Z_{g,el,st} = 671 \text{ mm} \\
 \text{průřezový modul} &= W_{el,st,2} = I_{s,lc} / S_{el,st,2} = 8.3E+09 / 671 = 1.2E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- horní vlákná stojiny
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{f2} = 935 - 671 - 20 \\
 S_{el,st,3} &= 244 \text{ mm} \\
 \text{průřezový modul} &= W_{el,st,3} = I_{s,lc} / S_{el,st,3} = 8.3E+09 / 244 = 3.4E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$
- dolní vlákná stojiny
 
$$\begin{aligned}
 S_{el,st,4} &= Z_{g,el,2} - t_{f2} = 671 - 30 = 641 \text{ mm} \\
 \text{průřezový modul} &= W_{el,st,4} = I_{s,lc} / S_{el,st,4} = 8.3E+09 / 641 = 1.3E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice
 
$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times 4.0 \text{ mm} \\
 X_{fi,el} &= h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{f1} = 2 \\
 X_{fi,el} &= 935 - 671 - 20 = 254.4 \text{ mm} \\
 S_{fi,g} &= A_{ft,1} * X_{fi,el} = 47241 * 254 \\
 S_{fi,g} &= 1.2E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- pracovní součinitel (krátkodobé)  $n_s = 6.40$
- plocha ocelového průřezu  $A_{st} = 26620 \text{ mm}^2$
- spolupůsobící šířka  $b_c = 700 \text{ mm}$
- vzdálenost neutrální osy ocel. průřezu  $Z_{st} = 334.3 \text{ mm}$  od dolních vláken
- Předpoklad: neutrální osa prochází stojinou
- pomocný součinitel
 
$$\begin{aligned}
 P_{pomoc} &= \sqrt{1 + \frac{2 * b_c * (h - Z_{st})}{n_s * A_{st}}} \\
 P_{pomoc} &= \sqrt{1 + \frac{2 * 700 * (640 - 334)}{6.40 * 26620}} \\
 P_{pomoc} &= 2.86
 \end{aligned}$$
- Poloha neutrální osy
 
$$\begin{aligned}
 Z_{g,el,2} &= h + \frac{n_s * A_{st}}{b_c} = 1 - P_{pomoc} \\
 Z_{g,el,2} &= 1075 + \frac{6.4 * 26620}{700} = 1 - 2.66 \\
 Z_{g,el,2} &= 670.6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- tloušťka tlačeného betonu

$$\begin{aligned}
 Z_{c,el,2} &= h - Z_{g,el,2} = 671 - 404.4 = 404.4 \text{ mm} \\
 \text{plocha průřezů:} \quad A_{ft,1} &= t_{f1} * b_{f1} = 20 * 200 = 4000 \text{ mm}^2 \\
 A_w &= t_w * h_w = 12 * 885 = 10620 \text{ mm}^2 \\
 A_{ft} &= t_{f2} * b_{f2} = 30 * 400 = 12000 \text{ mm}^2 \\
 A_{c,b1} &= c_{f1} * b_c / n_s = 170 * 700 / 6.4 = 18607 \text{ mm}^2 \\
 A_{c,b2} &= t_{f1} * b_{c,2} / n_s = 20 * 500 / 6.4 = 1564 \text{ mm}^2 \\
 h_{c,3} &= Z_{c,el} - c_{f1} - t_{f1} = 404 - 170 - 20 = 214 \text{ mm} \\
 A_{c,b3} &= h_{c,3} * b_{c,3} / n_s = 214 * 688 / 6.4 = 23070 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

celkem  $A_{s,s} = 214 * 688 / 6.4 = 23070 \text{ mm}^2$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

$$\begin{aligned}
 Z_{ft,1} &= 925 \text{ mm} \\
 Z_w &= 472.5 \text{ mm} \\
 Z_{ft,2} &= 15 \text{ mm} \\
 Z_{c,b1} &= h - c_{f1} / 2 = 640 - 170 = 214 \text{ mm} \\
 Z_{c,b2} &= Z_{ft,1} = 925 \text{ mm} \\
 Z_{c,b3} &= h - c_{f1} - t_{f1} = 640 - 170 - 20 = 214 \text{ mm} \\
 Z_{c,b3} &= 777.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ocelový průřez - převzámo z přechozího výpočtu

$$\begin{array}{l}
 A_{t,b1} = c_{t1} * b_c / n_s = 170 * 700 / 6.4 = 18\,607 \text{ mm}^2 \\
 A_{c,b2} = t_{t1} * b_{c,2} / n_s = 20 * 500 / 6.4 = 1\,564 \text{ mm}^2 \\
 A_{c,b3} = h_w * b_{c,3} / n_s = 885 * 688 / 6.4 = 95\,207 \text{ mm}^2 \\
 \hline
 \text{celkem} \quad A_{2,s} = \Sigma = 141\,998 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

$$\begin{array}{l}
 \text{horní pánice} \quad z_{ft,1} = 925 \text{ mm} \\
 \text{stojína} \quad z_w = 472.5 \text{ mm} \\
 \text{horní pánice} \quad z_{ft,2} = 15 \text{ mm} \\
 \text{beton} \quad z_{c,b1} = h - c_{t1} / 2 = ##### - 170 / 2 = 990 \\
 \quad \quad \quad z_{c,b2} = z_{ft,1} = 925 \text{ mm} \\
 \quad \quad \quad z_{c,b3} = z_w = 473 \text{ mm}
 \end{array}$$

- celkové těžiště

$$\begin{array}{l}
 S_{g,\text{celkem}} = A_{ft,1} * z_{ft,1} + A_w * z_w + A_{t,b1} * z_{c,b1} + A_{c,b2} * z_{c,b2} + A_{t,b2} * z_{ft,2} + A_{c,b3} * z_{c,b3} \\
 S_{g,\text{celkem}} = 4\,000 * 925 + ##### * 473 + ##### * 925 + ##### * 15 + 473 \\
 S_{g,\text{celkem}} = 73751078.78 \text{ mm}^3 \\
 z_{g,el,st} = \frac{S_{ft,\text{celkem}}}{A_{2,s}} = \frac{73751078.78}{141\,998} = 519.38 \text{ mm} \quad \text{od dolních vláken}
 \end{array}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{array}{l}
 I_{ft,1} = 1/12 * b_{t1} * t_{t1}^3 = (z_{ft,1} - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_{ft,1} = 1/12 * 200 * 20^3 = (925 - 519)^2 \wedge 2 \\
 I_{t,1} = 6.58E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_w = 1/12 * t_w * h_w^3 = (z_w - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_w = 1/12 * 12 * 885^3 = (473 - 519)^2 \wedge 2 \\
 I_w = 1.32E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_{ft,2} = 1/12 * b_{t2} * t_{t2}^3 = (z_{ft,2} - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_{ft,2} = 1/12 * 400 * 30^3 = (15 - 519)^2 \wedge 2 \\
 I_{t,2} = 3.05E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{c,b1} = 1/12 * b_c * c_{t1}^3 = (z_{c,b1} - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_{c,b1} = 1/12 * 700 * 170^3 = (990 - 519)^2 \wedge 2 \\
 I_{c,b1} = 4.17E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{c,b2} = 1/12 * b_{c,2} * t_{t1}^3 = (z_{c,b2} - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_{c,b2} = 1/12 * 500 * 20^3 = (925 - 519)^2 \wedge 2 \\
 I_{c,b2} = 2.57E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_{c,b3} = 1/12 * b_{c,3} * h_w^3 = (z_{c,b3} - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_{c,b3} = 1/12 * 688 * 885^3 = (473 - 519)^2 \wedge 2 \\
 I_{c,b3} = 6.42E+09 \text{ mm}^4
 \end{array}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{array}{l}
 I_{s1,c} = I_{ft,1} + I_w + I_{ft,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3} \\
 I_{s1,c} = 6.6E+08 + 1E+08 + 3.1E+09 + 4.2E+09 + 2.6E+08 + 6.4E+09 \\
 I_{s1,c} = 1.47E+10 \text{ mm}^4
 \end{array}$$

- Průřezové moduly:

$$\begin{array}{l}
 \text{- horní vlákna betonového průřezu} \quad S_{el,c,1} = h - z_{g,el,st} = ##### - 519 = 556 \text{ mm} \\
 \text{- průřezový modul} \quad W_{el,2,c,1} = I_{s1,c} / S_{el,c,1} / n = 1.5E+10 / 556 / 6.4 \\
 \quad \quad \quad W_{el,2,e,1} = 4.1E+06 \text{ mm}^3 \\
 \text{- horní vlákna ocel průřezu}
 \end{array}$$

- krční svary dolní pásnice
- velikost svarů
- působíště smykových sil
- statický moment plochy

$$\begin{array}{l}
 a = 2 * x = 6.0 \text{ mm} \\
 x_{fi,el} = z_{g,el,2} - t_{t2} / 2 \\
 x_{fi,el} = 671 - 30 / 2 = 655.6 \text{ mm} \\
 x_{fi,el} = A_{t,b2} * x_{fi,el} = 12\,000 * 656 \\
 S_{fi,g} = 7.9E+06 \text{ mm}^3
 \end{array}$$

#### 7.1.4.4.2 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

$$\begin{array}{l}
 \text{- plocha průřezu:} \\
 \text{neuvažuje se otvor 1} \quad A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0 \\
 \text{neuvažuje se otvor 2} \quad A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0 \\
 \text{otvor 3} \quad A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600 \\
 \text{celkem} \quad A_o = \Sigma = 600
 \end{array}$$

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{2,s,\text{net}} = A_{2,s} - A_o = 69\,861 - 600 = 69\,261 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{array}{l}
 I_{o,3} = 1/12 * t_w * d_3^3 + A_{o,3} * (z_{o1,1} - z_{g,el,2})^2 \wedge 2 \\
 I_{o,3} = 1/12 * 12 * 50^3 + 600 * (130 - 671)^2 \wedge 2 \\
 I_{o,3} = 1.75E+08 \text{ mm}^4
 \end{array}$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{s1,c,\text{net}} = I_{st} - I_{o,3} = 8.3E+09 - 1.75E+08 = 8.2E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

$$\begin{array}{l}
 \text{- horní vlákna betonového průřezu} \\
 S_{net,c,1} = z_{c,el,2} = 404.4 \\
 \text{- průřezový modul} \quad W_{el,c,\text{net}} = I_{s1,c,\text{net}} / S_{el,c,1} / n = 8.2E+09 / 404 / 6.4 \\
 \quad \quad \quad W_{el,c,\text{net}} = 3.2E+06 \text{ mm}^3 \\
 \text{- horní vlákna ocel průřezu} \\
 S_{el,st,1} = h_{st} - z_{g,el,2} = 935 - 671 = 264 \text{ mm} \\
 \text{- průřezový modul} \quad W_{el,st,1,\text{net}} = I_{s1,c} / S_{el,st,1} = 8.2E+09 / 264 = 3.1E+07 \text{ mm}^3 \\
 \text{- dolní vlákna ocel průřezu} \\
 S_{el,st,2} = z_{g,el,st} = 671 \text{ mm} \\
 \text{- průřezový modul} \quad W_{el,st,2,\text{net}} = I_{s1,c} / S_{el,st,2} = 8.2E+09 / 671 = 1.2E+07 \text{ mm}^3 \\
 \text{- horní vlákna stojiny} \\
 S_{el,st,3} = h_{st} - z_{g,el,2} = 935 - 671 = 20 \\
 S_{el,st,3} = 244 \text{ mm} \\
 \text{- průřezový modul} \quad W_{el,st,3,\text{net}} = I_{s1,c} / S_{el,st,3} = 8.2E+09 / 244 = 3.3E+07 \text{ mm}^3 \\
 \text{- dolní vlákna stojiny} \\
 S_{el,st,4} = z_{g,el,2} - t_{t2} = 671 - 30 = 641 \text{ mm} \\
 \text{- průřezový modul} \quad W_{el,st,4,\text{net}} = I_{s1,c} / S_{el,st,4} = 8.2E+09 / 641 = 1.3E+07 \text{ mm}^3
 \end{array}$$

#### 7.1.4.4.3 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro krátkodobá zatížení a s působení betonu v tahu

$$\begin{array}{l}
 \text{- plocha průřezu:} \quad A_{ft,1} = t_{t1} * b_{t1} = 20 * 200 = 4\,000 \text{ mm}^2 \\
 \quad \quad \quad A_w = t_w * h_w = 12 * 885 = 10\,620 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí
 
$$I_{o,3} = \frac{1}{12} * t_w * d_3^3 + A_{o,3} * (Z_{o1,1} - Z_{g,el,2})^2$$

$$I_{o,3} = \frac{1}{12} * 12 * 50^3 + 600 * (130 - 0)^2$$

$$I_{o,3} = 1.03E+07 \text{ mm}^4$$
- celkový moment setrvačnosti
 
$$I_{s1,c,net} = I_{st} - I_{o,3} = 1.5E+10 - 1.03E+07 = 1.5E+10 \text{ mm}^4$$
- Průřezové moduly:
  - horní vlákná betonového průřezu
 
$$S_{net,c,1} = 555.6 \text{ mm}$$

viz. předchozí výpočet
  - průřezový modul
 
$$W_{el,2,c,net} = I_{s1,c,net} / S_{el,c,1} / n = 1.5E+10 / 556 / 6.4$$

$$W_{el,2,c,net} = 4.1E+06 \text{ mm}^3$$
  - horní vlákná ocel průřezu
 
$$S_{el,st,1} = 416 \text{ mm}$$

viz. předchozí výpočet
  - průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,1,net} = I_{s1,c} / S_{el,st,1} = 1.5E+10 / 416 = 3.5E+07 \text{ mm}^3$$
  - dolní vlákná ocel průřezu
 
$$S_{el,st,2} = 519 \text{ mm}$$

viz. předchozí výpočet
  - průřezový modul
 
$$W_{el,2,el,2,net} = I_{s1,c} / S_{el,st,2} = 1.5E+10 / 519 = 2.8E+07 \text{ mm}^3$$
  - horní vlákná stojiny
 
$$S_{el,st,3} = 396 \text{ mm}$$

viz. předchozí výpočet
  - průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,3,net} = I_{s1,c} / S_{el,st,3} = 1.5E+10 / 396 = 3.7E+07 \text{ mm}^3$$
  - dolní vlákná stojiny
 
$$S_{el,st,4} = 489 \text{ mm}$$

viz. předchozí výpočet
  - průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,4,net} = I_{s1,c} / S_{el,st,4} = 1.5E+10 / 489 = 3.0E+07 \text{ mm}^3$$

#### 7.1.4.5. Pružná analýza ocelobetonového průřezu - dlouhodobé působení

##### 7.1.4.5.1 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- výška ocelobetonového průřezu  $h = 1075 \text{ mm}$
- pracovní součinitel (krátkodobé)  $n_s = 19.19$  -
- plocha ocelového průřezu  $A_{st} = 26620 \text{ mm}^2$
- spolupůsobící šifka  $b_c = 700 \text{ mm}$
- vzdálenost neutrální osy ocel. průřezu  $Z_{st} = 334.3 \text{ mm}$  od dolních vláken

- Předpoklad: neutrální osa prochází stojinou

- pomocný součinitel

$$P_{pomoc} = \sqrt{\left(1 + \frac{2 * b_c * (h - Z_{st})}{n_s * A_{st}}\right)}$$

$$P_{pomoc} = \sqrt{\left(1 + \frac{2 * 700 * (19.19 * 26620 - 334)}{19.19 * 26620}\right)}$$

$$P_{pomoc} = 1.74$$

- Poloha neutrální osy

$$Z_{g,el,2} = h + \frac{n_s * A_{st}}{b_c} \left(1 - P_{pomoc}\right)$$

$$Z_{g,el,2} = 1075 + \frac{19 * 26620}{700} \left(1 - 1.74\right)$$

$$Z_{g,el,2} = 534.5 \text{ mm}$$

Předpoklad splněn

- průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,1} = I_{s1,c} / S_{el,st,1} = 1.5E+10 / 416 = 3.5E+07 \text{ mm}^3$$
- dolní vlákná ocel průřezu
 
$$S_{el,st,2} = Z_{g,el,st} = 519 \text{ mm}$$
- průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,2} = I_{s1,c} / S_{el,st,2} = 1.5E+10 / 519 = 2.8E+07 \text{ mm}^3$$
- horní vlákná stojiny
 
$$S_{el,st,3} = h_{st} - Z_{g,el,st} = 396 \text{ mm}$$
- průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,3} = I_{s1,c} / S_{el,st,3} = 1.5E+10 / 396 = 3.7E+07 \text{ mm}^3$$
- dolní vlákná stojiny
 
$$S_{el,st,4} = Z_{g,el,st} - t_{t2} = 519 - 30 = 489 \text{ mm}$$
- průřezový modul
 
$$W_{el,2,st,4} = I_{s1,c} / S_{el,st,4} = 1.5E+10 / 489 = 3.0E+07 \text{ mm}^3$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice

- velikost svarů
 
$$a = 2 \times 4.0 \text{ mm}$$
- působíště smykových sil
 
$$X_{fi,el} = h_{st} - Z_{g,el,st} - t_{t1} / 2 = 405.6 \text{ mm}$$
- statický moment plochy
 
$$S_{fi,g} = A_{fi,1} * X_{fi,el} = 119\,378 * 406$$
- statický moment plochy
 
$$S_{fi,g} = 4.8E+07 \text{ mm}^3$$

- krční svary dolní pásnice

- velikost svarů
 
$$a = 2 \times 6.0 \text{ mm}$$
- působíště smykových sil
 
$$X_{fi,el} = Z_{g,el,st} - t_{t2} / 2 = 504.4 \text{ mm}$$
- statický moment plochy
 
$$S_{fi,g} = A_{fi,2} * X_{fi,el} = 12\,000 * 504$$
- statický moment plochy
 
$$S_{fi,g} = 6.1E+06 \text{ mm}^3$$

#### 7.1.4.4.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

##### Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

- neuvažuje se otvor 1
 
$$A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0$$
- neuvažuje se otvor 2
 
$$A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0$$
- otvor 3
 
$$A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600$$
- celkem
 
$$A_o = \Sigma = 600$$

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{2,5,net} = A_{2,s} - A_o = 141\,998 - 600 = 141\,398 \text{ mm}^2$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu
- $S_{el,c,1} = Z_{c,el,2} = 540.5$
- průřezový modul
- $W_{el,c,1} = I_{s,c} / S_{el,c,1} / n = 5.8E+09 / 541 / 19$
- $W_{el,c,1} = 5.6E+05 \text{ mm}^3$
- horní vlákná ocel průřezu
- $S_{el,st,1} = h_{st} - Z_{g,el,2} = 935 - 534 = 401 \text{ mm}$
- průřezový modul
- $W_{el,st,1} = I_{s,c} / S_{el,st,1} = 5.8E+09 / 401 = 1.5E+07 \text{ mm}^3$
- dolní vlákná ocel průřezu
- $S_{el,st,2} = Z_{g,el,1} = 534 \text{ mm}$
- průřezový modul
- $W_{el,st,2} = I_{s,c} / S_{el,st,2} = 5.8E+09 / 534 = 1.1E+07 \text{ mm}^3$
- horní vlákná stojny
- $S_{el,st,3} = h_{st} - Z_{g,el,2} - t_2 = 935 - 534 - 20$
- $S_{el,st,3} = 381 \text{ mm}$
- průřezový modul
- $W_{el,st,3} = I_{s,c} / S_{el,st,3} = 5.8E+09 / 381 = 1.5E+07 \text{ mm}^3$
- dolní vlákná stojny
- $S_{el,st,4} = Z_{g,el,2} - t_2 = 534 - 30 = 504 \text{ mm}$
- průřezový modul
- $W_{el,st,4} = I_{s,c} / S_{el,st,4} = 5.8E+09 / 504 = 1.2E+07 \text{ mm}^3$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice
- velikost svarů
- $a = 2 \times 4.0 \text{ mm}$
- $x_{fi,el} = h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{f1} / 2$
- $x_{fi,el} = 935 - 534 - 20 / 2 = 390.5 \text{ mm}$
- statický moment plochy
- $S_{fi,g} = A_{fi,1} * x_{fi,el} = 23\,293 * 391$
- $S_{fi,g} = 9.1E+06 \text{ mm}^3$
- krční svary dolní pásnice
- velikost svarů
- $a = 2 \times 6.0 \text{ mm}$
- $x_{fi,el} = Z_{g,el,2} - t_2 / 2$
- $x_{fi,el} = 534 - 30 / 2 = 519.5 \text{ mm}$
- statický moment plochy
- $S_{fi,g} = A_{fi,2} * x_{fi,el} = 12\,000 * 519$
- $S_{fi,g} = 6.2E+06 \text{ mm}^3$

#### 7.1.4.5.2 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:
- neuvažuje se otvor 1  $A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0$
- neuvažuje se otvor 2  $A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0$
- otvor 3  $A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600$
- celkem  $A_o = \Sigma = 600$
- celková plocha oslabeného průřezu
- $A_{2,s,net} = A_{2,s} - A_o = 45\,913 - 600 = 45\,313 \text{ mm}^2$
- momenty setrvačnosti jednotlivých částí
- $I_{o,3} = 1/12 * t_w * d_3^3 + A_{o,3} * (Z_{o1,1} - Z_{g,el,2})^2$
- $I_{o,3} = 1/12 * 12 * 50^3 + 600 * (130 - 534)^2$
- $I_{o,3} = 9.83E+07 \text{ mm}^4$
- celkový moment setrvačnosti
- $I_{s,c,net} = I_{st} - I_{o,3} = 5.8E+09 - 9.83E+07 = 5.7E+09 \text{ mm}^4$
- Průřezové moduly:

- tloušťka tlaceného betonu

$Z_{c,el,2} = h - Z_{g,el,2} = ### - 534 = 540.5 \text{ mm}$

- plocha průřezu:

$A_{fi,1} = t_{f1} * b_{fi} = 20 * 200 = 4\,000 \text{ mm}^2$

$A_w = t_w * h_w = 12 * 885 = 10\,620 \text{ mm}^2$

$A_{fi,2} = t_{f2} * b_{fi} = 30 * 400 = 12\,000 \text{ mm}^2$

$A_{c,b1} = c_{f1} * b_c / n_s = 170 * 700 / 19.2 = 6\,202 \text{ mm}^2$

$A_{c,b2} = t_{f1} * b_{c,2} / n_s = 20 * 500 / 19.2 = 521 \text{ mm}^2$

$h_{c,3} = Z_{c,el,1} - c_{f1} = 541 - 170 = 20 = 351 \text{ mm}$

$A_{c,b3} = h_{c,3} * b_{c,3} / n_s = 351 * 688 / 19.2 = 12\,570 \text{ mm}^2$

celkem  $A_{2,s} = \Sigma = 45\,913 \text{ mm}^2$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

$Z_{fi,1} = 925 \text{ mm}$

$Z_w = 472.5 \text{ mm}$

$Z_{fi,2} = 15 \text{ mm}$

$Z_{c,b1} = h - c_{f1} / 2 = #### - 170 / 2$

$Z_{c,b1} = 990 \text{ mm}$

$Z_{c,b2} = Z_{fi,1} = 925 \text{ mm}$

$Z_{c,b3} = h - c_{f1} - t_{f1} - h_{c,3} / 2$

$Z_{c,b3} = #### - 170 - 20 - 351 / 2$

$Z_{c,b3} = 709.7 \text{ mm}$

ocelový průřez - převzato z přechodního výpočtu

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$I_{fi,1} = 1/12 * b_{fi} * t_{f1}^3 + A_{fi,1} * (Z_{fi,1} - Z_{g,el,2})^2$

$I_{fi,1} = 1/12 * 200 * 20^3 + 4\,000 * (925 - 534)^2$

$I_{fi,1} = 6.10E+08 \text{ mm}^4$

$I_w = 1/12 * t_w * h_w^3 + A_w * (Z_w - Z_{g,el,2})^2$

$I_w = 1/12 * 12 * 885^3 + 10\,620 * (473 - 534)^2$

$I_w = 7.69E+07 \text{ mm}^4$

$I_{fi,2} = 1/12 * b_{fi} * t_{f2}^3 + A_{fi,2} * (Z_{fi,2} - Z_{g,el,2})^2$

$I_{fi,2} = 1/12 * 400 * 30^3 + 12\,000 * (15 - 534)^2$

$I_{fi,2} = 3.24E+09 \text{ mm}^4$

$I_{c,b1} = 1/12 * b_c * c_{f1}^3 + A_{c,b1} * (Z_{c,b1} - Z_{g,el,2})^2$

$I_{c,b1} = 1/12 * 19 * 700^3 + 6\,202 * (990 - 534)^2$

$I_{c,b1} = 1.32E+09 \text{ mm}^4$

$I_{c,b2} = 1/12 * b_{c,2} * t_{f1}^3 + A_{c,b2} * (Z_{c,b2} - Z_{g,el,2})^2$

$I_{c,b2} = 1/12 * 19 * 500^3 + 521 * (925 - 534)^2$

$I_{c,b2} = 8.99E+07 \text{ mm}^4$

$I_{c,b3} = 1/12 * b_{c,3} * h_{c,3}^3 + A_{c,b3} * (Z_{c,b3} - Z_{g,el,2})^2$

$I_{c,b3} = 1/12 * 688 * 351^3 + 12\,570 * (710 - 534)^2$

$I_{c,b3} = 5.15E+08 \text{ mm}^4$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$I_{s,c} = I_{fi,1} + I_w + I_{fi,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3}$

$I_{s,c} = 6.1E+08 + 8E+07 + 3.2E+09 + 1.3E+09 + 9.0E+07 + 5.1E+08$

$I_{s,c} = 5.85E+09 \text{ mm}^4$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
 I_{ft,1} &= \frac{1}{12} * b_{r1} * t_{r1} * A^3 + A_{ft,1} * (Z_{ft,1} - Z_{g,el,2}) * A^2 \\
 I_{ft,1} &= \frac{1}{12} * 200 * 20 * 4000 * (925 - 469) * A^2 \\
 I_{ft,1} &= 8.32E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_w &= \frac{1}{12} * t_w * h_w * A_w * (Z_w - Z_{g,el,2}) * A^2 \\
 I_w &= \frac{1}{12} * 12 * 885 * 10620 * (473 - 469) * A^2 \\
 I_w &= 3.63E+07 \text{ mm}^4 \\
 I_{ft,2} &= \frac{1}{12} * b_{t2} * t_{t2} * A_{ft,2} * (Z_{ft,2} - Z_{g,el,2}) * A^2 \\
 I_{ft,2} &= \frac{1}{12} * 400 * 30 * 12000 * (15 - 469) * A^2 \\
 I_{ft,2} &= 2.47E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{cb,1} &= \frac{1}{12} * b_c * C_{r1} * A_{cb,1} * (Z_{cb,1} - Z_{g,el,2}) * A^2 \\
 I_{cb,1} &= \frac{1}{12} * 700 * 170 * 6202 * (990 - 469) * A^2 \\
 I_{cb,1} &= 1.70E+09 \text{ mm}^4 \\
 I_{cb,2} &= \frac{1}{12} * b_{c,2} * t_{r1} * A_{cb,2} * (Z_{cb,2} - Z_{g,el,2}) * A^2 \\
 I_{cb,2} &= \frac{1}{12} * 500 * 20 * 521 * (925 - 469) * A^2 \\
 I_{cb,2} &= 1.08E+08 \text{ mm}^4 \\
 I_{cb,3} &= \frac{1}{12} * b_{c,3} * h_w * A_{cb,3} * (Z_{cb,3} - Z_{g,el,2}) * A^2 \\
 I_{cb,3} &= \frac{1}{12} * 688 * 885 * 31736 * (473 - 469) * A^2 \\
 I_{cb,3} &= 2.07E+09 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned}
 I_{sl,c} &= I_{ft,1} + I_w + I_{ft,2} + I_{cb,1} + I_{cb,2} + I_{cb,3} \\
 I_{sl,c} &= 8.3E+08 + 4E+07 + 2.5E+09 + 1.7E+09 + 1.1E+08 + 2.1E+09 \\
 I_{sl,c} &= 7.22E+09 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

$$\begin{aligned}
 - \text{ horní vlákná betonového průřezu} \\
 S_{el,c,1} &= h - Z_{g,el,st} = ##### - 469 = 606 \text{ mm} \\
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,2,c,1} &= I_{sl,c} / S_{el,c,1} = 1.2E+07 \text{ mm}^3 \\
 W_{el,2,c,1} &= 1.2E+07 \text{ mm}^3 \\
 - \text{ horní vlákná ocel průřezu} \\
 S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,el,st} = 935 - 469 = 466 \text{ mm} \\
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,2,st,1} &= I_{sl,c} / S_{el,st,1} = 7.2E+09 / 466 = 1.5E+07 \text{ mm}^3 \\
 - \text{ dolní vlákná ocel průřezu} \\
 S_{el,st,2} &= Z_{g,el,st} = 469 \text{ mm} \\
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,2,st,2} &= I_{sl,c} / S_{el,st,2} = 7.2E+09 / 469 = 1.5E+07 \text{ mm}^3 \\
 - \text{ horní vlákná stojiny} \\
 S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,el,st} - t_{t2} = 935 - 469 - 20 \\
 S_{el,st,3} &= 446 \text{ mm} \\
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,2,st,3} &= I_{sl,c} / S_{el,st,3} = 7.2E+09 / 446 = 1.6E+07 \text{ mm}^3 \\
 - \text{ dolní vlákná stojiny} \\
 S_{el,st,4} &= Z_{g,el,st} - t_{t2} = 469 - 30 = 439 \text{ mm} \\
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,2,st,4} &= I_{sl,c} / S_{el,st,4} = 7.2E+09 / 439 = 1.6E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

$$\begin{aligned}
 - \text{ krční svary horní pásnice} \\
 a &= 2 * x * 40 \text{ mm} \\
 X_{ft,el} &= h_{st} - Z_{g,el,st} - t_{r1} / 2 \\
 X_{ft,el} &= 935 - 469 - 20 / 2 = 456.1 \text{ mm} \\
 - \text{ působíště smykových sil} \\
 S_{ft,g} &= A_{ft,1} * X_{ft,el} = 42459 * 456 \\
 - \text{ statický moment plochy} \\
 S_{ft,g} &= 1.9E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ horní vlákná betonového průřezu} \\
 S_{net,c,1} &= Z_{c,el,2} = 540.5 \\
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,c,net} &= I_{sl,c,net} / S_{el,c,1} / n = 5.7E+09 / 541 / 19
 \end{aligned}$$

$$W_{el,c,net} = 5.5E+05 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ horní vlákná ocel průřezu} \\
 S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,el,2} = 935 - 534 = 401 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,st,1,net} &= I_{sl,c} / S_{el,st,1} = 5.7E+09 / 401 = 1.4E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ dolní vlákná ocel průřezu} \\
 S_{el,st,2} &= Z_{g,el,st} = 534 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,st,2,net} &= I_{sl,c} / S_{el,st,2} = 5.7E+09 / 534 = 1.1E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ horní vlákná stojiny} \\
 S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{t2} = 935 - 534 - 20 \\
 S_{el,st,3} &= 381 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,st,3,net} &= I_{sl,c} / S_{el,st,3} = 5.7E+09 / 381 = 1.5E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ dolní vlákná stojiny} \\
 S_{el,st,4} &= Z_{g,el,2} - t_{t2} = 534 - 30 = 504 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ průřezový modul} \\
 W_{el,st,4,net} &= I_{sl,c} / S_{el,st,4} = 5.7E+09 / 504 = 1.1E+07 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

#### 7.1.4.5.3 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a s působení betonu v tahu

$$\begin{aligned}
 - \text{ plocha průřezů:} \\
 A_{ft,1} &= t_{r1} * b_{r1} = 20 * 200 = 4000 \text{ mm}^2 \\
 A_w &= t_w * h_w = 12 * 885 = 10620 \text{ mm}^2 \\
 A_{ft} &= t_{t2} * b_{t2} = 30 * 400 = 12000 \text{ mm}^2 \\
 A_{cb,1} &= C_{r1} * b_c / n_s = 170 * 700 / 19 = 6202 \text{ mm}^2 \\
 A_{cb,2} &= t_{r1} * b_{c,2} / n_s = 20 * 500 / 19 = 521 \text{ mm}^2 \\
 A_{cb,3} &= h_w * b_{c,3} / n_s = 885 * 688 / 19 = 31736 \text{ mm}^2 \\
 \text{celkem} \quad A_{2,s} &= \Sigma = 65079 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice

$$\begin{aligned}
 \text{horní pásnice} \quad Z_{ft,1} &= 925 \text{ mm} \\
 \text{stojina} \quad Z_w &= 472.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{horní pásnice} \quad Z_{ft,2} &= 15 \text{ mm} \\
 \text{beton} \quad Z_{cb,1} &= h - C_{r1} / 2 = ##### - 170 / 2 = 990
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{cb,2} &= Z_{ft,1} = 925 \text{ mm} \\
 Z_{cb,3} &= Z_w = 473 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- celkové težiště

$$\begin{aligned}
 S_{g,celkem} &= A_{ft,1} * Z_{ft,1} + A_w * Z_w + A_{ft} * Z_{ft,2} + \\
 &+ A_{cb,1} * Z_{cb,1} + A_{cb,2} * Z_{cb,2} + A_{cb,3} * Z_{cb,3} \\
 S_{g,celkem} &= 4000 * 925 + ##### * 473 + ##### * 15 + \\
 &+ 6202 * 990 + 521 * 925 + ##### * 473 \\
 S_{g,celkem} &= 30515659.59 \text{ mm}^3 \\
 Z_{g,el,st} &= \frac{S_{g,celkem}}{A_{2,s}} = \frac{30515659.59}{65079} = 468.90 \text{ mm} \quad \text{od dolních vláken}
 \end{aligned}$$

7. Průřezové charakteristiky

7.5. Krajiní nosník, rekapitulace analýzy průřezu - konec průřezu

7.5.1. Platická analýza

Průřez	ocelový		ocelobetonový	
	neoslabený	oslabený	neoslabený	oslabený
Kapitola	7.1.4.1.1	7.1.4.1.2	7.1.4.2.1	7.1.4.2.2
Klasifikace průřezu	chyba	chyba	3	3
Smyková plocha, svislá	10 620.0	10 020.0	10 620.0	10 020.0
Únosnost ve smyku	1 892.8	1 785.8	1 892.8	1 785.8
Poloha neutrální osa	137.3	137.3	470.3	470.3
Mezní moment	2 538.4	2 521.6	6 317.5	6 307.7
MM bez stojiny	1 146.6	0.0	5 592.1	0.0
Normálová síla -horní	0.0	0.0	13 778.7	0.0
Normálová síla -dolní	0.0	0.0	3 495.7	0.0

7.5.2. Pružná analýza

7.5.2.1 Ocelový průřez

Průřez	ocelový	
Kapitola	neoslabený	oslabený
Klasifikace průřezu	7.1.4.3.1	7.1.4.3.2
Pracovní součinitel	chyba	chyba
Tah v betonu	-	-
Ideální plocha průřezu	26 620.0	26 092.0
Smyková plocha, svislá	10 620.0	10 020.0
Únosnost ve smyku	1 892.8	1 785.8
Ideální moment setrvačnosti	3 516 157 180	3 509 864 506
pro deformaci mom. setrv.	3 513 010 843	
N.O. spodní hrana	334.3	334.3
Horní vlákna betonu(H.V.bet.)	W <sub>el2,c1</sub>	0.0
Průřezový modul	W <sub>el2,c1</sub>	0.0
excentrita	S <sub>el2,c1</sub>	0.0
Horní vlákna ocel(H.V.ocel.)	W <sub>el,st1</sub>	5 853 024
Průřezový modul	W <sub>el,st1</sub>	600.7
excentrita	S <sub>el,st1</sub>	600.7
Dolní vlákna ocel(D.V.ocel.)	W <sub>el,st2</sub>	10 519 289
Průřezový modul	W <sub>el,st2</sub>	10 500 463
excentrita	S <sub>el,st2</sub>	334.3
Horní vlákna stojiny (H.V.stoj.)	W <sub>el,st3</sub>	6 054 595
Průřezový modul	W <sub>el,st3</sub>	6 043 759
excentrita	S <sub>el,st3</sub>	580.7
Dolní vlákna stojiny (D.V.stoj.)	W <sub>el,st4</sub>	11 556 496
Průřezový modul	W <sub>el,st4</sub>	11 535 814
excentrita	S <sub>el,st4</sub>	304.3
Únosnost průřezu- char.	M <sub>el,Rd</sub>	2 077.8
Únosnost průřezu- nav.	M <sub>el,Rk</sub>	1 806.8
Sy - horní krční svar	S <sub>fl,g</sub>	2 362 968
Sy - dolní krční svar	S <sub>fz,g</sub>	3 831 097

- krční svary dolní pásnice
  - velikost svarů
  - působíště smykových sil
  - statický moment plochy
- a

=

2

x

6.0

mm
- X<sub>fi,el</sub>

=

Z<sub>g,el,st</sub>

-

t<sub>f2</sub>

/

2
- X<sub>fi,el</sub>

=

469

-

30

/

2
- X<sub>fi,el</sub>

=

453.9

mm
- S<sub>fi,g</sub>

=

A<sub>fi,2</sub>

\*

X<sub>fi,el</sub>

=

12 000

\*

454
- S<sub>fi,g</sub>

=

5.4E+06

mm<sup>3</sup>

7.1.4.5.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

neuvažuje se otvor 1

A<sub>o,1</sub>

=

t<sub>w</sub>

\*

d<sub>1</sub>

=

12

\*

22

=

0

neuvažuje se otvor 2

A<sub>o,2</sub>

=

t<sub>w</sub>

\*

d<sub>2</sub>

=

12

\*

22

=

0

otvor 3

A<sub>o,3</sub>

=

t<sub>w</sub>

\*

d<sub>3</sub>

=

12

\*

50

=

600

celkem

A<sub>o</sub>

=

Σ

=

600

7.5.2.3 Ocelobetonový průřez - dlouhodobé zatížení

Průřez Tah v betonu	Ocelobetonový průřez - dlouhodobé zatížení			
	Nepůsobí		Působí	
	neoslabený 7.1.4.5.1 3	oslabený 7.1.4.5.2 3	neoslabený 7.1.4.5.3 3	oslabený 7.1.4.5.4 3
Kapitola	19.19	19.19	19.19	19.19
Klasifikace průřezu	45 913.3	45 313.3	65 079.4	64 479.4
Pracovní součinitel	10 620.0	10 020.0	10 620.0	10 020.0
Ideální plocha průřezu	A mm <sup>2</sup> 1 892.8	1 785.8	1 892.8	1 785.8
Smyková plocha, svíslá	A <sub>w</sub> mm <sup>2</sup>			
Únosnost ve smyku	V <sub>RD</sub> kN			
Ideální moment setrvačnosti	I mm <sup>4</sup> 5 845 586 930	5 747 300 888	7 220 126 897	7 209 861 897
Ideální moment setrvačnosti pro deformaci mom. setrv.	I <sub>i</sub> mm <sup>4</sup>	6 532 856 914		
N.O. spodní hrana	Z <sub>g,el</sub> mm	534.5	534.5	468.9
Průřezový modul	W <sub>el2,c1</sub> mm <sup>3</sup>	209 836 869.0	206 308 731.3	295 425 964.3
excentrita	S <sub>el2,c1</sub> mm	540.5	540.5	606.1
Průřezový modul	W <sub>el,s1</sub> mm <sup>3</sup>	20 807 254.4	20 369 217.5	31 515 545.4
excentrita	S <sub>el,s1</sub> mm	400.5	400.5	466.1
Průřezový modul	W <sub>el,s2</sub> mm <sup>3</sup>	15 592 401.0	15 264 147.9	31 327 537.1
excentrita	S <sub>el,s2</sub> mm	534.5	534.5	468.9
Průřezový modul	W <sub>el,s3</sub> mm <sup>3</sup>	21 900 868.2	21 439 808.5	32 928 477.3
excentrita	S <sub>el,s3</sub> mm	380.5	380.5	446.1
Průřezový modul	W <sub>el,s4</sub> mm <sup>3</sup>	16 519 642.3	16 171 868.8	33 468 865.6
excentrita	S <sub>el,s4</sub> mm	504.5	504.5	438.9
Sy - horní krční svar	S <sub>f1,g</sub> mm <sup>3</sup>	9 096 565	-	-
Sy - dolní krční svar	S <sub>f2,g</sub> mm <sup>3</sup>	6 233 725	-	-

7.5.2.2 Ocelobetonový průřez - krátkodobé zatížení

Průřez Tah v betonu	Ocelobetonový průřez - krátkodobé zatížení			
	Nepůsobí		Působí	
	neoslabený 7.1.4.4.1 3	oslabený 7.1.4.4.2 3	neoslabený 7.1.4.4.3 3	oslabený 7.1.4.4.4 3
Kapitola	6.40	6.40	6.40	6.40
Klasifikace průřezu	69 861.0	69 261.0	141 998.3	141 398.3
Pracovní součinitel	10 620.0	10 020.0	10 620.0	10 020.0
Ideální plocha průřezu	A mm <sup>2</sup> 1 892.8	1 785.8	1 892.8	1 785.8
Smyková plocha, svíslá	A <sub>w</sub> mm <sup>2</sup>			
Únosnost ve smyku	V <sub>RD</sub> kN			
Ideální moment setrvačnosti	I mm <sup>4</sup> 8 333 781 531	8 158 337 743	14 689 439 051	14 679 174 051
Ideální moment setrvačnosti pro deformaci mom. setrv.	I <sub>i</sub> mm <sup>4</sup>	11 511 610 291		
N.O. spodní hrana	Z <sub>g,el</sub> mm	670.6	670.6	519.4
Průřezový modul	W <sub>el2,c1</sub> mm <sup>3</sup>	131 777 862.8	129 003 659.1	169 078 674.3
excentrita	S <sub>el2,c1</sub> mm	404.4	404.4	555.6
Průřezový modul	W <sub>el,s1</sub> mm <sup>3</sup>	12 428 214.5	12 166 574.2	35 343 431.8
excentrita	S <sub>el,s1</sub> mm	670.6	670.6	415.6
Průřezový modul	W <sub>el,s2</sub> mm <sup>3</sup>	12 428 214.5	12 166 574.2	28 282 645.8
excentrita	S <sub>el,s2</sub> mm	670.6	670.6	519.4
Průřezový modul	W <sub>el,s3</sub> mm <sup>3</sup>	34 092 442.3	33 374 724.1	37 130 167.9
excentrita	S <sub>el,s3</sub> mm	244.4	244.4	395.6
Průřezový modul	W <sub>el,s4</sub> mm <sup>3</sup>	13 010 283.8	12 736 389.7	30 016 430.3
excentrita	S <sub>el,s4</sub> mm	640.6	640.6	489.4
Sy - horní krční svar	S <sub>f1,g</sub> mm <sup>3</sup>	12 020 300	-	48 422 240
Sy - dolní krční svar	S <sub>f2,g</sub> mm <sup>3</sup>	7 866 641	-	6 052 559.3

$h_c$	=	20	+	580	+	170
$h_c$	=	770	mm			
$h$	=	$h_{st}$	+	$c_{r,1}$	=	630 + 170
$h$	=	800	mm			
$f_{cd}$	=	17	MPa			
- pevnost v tlaku - návrhová						
- modul pružnosti - krátkodobé zat.	$E_{c,s}$	=	32 837	GPa		
- modul pružnosti - dlouhodobé zat.	$E_{c,d}$	=	10 946	GPa		
- pracovní součinitel - krátkodobé zat.	$\eta_{c,s}$	=	6.40	-		
- pracovní součinitel - dlouhodobé zat.	$\eta_{c,d}$	=	19.19	-		
- <b>betonářská výztuž</b>	<b>B 500 B</b>					
- krycí vrstva	$c_c$	=	50	mm		
- horní podélná výztuž desky ZBN	$\phi_{s,l}$	=	12	mm		
- průměr horní podélné výztuže	$\phi_{s,q}$	=	16	mm		
- průměr horní podélné výztuže						
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku	$z_{1,l}$	=	56	mm		
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku	$z_{2,q}$	=	70	mm		
- dolní podélná výztuž desky ZBN	$\phi_{s,l}$	=	12	mm		
- průměr horní podélné výztuže	$\phi_{s,q}$	=	16	mm		
- průměr horní podélné výztuže						
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu	$z_{o3,l2}$	=	130	mm		
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku	$z_{1,l}$	=	144	mm		
- vzdálenost težiště výztuže od nosniku	$z_{2,q}$	=	145	mm		

#### 8.1.2 Klasifikace průřezů

##### 8.1.2.1 Základní údaje

- Klasifikace pro nosník	svařovaný
- strana koutového svaru / poloměr zaoblení mezi pásnicí a stojinou	
- horní	$d_{o,1}$ = 5.7 mm
- dolní	$d_{o,2}$ = 8.5 mm
- stojina a horní pásnice jsou oboustranně obetonovány	
- dolní pásnice je jednostranně obetonována	

##### 8.1.2.2 kalifikace horní pásnice při nemáhání tlakovou normálovou silou

- přečnickující část část pásnice c						
$c$	=	( $b_{r1}$ - $t_w$ )	/	2	-	$d_{o,1}$
$c$	=	(200 - 12)	/	2	-	5.7
$c$	=	88.3	mm			
- šířlosti přečnickující pásnice	$c/t_{r1}$	=	88	/	20	= 4.42
- vliv meze kluzu	$\epsilon$	=	$\sqrt{235}$	/	$f_{y,st,k}$	= $\sqrt{235}$ / 355
	$\epsilon$	=	0.81	-		
- Limitní hodnoty šířlosti horní pásnice pro ocelový průřez - montážní stav						
řída						
1	$\beta_{lim}$	=	9	*	$\epsilon$	= 9 * 0.81 = 7.32
2	$\beta_{lim}$	=	10	*	$\epsilon$	= 10 * 0.81 = 8.14
3	$\beta_{lim}$	=	14	*	$\epsilon$	= 14 * 0.81 = 11.39

## 8. Průřezové charakteristiky

### 8.1 Průřezové charakteristiky - mimořádné zatížení

#### 8.1.1 Geometrie a materiál průřezu - Mimořádné zatížení

##### 8.1.1.1 Ocelový průřez

- Nosník						
- modul pružnosti v ohybu	$E_{st}$	=	210 000	MPa		
- Horní pásnice						
- tloušťka	$t_{r,1,1}$	=	20	mm		
- šířka	$b_{r,1,1}$	=	200	mm		
- mez kluzu charakteristická	$f_{y,st,k}$	=	355	MPa		
- součinitel materiálu - zákl. komb.	$\gamma_{M,1}$	=	1.00			
- mez kluzu návrhová - zákl. komb.	$f_{y,st,d}$	=	$\frac{355}{\gamma_{M,1}}$	=	$\frac{355}{1.00}$	= 355.0 MPa
- Stojina						
- tloušťka	$t_{w,j}$	=	12	mm		
- výška	$h_{w,j}$	=	580	mm		
- mez kluzu charakteristická	$f_{y,st,k}$	=	355	MPa		
- součinitel materiálu - zákl. komb.	$\gamma_{M,1}$	=	1.00			
- mez kluzu návrhová - zákl. komb.	$f_{y,st,d}$	=	$\frac{355}{\gamma_{M,1}}$	=	$\frac{355}{1.00}$	= 355.0 MPa
- Dolní pásnice						
- tloušťka	$t_{r,2,1}$	=	30	mm		
- výška	$b_{r,2,1}$	=	400	mm		
- mez kluzu charakteristická	$f_{y,st,k}$	=	335	MPa		
- součinitel materiálu - zákl. komb.	$\gamma_{M,1}$	=	1.00			
- mez kluzu návrhová - zákl. komb.	$f_{y,st,d}$	=	$\frac{335}{\gamma_{M,1}}$	=	$\frac{335}{1.00}$	= 335.0 MPa
- celková výška ocelového nosníku						
$h_{st}$	=	$t_{r,1}$	+	$h_w$	+	$t_{r,2}$
$h_{st}$	=	20	+	580	+	30
$h_{st}$	=	630	mm			
- krční svary ocelového nosníku						
- krční svary horní, koutové	$a_1$	=	4.0	mm		
- krční svary dolní, koutové	$a_2$	=	6.0	mm		
- otvory ve stojině						
- stabilizační tyč						
- průměr otvoru	$d_1$	=	22	mm		
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu	$z_{o1,l2}$	=	300	mm		
- průměr otvoru	$d_2$	=	22	mm		
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu	$z_{o2,l2}$	=	180	mm		
- dolní příčná výztuž						
- průměr otvoru	$d_3$	=	50	mm		
- výška osy otvoru nad dolními vlákny průřezu	$z_{o3,l2}$	=	130	mm		

##### 8.1.1.2 Betonová část průřezu

- beton	<b>C 30</b>	/	<b>37</b>	<b>XA1, XF3, XD1</b>
- tloušťka betonu nad horní pásnicí	$c_{r,1}$	=	170	mm
- spolupůsobící šířka	$b_c$	=	700	mm
- výška betonu	$h_c$	=	$t_{r,1}$ + $h_w$ + $c_{r,1}$	

- při plastické analýze je účinná část stojiny	v tahu i tlaku	
- poloha pružné neutrální osy	$z_{g,pl} = 452.8$	mm
- stojina v tlaku	$\alpha_{ed}d = t_2 + h_w - d_{o,1} - z_{g,pl}$ $\alpha_{ed}d = 20 + 580 - 0 - 453$ $\alpha_{ed}d = 147$ mm	
- koeficient $\alpha_{e,i}$ v intervalu $<0,1>$	$\alpha_{ei} = \alpha_{ed}d / d = 147 / 566 = 0.26$	
- při pružné analýze je účinná část stojiny	v tahu i tlaku	
- Limitní hodnoty štiřlosti horní pásnice pro ocelový průřez - montážní stav	třída	
1	$\beta_{lim} = 36 * \epsilon / \alpha_{pi}$	
2	$\beta_{lim} = 42 * \epsilon / \alpha_{pi}$	
3	$\beta_{lim} = 63 * \epsilon * (1 - \alpha_{ei}) / \alpha_{ei}$	2
1	$\beta_{lim} = 36 * 0.81 / 0.5$	
2	$\beta_{lim} = 42 * 0.81 / 0.5$	
3	$\beta_{lim} = 63 * 0.81 * (1 - 0.3) / 0.3$	2
1	$\beta_{lim} = 56.6$	
2	$\beta_{lim} = 65.3$	
3	$\beta_{lim} = 559.9$	
$d/t_w < \beta_{lim}$	47.2 < 56.61	třída 1 Plastická analýza

#### 8.1.2.4 klasifikace průřezu jako celku

- ocelový průřez použije se třída 3
- ocelobetonový průřez použije se třída 1

#### 8.1.3 Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku

- štiřlost stojiny	$d/t_w = 566 / 12 = 47.15$	-
- vliv meze kluzu	$\epsilon = \sqrt{235 / f_{y,stk}} = \sqrt{235 / 355}$	
	$\epsilon = 0.81$	
- posouzení stability neobetonované stojiny vez výztuh (montážní stav)	$d/t_w < 69 * \epsilon * 47.2 < 72 * 0.81 = 59$	
	Stojlna nevybočí	
- posouzení stability obetonované stojiny vez výztuh (provozní stav)	$d/t_w < 124 * \epsilon * 47.2 < 124 * 0.81 = 101$	
	Stojlna nevybočí	
- stanovení mezní únosnosti stojiny ve smyku	plocha stojiny	
	$A_w = h_w * t_w = 580 * 12$	
	$A_w = 6960$ mm <sup>2</sup>	
- plocha otvoru pro příčnou výztuž	$A_{o3} = d_{o3} * t_w = 50 * 12$	
	$A_{o3} = 600$ mm <sup>2</sup>	
- smyková plocha	$A_{w,net} = A_w - A_{o3} = 6960 * 600$	
	$A_{w,net} = 6360$ mm <sup>2</sup>	
- návrhová smyková pevnost stojiny	$f_{y,stk}/\sqrt{3} = 308.7 / \sqrt{3}$	3
	$f_{y,stk}/\sqrt{3} = 178.2$ MPa	
- Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku	$V_{rd} = A_{w,net} * f_{y,stk}/\sqrt{3} = 6360 * 178.2 = 1133.5$ kN	

$c/t_f < \beta_{lim}$	4.4 < 7.32	třída 1
- Limitní hodnoty štiřlosti horní pásnice pro ocelobetonový průřez	třída	
1	$\beta_{lim} = 9 * \epsilon = 9 * 0.81 = 7.32$	
2	$\beta_{lim} = 14 * \epsilon = 14 * 0.81 = 11.39$	
3	$\beta_{lim} = 20 * \epsilon = 20 * 0.81 = 16.27$	
$c/t_f < \beta_{lim}$	4.42 < 7.32	třída 1

#### 8.1.2.3 kalifikace stojiny při namáhání ohybem

- rozhodující výška stojiny	$d = h_w - d_{o,1} - d_{o,2}$	
	$d = 580 - 5.7 - 8.5$	
	$d = 566$ mm	
- štiřlost stojiny	$d/t_w = 566 / 12 = 47.15$	-
- vliv meze kluzu	$\epsilon = \sqrt{235 / f_{y,stk}} = \sqrt{235 / 355}$	
	$\epsilon = 0.81$	
- poloha plastické neutrální osy	$z_{g,pl} = 29.5$ mm	viz kapitola 8.1.4.1.1.
- stojina v tlaku	$\alpha_{pi}d = t_2 + h_w - d_{o,1} - z_{g,pl}$	
	$\alpha_{pi}d = 30 + 580 - 0 - 29.5$	
	$\alpha_{pi}d = 580$ mm	
- koeficient $\alpha_{pi}$ v intervalu $<0,1>$	$\alpha_{pi} = \alpha_{pi}d / d = 580 / 566 = 1.03$	
	$\alpha_{pi} = 1.00$	
- při plastické analýze je účinná část stojiny	pouze v tlaku	
- poloha pružné neutrální osy	$z_{g,el} = 212.9$ mm	viz kapitola 8.1.4.3.1.
- stojina v tlaku	$\alpha_{ed}d = t_2 + h_w - d_{o,1} - z_{g,pl}$ $\alpha_{ed}d = 30 + 580 - 0 - 213$ $\alpha_{ed}d = 397$ mm	
- koeficient $\alpha_{e,i}$ v intervalu $<0,1>$	$\alpha_{ei} = \alpha_{ed}d / d = 397 / 566 = 0.70$	
	$\alpha_{ei} = 0.70$	
- při pružné analýze je účinná část stojiny	v tahu i tlaku	
- Limitní hodnoty štiřlosti horní pásnice pro ocelový průřez - montážní stav	třída	
1	$\beta_{lim} = 396 * \epsilon / (13 * \alpha_{pi} - 1) = 396 * 0.81 / (13 * 1.00 - 1) = 496$	
2	$\beta_{lim} = 496 * \epsilon / (13 * \alpha_{pi} - 1) = 496 * 0.81 / (13 * 1.00 - 1) = 42$	
3	$\beta_{lim} = 42 * \epsilon * 3 + \alpha_{ei} / (3 + \alpha_{ei} - 1) = 42 * 0.81 * 3 + 0.70 / (3 + 0.70 - 1) = 396$	
1	$\beta_{lim} = 396 * 0.81 / (13 * 1 - 1) = 496$	
2	$\beta_{lim} = 496 * 0.81 / (13 * 1 - 1) = 42$	
3	$\beta_{lim} = 42 * 0.81 * 3 + 0.7 / (3 + 0.7 - 1) = 396$	
1	$\beta_{lim} = 26.8$	
2	$\beta_{lim} = 33.6$	
3	$\beta_{lim} = 65.1$	
$d/t_w < \beta_{lim}$	47.2 < 65.08	třída 3 elestaická analýza
- Limitní hodnota štiřlosti stojiny pro ocelobetonový průřez	třída	
- poloha plastické neutrální osy	$z_{g,pl} = 307.2$ mm	viz kapitola 8.1.4.2.1.
- stojina v tlaku	$\alpha_{pi}d = 30 + h_w - d_{o,1} - z_{g,pl}$	
	$\alpha_{pi}d = 20 + 580 - 0 - 307$	
	$\alpha_{pi}d = 293$ mm	
- koeficient $\alpha_{pi}$ v intervalu $<0,1>$	$\alpha_{pi} = \alpha_{pi}d / d = 293 / 566 = 0.52$	
	$\alpha_{pi} = 0.52$	

tlak v ocelovém průřezu  $F_{st}^- = F_{sl,w} + F_{st,f1} + b_{l2} * f_{y,sl,d} * (t_{l2} - x)$   
 $F_{st}^- = 2471 + 1420 + 400 * 335 * (30 - 30)$   
 $F_{st}^- = 3955.4 \text{ kN}$

tah v ocelovém průřezu  $F_{st}^+ = f_{y,sl,d} * b_{l2} * x$   
 $F_{st}^+ = 335 * 400 * 30$   
 $F_{st}^+ = 3955.4 \text{ kN}$

těžisté tlakové síly:  $x_{sl,pl} = x / 2 = 30 / 2 = 15 \text{ mm}$   
těžisté tažené síly:  $x_{sl,pl,1} = x_1 / 3 = 0 / 2 = 0 \text{ mm}$   
 $x_{sl,pl,w} = x_1 + h_w / 2 = 0 + 580 / 2$   
 $x_{sl,pl,w} = 290.48 \text{ mm}$   
 $x_{sl,pl,1} = x_1 + h_w$   
 $x_{sl,pl,1} = 0 + 580 + 20 / 2$   
 $x_{sl,pl,1} = 590.48 \text{ mm}$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu neoslabeného

$$M_{pl,Rd} = F_{st,f1} * x_{sl,pl,f1} + F_{sl,w} * x_{sl,pl,w} + F_{st}^- * x_{sl,pl}^-$$

$$M_{pl,Rd} = 1420 * 0.590 + 2471 * 0.290 + 65 * 0.000 + 3955 * 0.015$$

**$M_{pl,Rd} = 1614.60 \text{ kNm}$**

#### 8.1.4.1.2 Plastická analýza ocelového průřezu oslabeného otvory

- poloha neutrální osy se nezmění, pouze hodnota mezního momentu

$F_{o1} = t_w * d_1 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 355 = 93.72 \text{ kN}$   
 $F_{o2} = t_w * d_2 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 355 = 93.72 \text{ kN}$   
 $F_{o3} = t_w * d_3 * f_{y,sl,d} = 12 * 50 * 355 = 0.0 \text{ kN}$

těžisté síly:  $x_{o1,pl} = z_{o1,l2} - x = 300 - 30 = 270 \text{ mm}$   
 $x_{o2,pl} = z_{o2,l2} - x = 180 - 30 = 150 \text{ mm}$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu oslabeného

$$M_{pl,net,Rd} = M_{pl,Rd} - x_{o1,pl} * F_{o1} - x_{o2,pl} * F_{o2}$$

$$M_{pl,net,Rd} = 1614.60 - 0.270 * 93.72 - 0.150 * 93.72$$

**$M_{pl,Rd} = 1575.15 \text{ kNm}$**

#### 8.1.4.1.3 Plastická analýza ocelového průřezu bez způsobení stojiny

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$F_{st,f1} = t_{l1} * b_{l1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 355 = 1420 \text{ kN}$$

$$F_{sl,w} = t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 580 * 355 = 0 \text{ kN}$$

$$F_{st,l2} = t_{l2} * b_{l2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 335 = 4020 \text{ kN}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází spodní pásnicí

poloha neutrální osy od sponi hrany pásnice

$$f_{y,sl,d} \quad * \quad b_{l2} \quad * \quad x = F_{sl,w} + F_{st,f1} + b_{l2} * f_{y,sl,d} * (t_{l2} - x)$$

$$335 \quad * \quad 400 \quad * \quad x = 0 + 1420 + 400 * 335 * (30 - x)$$

$$x = -335 * 400 + 400 * 335$$

$$x = 20.3 \text{ mm} \quad \text{od spodní hrany pásnice}$$

#### 8.1.4 Analýza průřezu

##### 8.1.4.1 Plastická analýza ocelového průřezu

##### 8.1.4.1.1 Plastická analýza ocelového průřezu neoslabeného otvory

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$F_{st,f1} = t_{l1} * b_{l1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 355 = 1420 \text{ kN}$$

$$F_{sl,w} = t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 580 * 355 = 2471 \text{ kN}$$

$$F_{st,l2} = t_{l2} * b_{l2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 335 = 4020 \text{ kN}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází spodní pásnicí

poloha neutrální osy od sponi hrany pásnice

$$f_{y,sl,d} \quad * \quad b_{l2} \quad * \quad x = F_{sl,w} + F_{st,f1} + b_{l2} * f_{y,sl,d} * (t_{l2} - x)$$

$$335 \quad * \quad 400 \quad * \quad x = 2471 + 1420 + 400 * 335 * (30 - x)$$

$$x = 2471 + 1420 + 400 * 335 * 30$$

$$x = 335 * 400 + 400 * 335$$

$$x = 29.5 \text{ mm} \quad \text{od spodní hrany pásnice}$$

$$x_{l1} = t_{l2} - x = 30 - 30 = 0.5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
& x_1 = t_2 - x = 30 - 20 = 9.7 \text{ mm} \\
& \text{- tlak v ocelovém průřezu: } F_{st}^- = F_{sl,w} + F_{st,1f} + b_{t2} * f_{y,sl,d} * (t_2 - x) \\
& F_{st}^- = 0 + 1420 + 400 * 335 * (30 - 20) \\
& F_{st}^- = 2720 \text{ kN} \\
& \text{- tah v ocelovém průřezu: } F_{st}^+ = f_{y,sl,d} * b_{t2} * x \\
& F_{st}^+ = 335 * 400 * 20 \\
& F_{st}^+ = 2720 \text{ kN} \\
& \text{- těžiště tlakové síly: } x_{st,pl}^- = x / 2 = 20 / 2 = 10 \text{ mm} \\
& \text{- těžiště tažných sil: } x_{st,pl,1}^+ = x_1 / 3 = 10 / 3 = 5 \text{ mm} \\
& x_{st,pl,w}^+ = x_1 + h_w / 2 = 10 + 580 / 2 = 299.70 \text{ mm} \\
& x_{st,pl,1f}^+ = x_1 + h_w + t_1 / 2 \\
& x_{st,pl,1f}^+ = 10 + 580 + 20 / 2 = 599.70 \text{ mm} \\
& x_{st,pl,1f}^+ = 599.70 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu neoslabeného

$$\begin{aligned}
M_{pl,Rd} &= F_{st,1f} * x_{st,pl,1f}^+ + F_{sl,w} * x_{st,pl,w}^+ + F_{st}^- * x_{st,pl}^- \\
&+ F_{st,1f}^- * x_{st,pl,1}^+ \\
M_{pl,Rd} &= 1420 * 0.600 + 0 * 0.300 + 1300 * 0.005 \\
&+ 2720 * 0.010 \\
M_{pl,Rd} &= 885.49 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

#### 8.1.4.2. Plastická analýza ocelobetonového průřezu

##### 8.1.4.2.1 Plastická analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$\begin{aligned}
F_{st,1f} &= t_1 * b_{t1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 355 = 1420 \text{ kN} \\
F_{sl,w} &= t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 580 * 355 = 2471 \text{ kN} \\
F_{st,1f} &= t_2 * b_{t2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 335 = 4020 \text{ kN} \\
F_{c,1} &= c_1 * b_c * f_{c,d} = 170 * 700 * 17 = 2023 \text{ kN} \\
b_{c,2} &= (b_c - b_{t1}) = (700 - 200) = 500 \text{ mm} \\
F_{c,2} &= t_1 * b_{c,2} * f_{c,d} = 20 * 500 * 17 = 170 \text{ kN} \\
b_{c,3} &= (b_c - t_w) = (700 - 12) = 688 \text{ mm} \\
F_{c,3} &= h_w * b_{c,3} * f_{c,d} = 580 * 688 * 17 = 6784 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- Předpoklad: Neutrální osa prochází stojinou

- poloha neutrální osy od spodní hrany stojiny

$$\begin{aligned}
f_{y,sl,d} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} &+ F_{st,1f} + F_{c,1} + F_{c,3} - F_{st,1f} \\
t_w * f_{y,sl,d} * (h_w - x) &+ F_{c,2} \\
+ f_{c,d} * b_{c,3} * (h_w - x) &+ F_{st,1f} + F_{c,1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x &= \frac{2 * (f_{y,sl,d} * t_w + b_{c,3} * f_{c,d})}{2471 + 170 + 1420 + 2023 + 6784 - 4020} \\
x &= \frac{2 * (355 * 12 + 688 * 17)}{277.2 \text{ mm}} \\
x &= 277.2 \text{ mm} \\
x_z &= h_w - x = 580 - 277 \\
x_z &= 302.8 \text{ mm} \\
z_g &= x + t_2 = 277 + 30 \\
z_g &= 307.2 \text{ mm}
\end{aligned}$$

od spodní hrany stojiny  
od horní hrany stojiny  
od spodní hrany dolní pásnice

$$\begin{aligned}
& \text{- tah v průřezu} \\
& F_{ot}^+ = f_{y,sl,d} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} + F_{st,1f} + F_{st,1f} \\
& F_{ot}^+ = 355 * 12 * 277 + 277 * 688 * 17 + 4020 \\
& F_{ot}^+ = 8443.74 \text{ kN} \\
& \text{- tlakový průřez} \\
& F_{ot}^- = t_w * f_{y,sl,d} * (h_w - x) + F_{st,1f} + F_{c,2} \\
& + f_{c,d} * b_{c,3} * (h_w - x) + F_{c,1} \\
& F_{ot}^- = 12 * 355 * (580 - 277) + 1420 + 170 \\
& + 17 * 688 * (580 - 277) + 2023 \\
& F_{ot}^- = 8443.74 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- určení tlačných a tažných sil

$$\begin{aligned}
F_{sl,w}^+ &= t_w * x * f_{y,sl,d} = 12 * 277 + 355 = 1181 \text{ kN} \\
F_{sl,w}^- &= F_{sl,w}^+ = 2471 \text{ kN} \\
F_{c,3}^+ &= x * b_{c,3} * f_{c,d} = 277 * 688 + 17 = 3243 \text{ kN} \\
F_{c,3}^- &= F_{c,3}^+ - F_{c,3} = 6784 - 3243 = 3541 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- vzájemnost působících fil od neutrální osy

$$\begin{aligned}
& x_{st,1f} = x_2 + t_1 / 2 = 303 + 20 / 2 = 313 \text{ mm} \\
& x_{st,1f} = z_3 - t_2 / 2 = 307 - 30 / 2 = 292 \text{ mm} \\
& x_{sl,w}^+ = x / 2 = 277 / 2 = 139 \text{ mm} \\
& x_{sl,w}^- = x_2 / 2 = 303 / 2 = 151 \text{ mm} \\
& x_{c,1} = x_2 + c_1 / 2 = 303 + 170 / 2 = 388 \text{ mm} \\
& x_{c,2} = x_2 + t_1 / 2 = 303 + 20 / 2 = 313 \text{ mm} \\
& x_{c,3}^+ = x / 2 = 277 / 2 = 139 \text{ mm} \\
& x_{c,3}^- = x_2 / 2 = 303 / 2 = 151 \text{ mm} \\
& M_{pl,Rd} = F_{st,1f}^+ * x_{st,1f}^+ + F_{st,1f}^- * x_{st,1f}^- + F_{c,1} * x_{c,1} + F_{c,2} * x_{c,2} \\
& + x_{c,3}^+ * (F_{c,3}^+ + F_{sl,w}^+) + x_{c,3}^- * (F_{sl,w}^- + F_{c,3}^-) \\
& M_{pl,Rd} = 1420 * 0.313 + 4020 * 0.292 + 2023 * 0.388 + 170 * 0.31 \\
& + 0.14 * (3243 + 1181) + 0.15 * (3541 + 1290) \\
M_{pl,Rd} &= 3801.03 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

##### 8.1.4.2.2 Plastická analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

$$\begin{aligned}
F_{o1} &= t_w * d_1 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 355 = 93.72 \text{ kN} \\
F_{o2} &= t_w * d_2 * f_{y,sl,d} = 12 * 22 * 355 = 93.72 \text{ kN} \\
F_{o3} &= t_w * d_3 * f_{y,sl,d} = 12 * 50 * 355 = 0.0 \text{ kN}
\end{aligned}$$

neuvažuje se

$$\begin{aligned}
& \text{- těžiště sil: } x_{t1pl}^- = z_{o1/2} - z_g = 300 - 307 = -7 \text{ mm} \\
& x_{o2pl}^- = z_g - z_{o2/2} = 307 - 180 = 127 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- Mezní plastický moment únosnosti ocelového průřezu oslabeného

$$\begin{aligned}
M_{pl,net,Rd} &= M_{pl,Rd} - x_{t1pl}^- * F_{o1} - x_{o2pl}^- * F_{o2} \\
M_{pl,net,Rd} &= 3801.03 - (-0.007 * 93.72 - 0.127 * 93.72) \\
M_{pl,Rd} &= 3789.78 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

##### 8.1.4.2.3 Plastická analýza ocelobetonového průřezu bez vlivu stojiny

- mezní normálové síly v jednotlivých částech plně zplastizovaného průřezu

$$\begin{aligned}
F_{st,1f} &= t_1 * b_{t1} * f_{y,sl,d} = 20 * 200 * 355 = 1420 \text{ kN} \\
F_{sl,w} &= t_w * h_w * f_{y,sl,d} = 12 * 580 * 355 = 0 \text{ kN} \\
F_{st,1f} &= t_2 * b_{t2} * f_{y,sl,d} = 30 * 400 * 335 = 4020 \text{ kN} \\
F_{c,1} &= c_1 * b_c * f_{c,d} = 170 * 700 * 17 = 2023 \text{ kN} \\
b_{c,2} &= (b_c - b_{t1}) = (700 - 200) = 500 \text{ mm} \\
F_{c,2} &= t_1 * b_{c,2} * f_{c,d} = 20 * 500 * 17 = 170 \text{ kN} \\
b_{c,3} &= (b_c - t_w) = (700 - 12) = 688 \text{ mm} \\
F_{c,3} &= h_w * b_{c,3} * f_{c,d} = 580 * 688 * 17 = 6784 \text{ kN}
\end{aligned}$$

8.1.4.3.3. Pružná analýza ocelového průřezu

8.1.4.3.3.1 Pružná analýza ocelového průřezu neoslabeného otvory

- plocha průřezů:	horní pásnice	$A_{h,1}$	$= t_1$	*	$b_{h,1}$	$= 20$	*	$200$	$= 4000$
	stojina	$A_w$	$= t_w$	*	$h_w$	$= 12$	*	$580$	$= 6960$
	dolní pásnice	$A_n$	$= t_2$	*	$b_2$	$= 30$	*	$400$	$= 12000$
	celkem	$A_{st}$	$=$					$\Sigma$	$= 22960$
- poloha težišť od spodní hrany dolní pásnice	horní pásnice	$Z_{h,1}$	$= t_1$	/	$2$	$+$	$hw$	$+$	$t_2$
		$Z_{h,1}$	$= 20$	/	$2$	$+$	$580$	$+$	$30$
	stojina	$Z_w$	$= t_2$	$+$	$hw$	/	$2$		
		$Z_w$	$= 30$	$+$	$580$	/	$2$		$= 320$
	horní pásnice	$Z_{h,2}$	$= t_2$	/	$2$	$=$	$30$	/	$2$
									$= 15$
- celkové težiště	$Z_{g,el,st} = \frac{A_{h,1} * Z_{h,1} + A_w * Z_w + A_n * Z_{h,2}}{A_{st}}$								
	$Z_{g,el,st} = \frac{4000 * 620 + 6960 * 320 + 12000 * 15}{22960}$								
	$Z_{g,el,st} = 212,9 \text{ mm}$								

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$I_{h,1}$	$= \frac{1}{12} * b_{h,1}^3 * t_1$	$\wedge 3$	$+$	$A_{h,1}$	$*$	$(Z_{h,1} - Z_{g,el})$	$\wedge 2$
$I_{h,1}$	$= \frac{1}{12} * 200^3 * 20$	$\wedge 3$	$+$	$4000$	$*$	$(620 - 213)$	$\wedge 2$
$I_{h,1}$	$= 6,63E+08$	$\text{mm}^4$					
$I_w$	$= \frac{1}{12} * t_w^3 * h_w$	$\wedge 3$	$+$	$A_w$	$*$	$(Z_w - Z_{g,el})$	$\wedge 2$
$I_w$	$= \frac{1}{12} * 12^3 * 580$	$\wedge 3$	$+$	$6960$	$*$	$(320 - 213)$	$\wedge 2$
$I_w$	$= 2,75E+08$	$\text{mm}^4$					
$I_{h,2}$	$= \frac{1}{12} * b_2^3 * t_2$	$\wedge 3$	$+$	$A_{h,2}$	$*$	$(Z_{h,2} - Z_{g,el})$	$\wedge 2$
$I_{h,2}$	$= \frac{1}{12} * 400^3 * 30$	$\wedge 3$	$+$	$12000$	$*$	$(15 - 213)$	$\wedge 2$
$I_{h,2}$	$= 4,71E+08$	$\text{mm}^4$					

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$I_{st}$	$= I_{h,1} + I_w + I_{h,2}$	$= 6,6E+08$	$+$	$2,8E+08$	$+$	$4,7E+08$
$I_{st}$	$= 1,41E+09$	$\text{mm}^4$				

- Průřezové moduly:

- horní vláknina ocel průřezu	$S_{el,st,1} = h_{st} - Z_{g,el,st}$	$= 630 - 213$	$= 417 \text{ mm}$
- průřezový modul	$W_{el,st,1} = I_{st} / S_{el,st,1}$	$= 1,4E+09 / 417$	$= 3,4E+06 \text{ mm}^3$
- dolní vláknina ocel průřezu	$S_{el,st,2} = Z_{g,el,st}$	$= 213 \text{ mm}$	
- průřezový modul	$W_{el,st,2} = I_{st} / S_{el,st,2}$	$= 1,4E+09 / 213$	$= 6,6E+06 \text{ mm}^3$
- horní vláknina stojiny	$S_{el,st,3} = h_{st} - Z_{g,el,st}$	$= 630 - 213$	$= 20$
	$S_{el,st,3} = 397 \text{ mm}$		
- průřezový modul	$W_{el,st,3} = I_{st} / S_{el,st,3}$	$= 1,4E+09 / 397$	$= 3,5E+06 \text{ mm}^3$
- dolní vláknina stojiny	$S_{el,st,4} = Z_{g,el,st} - t_2$	$= 213 - 30$	$= 183 \text{ mm}$
- průřezový modul	$W_{el,st,4} = I_{st} / S_{el,st,4}$	$= 1,4E+09 / 183$	$= 7,7E+06 \text{ mm}^3$

- Moment únosnosti ocelového průřezu při pružném namáhání

- charakteristická hodnota	$M_{el,Rk} = W_{el,st,1} * f_{y,st,k}$	$= 3,4E+06 * 355$
----------------------------	--	-------------------

- Předpoklad:

Neutrální osa prochází stojinou

- poloha neutrální osy od sponí hrany stojiny

$f_{y,st,d}$	$*$	$t_w$	$*$	$x$	$+$	$x$	$*$	$b_{c,3}$	$*$	$f_{c,d}$	$+$	$F_{st,12}$
$t_w$	$*$	$f_{y,st,d}$	$*$	$(h_w - x)$	$+$	$F_{c,2}$						
$+$	$f_{c,d}$	$*$	$b_{c,3}$	$*$	$(h_w - x)$	$+$	$F_{st,11}$	$+$	$F_{c,1}$			
$X$	$=$	$\frac{F_{st,w} + F_{c,2} + F_{st,11} + F_{c,1} + F_{c,3} - F_{st,12}}{2 * (f_{y,st,d} * t_w + b_{c,3} * f_{c,d})}$										
$X$	$=$	$\frac{2 * (0 * 12 + 2023 + 6784 - 4020)}{2 * (0 * 12 + 688 * 17)}$										
$x$	$= 272,6 \text{ mm}$											
$x_z$	$= h_w - x = 580 - 273$											
$x_z$	$= 307,4 \text{ mm}$											
$Z_g$	$= x + t_2 = 273 + 30$											
$Z_g$	$= 302,6 \text{ mm}$											

- tah v průřezu

$F_{ot}^+ = f_{y,st,d} * t_w * x + x * b_{c,3} * f_{c,d} + F_{st,12}$												
$F_{ot}^+ = 0$	$*$	$12$	$*$	$273$	$+$	$273$	$*$	$688$	$+$	$17$	$+$	$4020$
$F_{ot}^+ = 7208,34 \text{ kN}$												

- tlak v průřezu

$F_{ot}^- = t_w * f_{y,st,d} * (h_w - x) + f_{c,d} * b_{c,3} * (h_w - x) + F_{st,11} + F_{c,2}$												
$F_{ot}^- = 12 * 0 * (580 - 273) + (580 - 273) * (580 - 273) + 1420 + 170$												
$F_{ot}^- = 17 * 688 * (580 - 273) + 2023 + 6784 - 4020$												
$F_{ot}^- = 7208,34 \text{ kN}$												

- určení tlačných a tažených sil

$F_{st,w}^+ = t_w * x * f_{y,st,d} = 12 * 273 * 355 = 0 \text{ kN}$												
$F_{st,w}^- = F_{st,w}^+ - F_{st,w}^+ = 0$												
$F_{c,1}^+ = x * b_{c,3} * f_{c,d} = 273 * 688 + 17 = 3188 \text{ kN}$												
$F_{c,3}^- = F_{c,3} - F_{c,3} = 6784 - 3188 = 3595 \text{ kN}$												

- vzálednost působíší fil od neutrální osy

$x_{st,11} = x_2 + t_1 / 2 = 307 + 20 / 2 = 317 \text{ mm}$												
$x_{st,12} = x_3 - t_2 / 2 = 303 - 30 / 2 = 288 \text{ mm}$												
$x_{st,w}^+ = x / 2 = 273 / 2 = 136 \text{ mm}$												
$x_{st,w}^- = x_2 / 2 = 307 / 2 = 154 \text{ mm}$												
$x_{c,1} = x_2 + c_1 / 2 = 307 + 170 / 2 = 392 \text{ mm}$												
$x_{c,2} = x_2 + t_1 / 2 = 307 + 20 / 2 = 317 \text{ mm}$												
$x_{c,3}^+ = x / 2 = 273 / 2 = 136 \text{ mm}$												
$x_{c,3}^- = x_2 / 2 = 307 / 2 = 154 \text{ mm}$												
$M_{pl,Rc} = F_{st,11} + F_{st,12} + F_{c,1} * x_{c,1} + F_{c,2} * x_{c,2} + (F_{c,3}^+ + F_{st,w}^+) * x_{c,3}^- + (F_{st,w}^- + F_{c,3}^-) * x_{c,3}^+$												
$M_{pl,Rc} = 1420 * 0,317 + 4020 * 0,288 + 2023 * 0,392 + 170 * 0,32 + 0,14 * (3188 + 0) + 0,15 * (3595 + 0)$												

$M_{pl,Rd} = 3441,82 \text{ kNm}$

8.1.4.2.4 Normálová síla pro předběžný návrh krčních svarů pásnic

- krční svary horní pásnice

$F_{1,Rd} = F_{c,1,d} + F_{st,11} + F_{c,2,d} + F_{st,12}$												
$F_{1,Rd} = 2023 + 170 + 6784 + 1420$												
$F_{1,Rd} = 10397 \text{ kN}$												

- krční svary dolní pásnice

$F_{2,Rd} = F_{st,11} = 4020 \text{ kN}$												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- horní vlákná stojiny
 

$$S_{el,net,3} = h_{st} - z_{g,el,st} - t_2 = 630 - 213 - 20$$

$$S_{el,net,3} = 397 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
 

$$W_{el,net,3} = I_{st} / S_{el,net,3} = 1.4E+09 / 397 = 3.5E+06 \text{ mm}^3$$
  - dolní vlákná stojiny
 

$$S_{el,net,4} = z_{g,el,st} - t_2 = 213 - 30 = 183 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
 

$$W_{el,net,4} = I_{st} / S_{el,net,4} = 1.4E+09 / 183 = 7.7E+06 \text{ mm}^3$$
- Moment únosnost ocelového průřezu při pružném namáhání
- charakteristická hodnota
 

$$M_{el,net,Rk} = W_{el,st,1} * f_{y,st,k} = 3.4E+06 * 355$$

$$M_{el,Rk} = 1198.74 \text{ kNm}$$
  - návrhová hodnota
 

$$M_{d,net,Rd} = W_{d,net,1} * f_{y,st,k} = 3.4E+06 * 355.0$$

$$M_{d,Rd} = 1198.74 \text{ kNm}$$

#### 8.1.4.4. Pružná analýza ocelobetonového průřezu - krátkodobé působení

##### 8.1.4.4.1 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- výška ocelobetonového průřezu
 

$$h = 770 \text{ mm}$$
- pracovní součinitel (krátkodobé)
 

$$\eta_s = 6.40 -$$
- plocha ocelového průřezu
 

$$A_{st} = 22960 \text{ mm}^2$$
- spolupůsobící sířka
 

$$b_c = 700 \text{ mm}$$
- vzdálenost neutrální osy ocel. průřezu
 

$$z_{st} = 212.9 \text{ mm}$$
- pomocný součinitel
 

$$P_{pomoc} = \sqrt{\left(1 + \frac{2 * b_c * \left(\frac{h}{h} - \frac{z_{st}}{h}\right)}{\eta_s * A_{st}}\right)}$$

$$P_{pomoc} = \sqrt{\left(1 + \frac{2 * 700 * \left(\frac{770}{770} - \frac{213}{770}\right)}{6.40 * 22960}\right)}$$

$$P_{pomoc} = 2.51 -$$
- Poloha neutrální osy
 

$$z_{g,el,2} = h + \frac{\eta_s * A_{st}}{b_c} \left(1 - \frac{P_{pomoc}}{P_{pomoc}}\right)$$

$$z_{g,el,2} = 770 + \frac{6.4 * 22960}{700} \left(1 - \frac{2.51}{2.51}\right)$$

$$z_{a,el,2} = 452.8 \text{ mm}$$

Předpoklad splnění

- tloušťka tlaceného betonu
 

$$z_{c,el,2} = h - z_{g,el,2} = 770 - 453 = 317.2 \text{ mm}$$
- plocha průřezu:
 

$$A_{t,1} = t_1 * b_{t1} = 20 * 200 = 4\,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{w,1} = t_w * h_w = 12 * 580 = 6\,960 \text{ mm}^2$$

$$A_{t,2} = t_2 * b_{t2} = 30 * 400 = 12\,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{c,b1} = c_{t1} * b_c / \eta_s = 170 * 700 / 6.4 = 18\,607 \text{ mm}^2$$

$$A_{c,b2} = t_1 * b_{c,2} / \eta_s = 20 * 500 / 6.4 = 1\,564 \text{ mm}^2$$

$$h_{c,3} = z_{c,el,2} - c_{t1} - t_1 = 317 - 170 - 20 = 127 \text{ mm}$$

$$A_{c,b3} = h_{c,3} * b_{c,3} / \eta_s = 127 * 688 / 6.4 = 13\,689 \text{ mm}^2$$

$$\text{celkem } A_{s,8} = \Sigma = 56\,820 \text{ mm}^2$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní psánice

$z_{t,1} = 620 \text{ mm}$   
 $z_w = 320 \text{ mm}$

ocelový průřez - převážná z přechozího výpočtu

$$M_{d,Rk} = 1198.99 \text{ kNm}$$

- návrhová hodnota
 

$$M_{d,Rk} = W_{d,st,1} * f_{y,st,k} = 3.4E+06 * 355.0$$

$$M_{d,Rd} = 1198.99 \text{ kNm}$$
- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice
 

- velikost svarů
 

$$x_{l,el} = 630 - 213 = 20 / 2 = 407.1 \text{ mm}$$
  - působící smykových sil
 

$$S_{l,g} = A_{t,1} * x_{l,el} = 1.6E+06 \text{ mm}^3$$
- krční svary dolní pásnice
 

- velikost svarů
 

$$a = 2 * 6.0 \text{ mm}$$
  - působící smykových sil
 

$$x_{l,el} = 213 - 30 / 2 = 197.9 \text{ mm}$$
  - statické moment plochy
 

$$S_{l,g} = A_{t,2} * x_{l,el} = 12000 * 198$$

##### 8.1.4.3.2 Pružná analýza ocelového průřezu oslabeného otvory

- plocha průřezu:
 

otvor 1	$A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 264$
otvor 2	$A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 264$
otvor 3	$A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 0$
neuvazuje se	
celkem	$A_o = \Sigma = 528$
- celková plocha oslabeného průřezu
 

$$A_{st,net} = A_{st} - A_o = 22960 - 528 = 22432 \text{ mm}^2$$
- momenty setrvačnosti jednotlivých částí
 

$$I_{o,1} = \frac{1}{12} * t_w * d_1^3 + A_{o,1} * \left(\frac{z_{o1,1}}{300} - \frac{z_{g,el}}{213}\right)^2$$

$$I_{o,1} = \frac{1}{12} * 12 * 22^3 + 264 * \left(\frac{300}{300} - \frac{213}{213}\right)^2$$

$$I_{o,1} = 2.02E+06 \text{ mm}^4$$

$$I_{o,2} = \frac{1}{12} * t_w * d_2^3 + A_{o,2} * \left(\frac{z_{o1,2}}{180} - \frac{z_{g,el}}{213}\right)^2$$

$$I_{o,2} = \frac{1}{12} * 12 * 22^3 + 264 * \left(\frac{180}{180} - \frac{213}{213}\right)^2$$

$$I_{o,2} = 2.96E+05 \text{ mm}^4$$
- Celkový moment setrvačnosti otvorů
 

$$I_o = I_{o,1} + I_{o,2} = 2.0E+06 + 3.0E+05 = 2.31E+06 \text{ mm}^4$$
- celkový moment setrvačnosti
 

$$I_{st,net} = I_{st} - I_o = 1.4E+09 - 2.96E+05 = 1.4E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná ocel průřezu
 

$$S_{el,net,1} = h_{st} - z_{g,el,st} = 630 - 213 = 417 \text{ mm}$$
- průřezový modul
 

$$W_{d,net,1} = I_{st} / S_{el,net,1} = 1.4E+09 / 417 = 3.4E+06 \text{ mm}^3$$
- dolní vlákná ocel průřezu
 

$$S_{el,net,2} = z_{g,el,st} = 213 \text{ mm}$$
- průřezový modul
 

$$W_{d,net,2} = I_{st} / S_{el,net,2} = 1.4E+09 / 213 = 6.6E+06 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned}
X_{fi,el} &= 630 - 453 - 20 / 2 = 167.2 \text{ mm} \\
\text{- statický moment plochy} \quad S_{li,g} &= A_{fi,1} * X_{fi,el} = 37\,860 * 167 \\
S_{li,g} &= 6.3E+06 \text{ mm}^3 \\
\text{- krční svary dolní pásnice} \\
\text{- velikost svarů} \quad a &= 2 * x \text{ 6.0 mm} \\
\text{- působíště smykových sil} \quad X_{fi,el} &= Z_{fi,el,2} - t_{f2} / 2 \\
X_{fi,el} &= 453 - 30 / 2 = 437.8 \text{ mm} \\
\text{- statický moment plochy} \quad S_{li,g} &= A_{fi,2} * X_{fi,el} = 12\,000 * 438 \\
S_{li,g} &= 5.3E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

#### 8.1.4.4.2 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

##### Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

$$\begin{aligned}
&\text{neuvažuje se otvor 1} \quad A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0 \\
&\text{neuvažuje se otvor 2} \quad A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0 \\
&\text{otvor 3} \quad A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600 \\
&\text{celkem} \quad A_o = \quad \quad \quad \Sigma = 600
\end{aligned}$$

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{2,a,net} = A_{2,s} - A_o = 56\,820 - 600 = 56\,220 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
I_{o,3} &= 1/12 * t_w * d_3^3 + A_{o,3} * (Z_{o1,1} - Z_{g,el,2})^2 \\
I_{o,3} &= 1/12 * 12 * 50^3 + 600 * (130 - 453)^2 \\
I_{o,3} &= 6.26E+07 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{s,c,net} = I_{st} - I_{o,3} = 3.7E+09 - 6.26E+07 = 3.7E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu

$$\begin{aligned}
S_{el,c,1} &= Z_{c,el,2} = 317.2 \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,c,net} &= I_{s,c,net} / S_{el,c,1} = 3.7E+09 / 317 = 1.2E+07 \text{ mm}^3 \\
&\text{- horní vlákná ocel průřezu} \\
S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,el,2} = 630 - 453 = 177 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,1,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,1} = 3.7E+09 / 177 = 2.1E+07 \text{ mm}^3 \\
&\text{- dolní vlákná ocel průřezu} \\
S_{el,st,2} &= Z_{fi,el,st} = 453 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,2,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,2} = 3.7E+09 / 453 = 8.1E+06 \text{ mm}^3 \\
&\text{- horní vlákná stojiny} \\
S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{f2} = 630 - 453 - 20 \\
S_{el,st,3} &= 157 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,3,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,3} = 3.7E+09 / 157 = 2.3E+07 \text{ mm}^3 \\
&\text{- dolní vlákná stojiny} \\
S_{el,st,4} &= Z_{g,el,2} - t_{f2} = 453 - 30 = 423 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,4,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,4} = 3.7E+09 / 423 = 8.7E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

#### 8.1.4.4.3 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

##### Pro krátkodobá zatížení a s působení betonu v tahu

- plocha průřezu:

$$\begin{aligned}
A_{fi,1} &= t_{fi} * b_{fi} = 20 * 200 = 4\,000 \text{ mm}^2 \\
A_w &= t_w * h_w = 12 * 580 = 6\,960 \text{ mm}^2 \\
A_h &= t_h * b_h = 30 * 400 = 12\,000 \text{ mm}^2 \\
A_{c,b1} &= c_{fi} * b_c / n_s = 170 * 700 / 6.4 = 18\,607 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{fi,2} &= 15 \text{ mm} \\
Z_{c,b1} &= h - c_{fi} / 2 = 770 - 170 / 2 \\
Z_{c,b1} &= 685 \text{ mm} \\
Z_{c,b2} &= Z_{fi,1} = 620 \text{ mm} \\
Z_{c,b3} &= h - c_{fi} - t_{fi} - h_{c,3} / 2 \\
Z_{c,b3} &= 770 - 170 - 20 - 127 / 2 \\
Z_{c,b3} &= 516.4 \text{ mm}
\end{aligned}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned}
I_{fi,1} &= 1/12 * b_{fi}^3 * t_{fi}^3 + A_{fi,1} * (Z_{fi,1} - Z_{g,el,2})^2 \\
I_{fi,1} &= 1/12 * 200^3 * 20^3 + 4\,000 * (620 - 453)^2 \\
I_{fi,1} &= 1.12E+08 \text{ mm}^4 \\
I_w &= 1/12 * t_w^3 * h_w^3 + A_w * (Z_w - Z_{g,el,2})^2 \\
I_w &= 1/12 * 12^3 * 580^3 + 6\,960 * (320 - 453)^2 \\
I_w &= 1.53E+08 \text{ mm}^4 \\
I_{fi,2} &= 1/12 * b_{fi}^3 * t_{fi}^3 + A_{fi,2} * (Z_{fi,2} - Z_{g,el,2})^2 \\
I_{fi,2} &= 1/12 * 400^3 * 30^3 + 12\,000 * (15 - 453)^2 \\
I_{fi,2} &= 2.30E+09 \text{ mm}^4 \\
I_{c,b1} &= 1/12 * b_c^3 * c_{fi}^3 + A_{c,b1} * (Z_{c,b1} - Z_{g,el,2})^2 \\
I_{c,b1} &= 1/12 * 6^3 * 700^3 + 18\,607 * (685 - 453)^2 \\
I_{c,b1} &= 1.03E+09 \text{ mm}^4 \\
I_{c,b2} &= 1/12 * b_{c,2}^3 * t_{fi}^3 + A_{c,b2} * (Z_{c,b2} - Z_{g,el,2})^2 \\
I_{c,b2} &= 1/12 * 6^3 * 500^3 + 1\,564 * (620 - 453)^2 \\
I_{c,b2} &= 5.42E+07 \text{ mm}^4 \\
I_{c,b3} &= 1/12 * b_{c,3}^3 * h_{c,3}^3 + A_{c,b3} * (Z_{c,b3} - Z_{g,el,2})^2 \\
I_{c,b3} &= 1/12 * 688^3 * 127^3 + 13\,689 * (516 - 453)^2 \\
I_{c,b3} &= 7.39E+07 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned}
I_{st,c} &= I_{fi,1} + I_w + I_{fi,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3} \\
I_{st,c} &= 1.1E+08 + 2E+08 + 2.3E+09 + 1.0E+09 + 5.4E+07 + 7.4E+07 \\
I_{st,c} &= 3.73E+09 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu

$$\begin{aligned}
S_{el,c,1} &= Z_{c,el,2} = 317.2 \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,c,1} &= I_{st,c} / S_{el,c,1} = 3.7E+09 / 317 = 1.2E+07 \text{ mm}^3 \\
&\text{- horní vlákná ocel průřezu} \\
S_{el,st,1} &= h_{st} - Z_{g,el,2} = 630 - 453 = 177 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,1} &= I_{st,c} / S_{el,st,1} = 3.7E+09 / 177 = 2.1E+07 \text{ mm}^3 \\
&\text{- dolní vlákná ocel průřezu} \\
S_{el,st,2} &= Z_{fi,el,st} = 453 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,2,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,2} = 3.7E+09 / 453 = 8.2E+06 \text{ mm}^3 \\
&\text{- horní vlákná stojiny} \\
S_{el,st,3} &= h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{f2} = 630 - 453 - 20 \\
S_{el,st,3} &= 157 \text{ mm} \\
&\text{- průřezový modul} \\
W_{el,st,3,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,3} = 3.7E+09 / 157 = 2.4E+07 \text{ mm}^3 \\
&\text{- dolní vlákná stojiny} \\
S_{el,st,4} &= Z_{g,el,2} - t_{f2} = 453 - 30 = 423 \text{ mm} \\
W_{el,st,4,net} &= I_{st,c} / S_{el,st,4} = 3.7E+09 / 423 = 8.8E+06 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice

$$\begin{aligned}
&\text{- velikost svarů} \quad a = 2 * x \text{ 4.0 mm} \\
&\text{- působíště smykových sil} \quad X_{fi,el} = h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{fi} / 2
\end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu
$$S_{el,c,1} = h - z_{g,el,st} = 770 - 365 = 405 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
$$W_{el,2,c,1} = I_{st,c} / S_{el,c,1} = 5.7E+09 / 405 = 1.4E+07 \text{ mm}^3$$
- horní vlákná ocel průřezu
$$S_{el,st,1} = h_{st} - z_{g,el,st} = 630 - 365 = 265 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
$$W_{el,2,st,1} = I_{st,c} / S_{el,st,1} = 5.7E+09 / 265 = 2.2E+07 \text{ mm}^3$$
- dolní vlákná ocel průřezu
$$S_{el,st,2} = z_{g,el,st} = 365 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
$$W_{el,2,st,2} = I_{st,c} / S_{el,st,2} = 5.7E+09 / 365 = 1.6E+07 \text{ mm}^3$$
- horní vlákná stojiny
$$S_{el,st,3} = h_{st} - z_{g,el,st} - t_2 = 630 - 365 - 20 = 245 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
$$W_{el,2,st,3} = I_{st,c} / S_{el,st,3} = 5.7E+09 / 245 = 2.3E+07 \text{ mm}^3$$
- dolní vlákná stojiny
$$S_{el,st,4} = z_{g,el,st} - t_2 = 365 - 30 = 335 \text{ mm}$$
  - průřezový modul
$$W_{el,2,st,4} = I_{st,c} / S_{el,st,4} = 5.7E+09 / 335 = 1.7E+07 \text{ mm}^3$$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pánsnice
  - velikost svarů
$$a = 2 \times 4.0 \text{ mm}$$
  - působíště smykových sil
$$X_{st,el} = h_{st} - z_{g,el,st} - t_1 / 2$$
  - velikost svarů
$$X_{st,el} = 630 - 365 - 20 / 2 = 254.5 \text{ mm}$$
  - statický moment plochy
$$S_{st,lg} = A_{st,1} * X_{st,el} = 86\,567 * 255$$
  - statický moment plochy
$$S_{st,lg} = 2.2E+07 \text{ mm}^3$$
- krční svary dolní pánsnice
  - velikost svarů
$$a = 2 \times 6.0 \text{ mm}$$
  - působíště smykových sil
$$X_{st,el} = z_{g,el,st} - t_2 / 2$$
  - velikost svarů
$$X_{st,el} = 365 - 30 / 2 = 350.5 \text{ mm}$$
  - statický moment plochy
$$S_{st,lg} = A_{st,2} * X_{st,el} = 12\,000 * 350$$
  - statický moment plochy
$$S_{st,lg} = 4.2E+06 \text{ mm}^3$$

#### 8.1.4.4.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslaběného otvory

Pro krátkodobá zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:
  - neuvažuje se otvor 1
$$A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0$$
  - neuvažuje se otvor 2
$$A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0$$
  - otvor 3
$$A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600$$
  - celkem
$$A_o = \sum = 600$$

- celková plocha oslaběného průřezu

$$A_{2,s,net} = A_{2,s} - A_o = 105\,527 - 600 = 104\,927 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned} I_{o,3} &= 1/12 * t_w * d_3^3 + A_{o,3} * (z_{o,1,1} - z_{g,el,2})^2 \\ I_{o,3} &= 1/12 * 12 * 50^3 + 600 * (130 - 0)^2 \\ I_{o,3} &= 1.03E+07 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{st,c,net} = I_{st} - I_{o,3} = 5.7E+09 - 1.03E+07 = 5.7E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu
$$S_{net,c,1} = 404.5 \text{ mm}$$
  - viz. předchozí výpočet
- průřezový modul
$$W_{el,2,c,net} = I_{st,c,net} / S_{net,c,1} = 5.7E+09 / 405 = 1.4E+07 \text{ mm}^3$$
- horní vlákná ocel průřezu

$$\begin{aligned} A_{c,b2} &= t_1 * b_{c,2} / n_s = 20 * 500 / 6.4 = 1\,564 \text{ mm}^2 \\ A_{c,b3} &= h_w * b_{c,3} / n_s = 580 * 688 / 6.4 = 62\,396 \text{ mm}^2 \\ \text{celkem } A_{2,s} &= \sum = 105\,527 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní psánice

horní pánsice
$$z_{fl,1} = 620 \text{ mm}$$

stojina
$$z_w = 320 \text{ mm}$$

horní pánsice
$$z_{fl,2} = 15 \text{ mm}$$

beton
$$z_{c,b1} = h - c_1 / 2 = 770 - 170 / 2 = 685$$

$$z_{c,b2} = z_{fl,1} = 620 \text{ mm}$$

$$z_{c,b3} = z_w = 320 \text{ mm}$$

- celkové težiště

$$\begin{aligned} S_{g,celkem} &= A_{fl,1} * z_{fl,1} + A_w * z_w + A_{fl} * z_{fl,2} + \\ &+ A_{c,b1} * z_{c,b1} + A_{c,b2} * z_{c,b2} + A_{c,b3} * z_{c,b3} \\ S_{g,celkem} &= 4\,000 * 620 + 6\,960 * 320 + 12\,000 * 15 + \\ &+ 18\,607 * 685 + 1\,564 * 620 + ##### * 320 \\ S_{g,celkem} &= 38569356.6 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{g,el,st} &= \frac{S_{g,celkem}}{A_{2,s}} = \frac{38569356.57}{105\,527} = 365.49 \text{ mm} \\ &\text{od dolních vláken} \end{aligned}$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$\begin{aligned} I_{fl,1} &= 1/12 * b_1^3 * t_1^3 + A_{fl,1} * (z_{fl,1} - z_{g,el,2})^2 \\ I_{fl,1} &= 1/12 * 200^3 * 20^3 + 4\,000 * (620 - 365)^2 \\ I_{fl,1} &= 2.59E+08 \text{ mm}^4 \\ I_{fl,1} &= 1/12 * t_w^3 * h_w^3 + A_w * (z_w - z_{g,el,2})^2 \\ I_{fl,1} &= 1/12 * 12^3 * 580^3 + 6\,960 * (320 - 365)^2 \\ I_{fl,1} &= 4.49E+07 \text{ mm}^4 \\ I_{fl,2} &= 1/12 * b_2^3 * t_2^3 + A_{fl,2} * (z_{fl,2} - z_{g,el,2})^2 \\ I_{fl,2} &= 1/12 * 400^3 * 30^3 + 12\,000 * (15 - 365)^2 \\ I_{fl,2} &= 1.47E+09 \text{ mm}^4 \\ I_{c,b1} &= 1/12 * b_c^3 * c_1^3 + A_{c,b1} * (z_{c,b1} - z_{g,el,2})^2 \\ I_{c,b1} &= 1/12 * 700^3 * 170^3 + 18\,607 * (685 - 365)^2 \\ I_{c,b1} &= 1.94E+09 \text{ mm}^4 \\ I_{c,b2} &= 1/12 * b_{c,2}^3 * t_1^3 + A_{c,b2} * (z_{c,b2} - z_{g,el,2})^2 \\ I_{c,b2} &= 1/12 * 500^3 * 20^3 + 1\,564 * (620 - 365)^2 \\ I_{c,b2} &= 1.01E+08 \text{ mm}^4 \\ I_{c,b3} &= 1/12 * b_{c,3}^3 * h_w^3 + A_{c,b3} * (z_{c,b3} - z_{g,el,2})^2 \\ I_{c,b3} &= 1/12 * 688^3 * 580^3 + 62\,396 * (320 - 365)^2 \\ I_{c,b3} &= 1.88E+09 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned} I_{st,c} &= I_{fl,1} + I_w + I_{fl,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3} \\ I_{st,c} &= 2.6E+08 + 4E+07 + 1.5E+09 + 1.9E+09 + 1.0E+08 + 1.9E+09 \\ I_{st,c} &= 5.70E+09 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- poloha težišť od spodní hrany dolní psánice

$Z_{h,1}$	=	620	mm
$Z_w$	=	320	mm
$Z_{h,2}$	=	15	mm
$Z_{c,b1}$	=	$h - c_{r1}$	$2 = 770 - 170 / 2$
$Z_{c,b1}$	=	685	mm
$Z_{c,b2}$	=	$Z_{h,1}$	620 mm
$Z_{c,b3}$	=	$h - c_{r1}$	$t_{r1} - h_{c,3} / 2$
$Z_{c,b3}$	=	770 - 170 - 20 - 228 / 2	
$Z_{c,b3}$	=	465.9	mm

ocelový průřez - převzato z přechodního výpočtu

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí									
$I_{h,1}$	=	$1/12 * b_{r1}^3 * t_{r1}$	$\wedge 3$	+	$A_{h,1}$	*	( $Z_{h,1} - Z_{g,el,2}$ )	$\wedge 2$	
$I_{h,1}$	=	$1/12 * 200^3 * 20$	$\wedge 3$	+	4 000 *	(	620 - 352)	$\wedge 2$	
$I_{h,1}$	=	2.88E+08	mm <sup>4</sup>						
$I_w$	=	$1/12 * t_w^3 * h_w$	$\wedge 3$	+	$A_w$	*	( $Z_w - Z_{g,el,2}$ )	$\wedge 2$	
$I_w$	=	$1/12 * 12^3 * 580$	$\wedge 3$	+	6 960 *	(	320 - 352)	$\wedge 2$	
$I_w$	=	1.72E+07	mm <sup>4</sup>						
$I_{h,2}$	=	$1/12 * b_{r2}^3 * t_{r2}$	$\wedge 3$	+	$A_{h,2}$	*	( $Z_{h,2} - Z_{g,el,2}$ )	$\wedge 2$	
$I_{h,2}$	=	$1/12 * 400^3 * 30$	$\wedge 3$	+	12 000 *	(	15 - 352)	$\wedge 2$	
$I_{h,2}$	=	1.36E+09	mm <sup>4</sup>						
$I_{c,b1}$	=	$1/12 * b_c^3 * c_{r1}$	$\wedge 3$	+	$A_{c,b1}$	*	( $Z_{c,b1} - Z_{g,el,2}$ )	$\wedge 2$	
$I_{c,b1}$	=	$1/12 * 19^3 * 700$	$\wedge 3$	+	6 202 *	(	685 - 352)	$\wedge 2$	
$I_{c,b1}$	=	7.17E+08	mm <sup>4</sup>						
$I_{c,b2}$	=	$1/12 * b_{c,2}^3 * t_{r1}$	$\wedge 3$	+	$A_{c,b2}$	*	( $Z_{c,b2} - Z_{g,el,2}$ )	$\wedge 2$	
$I_{c,b2}$	=	$1/12 * 19^3 * 500$	$\wedge 3$	+	521 *	(	620 - 352)	$\wedge 2$	
$I_{c,b2}$	=	4.79E+07	mm <sup>4</sup>						
$I_{c,b3}$	=	$1/12 * b_{c,3}^3 * h_{c,3}$	$\wedge 3$	+	$A_{c,b3}$	*	( $Z_{c,b3} - Z_{g,el,2}$ )	$\wedge 2$	
$I_{c,b3}$	=	$1/12 * 688^3 * 228$	$\wedge 3$	+	8183 *	(	466 - 352)	$\wedge 2$	
$I_{c,b3}$	=	1.42E+08	mm <sup>4</sup>						

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$\begin{aligned} I_{st,c} &= I_{h,1} + I_w + I_{h,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3} \\ I_{st,c} &= 2.9E+08 + 2E+07 + 1.4E+09 + 7.2E+08 + 4.8E+07 + 1.4E+08 \\ I_{st,c} &= 2.57E+09 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákná betonového průřezu	$S_{el,c,1} = Z_{c,el,2} = 418.2$								
- průřezový modul	$W_{el,c,1} = I_{st,c} / S_{el,c,1}$	=	2.6E+09	/	418	=	6.2E+06	mm <sup>3</sup>	
- horní vlákná ocel průřezu	$S_{el,st,1} = h_{st} - Z_{g,el,2}$	=	630 - 352	=	278	mm			
- průřezový modul	$W_{el,st,1} = I_{st,c} / S_{el,st,1}$	=	2.6E+09	/	278	=	9.3E+06	mm <sup>3</sup>	
- dolní vlákná ocel průřezu	$S_{el,st,2} = Z_{g,el,st} = 352$	=	352	mm					
- průřezový modul	$W_{el,st,2} = I_{st,c} / S_{el,st,2}$	=	2.6E+09	/	352	=	7.3E+06	mm <sup>3</sup>	
- horní vlákná stojiny	$S_{el,st,3} = h_{st} - Z_{g,el,2} - t_{r2}$	=	630 - 352 - 20						
- průřezový modul	$W_{el,st,3} = I_{st,c} / S_{el,st,3}$	=	2.6E+09	/	258	=	1.0E+07	mm <sup>3</sup>	
- dolní vlákná stojiny	$S_{el,st,4} = Z_{g,el,2} - t_{r2}$	=	352 - 30	=	322	mm			
- průřezový modul	$W_{el,st,4} = I_{st,c} / S_{el,st,4}$	=	2.6E+09	/	322	=	8.0E+06	mm <sup>3</sup>	

-		$S_{el,st,1}$	=	265	mm	viz. předchozí výpočet
-	průřezový modul	$W_{el,2,st,1,net}$	=	$I_{st,c} / S_{el,st,1}$		
-	dolní vlákná ocel průřezu	$S_{el,st,2}$	=	365	mm	viz. předchozí výpočet
-	průřezový modul	$W_{el,2,st,2,net}$	=	$I_{st,c} / S_{el,st,2}$		
-	horní vlákná stojiny	$S_{el,st,3}$	=	245	mm	viz. předchozí výpočet
-	průřezový modul	$W_{el,2,st,3,net}$	=	$I_{st,c} / S_{el,st,3}$		
-	dolní vlákná stojiny	$S_{el,st,4}$	=	335	mm	viz. předchozí výpočet
-	průřezový modul	$W_{el,2,st,4,net}$	=	$I_{st,c} / S_{el,st,4}$		

#### 8.1.4.5. Pružná analýza ocelobetonového průřezu - dlouhodobé působení

##### 8.1.4.5.1 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- výška ocelobetonového průřezu  $h = 770$  mm
- pracovní součinitel (krátkodobé)  $\eta_s = 19.19$  -
- plocha ocelového průřezu  $A_{st} = 22960$  mm<sup>2</sup>
- spolupůsobící šifka  $b_c = 700$  mm
- vzdálenost neutrální osy ocel průřezu  $z_{st} = 212.9$  mm od dolních vláken

- Předpoklad: neutrální osa prochází stojinou

- pomocný součinitel

$$\begin{aligned} P_{pomoc} &= \sqrt{(1 + \frac{2 * b_c * (\eta_s * A_{st})}{h - z_{st}})} \\ P_{pomoc} &= \sqrt{(1 + \frac{2 * 700 * (19.19 * 22960)}{770 - 213})} \\ P_{pomoc} &= 1.66 \end{aligned}$$

- Poloha neutrální osy

$$\begin{aligned} Z_{g,el,2} &= h + \frac{\eta_s * A_{st}}{b_c} * \frac{1 - P_{pomoc}}{P_{pomoc}} \\ Z_{g,el,2} &= 770 + \frac{19 * 22960}{700} * \frac{1 - 1.66}{1.66} \\ Z_{g,el,2} &= 351.8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Předpoklad splnění

- tloušťka tlaččeného betonu

$$Z_{c,el,2} = h - Z_{g,el,2} = 770 - 352 = 418.2 \text{ mm}$$

- plocha průřezů:

$A_{h,1} = t_{r1} * b_{r1} = 20 * 200 = 4\,000$ mm <sup>2</sup>	$A_w = t_w * h_w = 12 * 580 = 6\,960$ mm <sup>2</sup>
$A_{h,1} = t_{r2} * b_{r2} = 30 * 400 = 12\,000$ mm <sup>2</sup>	$A_{c,b1} = c_{r1} * b_c / \eta_s = 170 * 700 / 19.2 = 6\,202$ mm <sup>2</sup>
$A_{c,b2} = t_{r1} * b_{c,2} / \eta_s = 20 * 500 / 19.2 = 521$ mm <sup>2</sup>	$h_{c,3} = Z_{c,el,2} - c_{r1} - t_{r1} = 418 - 170 - 20 = 228$ mm
$A_{c,b3} = h_{c,3} * b_{c,3} / \eta_s = 228 * 688 / 19.2 = 8\,183$ mm <sup>2</sup>	$A_{c,b3}$

8.1.4.5.3 Pružná analýza ocelobetonového průřezu neoslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a s působení betonu v tahu

- plocha průřezů:	$A_{h,1}$	=	$t_{h1}$	*	$b_{h1}$	=	20	*	200	=	4 000	mm <sup>2</sup>				
	$A_w$	=	$t_w$	*	$h_w$	=	12	*	580	=	6 960	mm <sup>2</sup>				
	$A_{h1}$	=	$t_{h2}$	*	$b_{h2}$	=	30	*	400	=	12 000	mm <sup>2</sup>				
	$A_{c,b1}$	=	$c_{h1}$	*	$b_c$	/	$n_s$	=	170	/	19	=	6 202	mm <sup>2</sup>		
	$A_{c,b2}$	=	$t_{h1}$	*	$b_{c,2}$	/	$n_s$	=	20	*	500	/	19	=	521	mm <sup>2</sup>
	$A_{c,b3}$	=	$h_w$	*	$b_{c,3}$	/	$n_s$	=	580	*	688	/	19	=	20 799	mm <sup>2</sup>
	celkem	$A_{2,s}$	=						$\Sigma$	=	50 482	mm <sup>2</sup>				

- poloha težišť od spodní hrany dolní psánice

horní pánice  $Z_{h,1}$  = 620 mm

stojina  $Z_w$  = 320 mm

horní pánice  $Z_{h,2}$  = 15 mm

beton  $Z_{c,b1}$  =  $h - c_{h1} / 2$  = 770 - 170 / 2 = 685

$Z_{c,b2}$  =  $Z_{h,1}$  = 620 mm

$Z_{c,b3}$  =  $Z_w$  = 320 mm

- celkové težiště

$$S_{g,celkem} = A_{h,1} * Z_{h,1} + A_w * Z_w + A_{h1} * Z_{h,2} + A_{c,b1} * Z_{c,b1} + A_{c,b2} * Z_{c,b2} + A_{c,b3} * Z_{c,b3}$$
$$S_{g,celkem} = 4\,000 * 620 + 6\,960 * 320 + 12\,000 * 15 + 6\,202 * 685 + 521 * 620 + 20\,799 * 320$$
$$S_{g,celkem} = 16\,114\,585.5 \text{ mm}^3$$
$$Z_{g,el,st} = \frac{S_{g,celkem}}{A_{2,s}} = \frac{16\,114\,585.52}{50\,482} = 319.21 \text{ mm}$$

od dolních vláken

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$I_{h,1}$	=	$1/12 * b_{h1}^3 * t_{h1}$	=	$A_{h,1}^3 * (Z_{h,1} - Z_{g,el,2})$	$\wedge^2$
$I_{h,1}$	=	$1/12 * 200^3 * 20$	=	$4\,000^3 * (620 - 319)$	$\wedge^2$
$I_{h,1}$	=	$3.62E+08 \text{ mm}^4$			
$I_w$	=	$1/12 * t_w^3 * h_w$	=	$A_w^3 * (Z_w - Z_{g,el,2})$	$\wedge^2$
$I_w$	=	$1/12 * 12^3 * 580$	=	$6\,960^3 * (320 - 319)$	$\wedge^2$
$I_w$	=	$1.02E+07 \text{ mm}^4$			
$I_{h,2}$	=	$1/12 * b_{h2}^3 * t_{h2}$	=	$A_{h,2}^3 * (Z_{h,2} - Z_{g,el,2})$	$\wedge^2$
$I_{h,2}$	=	$1/12 * 400^3 * 30$	=	$12\,000^3 * (15 - 319)$	$\wedge^2$
$I_{h,2}$	=	$1.11E+09 \text{ mm}^4$			
$I_{c,b1}$	=	$1/12 * b_c^3 * c_{h1}$	=	$A_{c,b1}^3 * (Z_{c,b1} - Z_{g,el,2})$	$\wedge^2$
$I_{c,b1}$	=	$1/12 * 700^3 * 170$	=	$6\,202^3 * (685 - 319)$	$\wedge^2$
$I_{c,b1}$	=	$8.45E+08 \text{ mm}^4$			
$I_{c,b2}$	=	$1/12 * b_{c,2}^3 * t_{h1}$	=	$A_{c,b2}^3 * (Z_{c,b2} - Z_{g,el,2})$	$\wedge^2$
$I_{c,b2}$	=	$1/12 * 500^3 * 20$	=	$521^3 * (620 - 319)$	$\wedge^2$
$I_{c,b2}$	=	$4.72E+07 \text{ mm}^4$			
$I_{c,b3}$	=	$1/12 * b_{c,3}^3 * h_w$	=	$A_{c,b3}^3 * (Z_{c,b3} - Z_{g,el,2})$	$\wedge^2$
$I_{c,b3}$	=	$1/12 * 688^3 * 580$	=	$20\,799^3 * (320 - 319)$	$\wedge^2$
$I_{c,b3}$	=	$5.83E+08 \text{ mm}^4$			

- Celkový moment setrvačnosti průřezu

$$I_{st,c} = I_{h,1} + I_w + I_{h,2} + I_{c,b1} + I_{c,b2} + I_{c,b3}$$
$$I_{st,c} = 3.6E+08 + 1E+07 + 1.1E+09 + 8.4E+08 + 4.7E+07 + 5.8E+08$$
$$I_{st,c} = 2.96E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákna betonového průřezu

$S_{el,c,1}$	=	$h - Z_{g,el,st}$	=	770 - 319	=	451	mm
- průřezový modul	$W_{el,2,c,1}$	=	$I_{st,c} / S_{el,c,1}$	=	$3.0E+09 / 451$	=	$6.6E+06 \text{ mm}^3$

- Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice

- velikost svarů	$a$	=	2	x	4.0	mm						
- působíště smykových sil	$X_{l,el}$	=	$h_{st}$	=	$z_{g,el,2}$	-	$t_{r1}$	/	2			
	$X_{l,el}$	=	630	-	352	-	20	/	2	=	268.2	mm
- statický moment plochy	$S_{lig}$	=	$A_{h,1} \cdot X_{l,el}$	=	$X_{l,el}$	=	18 907	*	268			
	$S_{lig}$	=	5.1E+06	mm <sup>3</sup>								
svary dolní pášnice												
- velikost svarů	$a$	=	2	x	6.0	mm						
- působíště smykových sil	$X_{l,el}$	=	$z_{g,el,2}$	-	$t_{r2}$	/	2					
	$X_{l,el}$	=	352	-	30	/	2	=	336.8	mm		
- statický moment plochy	$S_{lig}$	=	$A_{h,2} \cdot X_{l,el}$	=	12 000	*	337					
	$S_{lig}$	=	4.0E+06	mm <sup>3</sup>								

8.1.4.5.2 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezů:

neuvažuje se otvor 1	$A_{o,1}$	=	$t_w$	*	$d_1$	=	12	*	22	=	0
neuvažuje se otvor 2	$A_{o,2}$	=	$t_w$	*	$d_2$	=	12	*	22	=	0
otvor 3	$A_{o,3}$	=	$t_w$	*	$d_3$	=	12	*	50	=	600
celkem	$A_o$	=						$\Sigma$	=	600	

- celková plocha oslabeného průřezu

$$A_{2,s,net} = A_{2,s} - A_o = 37\,867 - 600 = 37\,267 \text{ mm}^2$$

- momenty setrvačnosti jednotlivých částí

$$I_{o,3} = 1/12 * t_w^3 * d_3^3 + A_{o,3} * (Z_{o1,1} - Z_{g,el,2})^2$$

$$I_{o,3} = 1/12 * 12^3 * 50^3 + 600 * (130 - 352)^2$$

$$I_{o,3} = 2,96E+07 \text{ mm}^4$$

- celkový moment setrvačnosti

$$I_{st,c,net} = I_{st} - I_{o,3} = 2,8E+09 - 2,96E+07 = 2,5E+09 \text{ mm}^4$$

- Průřezové moduly:

- horní vlákna betonového průřezu	$S_{el,c,1} = Z_{c,el,2}$	=	418.2						
- průřezový modul	$W_{el,c,net} = I_{st,c,net}$	/	$S_{el,c,1}$	=	2.5E+09	/	418	=	6.1E+06 mm <sup>3</sup>
- horní vlákna ocel průřezu	$S_{el,st,1} = h_{st}$	-	$Z_{g,el,2}$	=	630	-	352	=	278 mm
- průřezový modul	$W_{el,st,1,net} = I_{st,c}$	/	$S_{el,st,1}$	=	2.5E+09	/	278	=	9.1E+06 mm <sup>3</sup>
- dolní vlákna ocel průřezu	$S_{el,st,2} = Z_{g,el,st}$	=	352	=	352	mm			
- průřezový modul	$W_{el,st,2,net} = I_{st,c}$	/	$S_{el,st,2}$	=	2.5E+09	/	352	=	7.2E+06 mm <sup>3</sup>
- horní vlákna stojiny	$S_{el,st,3} = h_{st}$	-	$Z_{g,el,2}$	-	$t_{h2}$	=	630 - 352	-	20
	$S_{el,st,3}$	=	258	mm					
- průřezový modul	$W_{el,st,3,net} = I_{st,c}$	/	$S_{el,st,3}$	=	2.5E+09	/	258	=	9.9E+06 mm <sup>3</sup>
- dolní vlákna stojiny	$S_{el,st,4} = Z_{g,el,2}$	-	$t_{h2}$	=	352	-	30	=	322 mm
- průřezový modul	$W_{el,st,4,net} = I_{st,c}$	/	$S_{el,st,4}$	=	2.5E+09	/	322	=	7.9E+06 mm <sup>3</sup>

- dolní vláknina ocel průřezu  
 $S_{el,st,2} = 319$  mm viz. předchozí výpočet
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,2,net} = I_{st,c} / S_{el,st,2} = 2.9E+09 / 319 = 9.2E+06$  mm<sup>3</sup>
- horní vláknina stojiny  
 $S_{el,st,3} = 291$  mm viz. předchozí výpočet
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,3,net} = I_{st,c} / S_{el,st,3} = 2.9E+09 / 291 = 1.0E+07$  mm<sup>3</sup>
- dolní vláknina stojiny  
 $S_{el,st,4} = 289$  mm viz. předchozí výpočet
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,4,net} = I_{st,c} / S_{el,st,4} = 2.9E+09 / 289 = 1.0E+07$  mm<sup>3</sup>

- horní vláknina ocel průřezu  
 $S_{el,st,1} = h_{st} - Z_{g,el,st} = 630 - 319 = 311$  mm
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,1} = I_{st,c} / S_{el,st,1} = 3.0E+09 / 311 = 9.5E+06$  mm<sup>3</sup>
- dolní vláknina ocel průřezu  
 $S_{el,st,2} = Z_{g,el,st} = 319$  mm
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,2} = I_{st,c} / S_{el,st,2} = 3.0E+09 / 319 = 9.3E+06$  mm<sup>3</sup>
- horní vláknina stojiny  
 $S_{el,st,3} = h_{st} - Z_{g,el,st} - t_2 = 630 - 319 - 20$  mm
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,3} = I_{st,c} / S_{el,st,3} = 3.0E+09 / 291 = 1.0E+07$  mm<sup>3</sup>
- dolní vláknina stojiny  
 $S_{el,st,4} = Z_{g,el,st} - t_2 = 319 - 30 = 289$  mm
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,4} = I_{st,c} / S_{el,st,4} = 3.0E+09 / 289 = 1.0E+07$  mm<sup>3</sup>

#### - Průřezové charakteristiky pro smykové napětí ve svarech

- krční svary horní pásnice  
 - velikost svarů  $a = 2 \times 4.0$  mm  
 - působíště smykových sil  $X_{fl,el} = h_{st} - Z_{g,el,st} - t_{f1} / 2$   
 $X_{fl,el} = 630 - 319 - 20 / 2 = 300.8$  mm  
 - statický moment plochy  $S_{lig} = A_{n,1} * X_{fl,el} = 31522 * 301$   
 $S_{lig} = 9.5E+06$  mm<sup>3</sup>
- krční svary dolní pásnice  
 - velikost svarů  $a = 2 \times 6.0$  mm  
 - působíště smykových sil  $X_{fl,el} = Z_{g,el,st} - t_{f2} / 2$   
 $X_{fl,el} = 319 - 30 / 2 = 304.2$  mm  
 - statický moment plochy  $S_{lig} = A_{n,2} * X_{fl,el} = 12000 * 304$   
 $S_{lig} = 3.7E+06$  mm<sup>3</sup>

#### 8.1.4.5.4 Pružná analýza ocelobetonového průřezu oslabeného otvory

##### Pro dlouhodobé zatížení a bez působení betonu v tahu

- plocha průřezu:  
 neuvažuje se otvor 1  $A_{o,1} = t_w * d_1 = 12 * 22 = 0$   
 neuvažuje se otvor 2  $A_{o,2} = t_w * d_2 = 12 * 22 = 0$   
 otvor 3  $A_{o,3} = t_w * d_3 = 12 * 50 = 600$   
 celkem  $A_o = \Sigma = 600$

- celková plocha oslabeného průřezu  
 $A_{2,s,net} = A_{2,s} - A_o = 50482 - 600 = 49882$  mm<sup>2</sup>

#### - momenty setrvačnosti jednotlivých částí

- $I_{o,3} = 1/12 * t_w * d_3^3 + A_{o,3} * (Z_{o1,1} - Z_{g,el,2})^2$   
 $I_{o,3} = 1/12 * 12 * 50^3 + 600 * (130 - 0)^2$   
 $I_{o,3} = 1.03E+07$  mm<sup>4</sup>

#### - celkový moment setrvačnosti

- $I_{st,c,net} = I_{st} - I_{o,3} = 3.0E+09 - 1.03E+07 = 2.9E+09$  mm<sup>4</sup>

#### - Průřezové moduly:

- horní vláknina betonového průřezu  
 $S_{net,c,1} = 450.8$  mm viz. předchozí výpočet
- průřezový modul  
 $W_{el,2,c,net} = I_{st,c,net} / S_{el,c,1} = 2.9E+09 / 451 = 6.5E+06$  mm<sup>3</sup>
- horní vláknina ocel průřezu  
 $S_{el,st,1} = 311$  mm viz. předchozí výpočet
- průřezový modul  
 $W_{el,2,st,1,net} = I_{st,c} / S_{el,st,1} = 2.9E+09 / 311 = 9.5E+06$  mm<sup>3</sup>

8.5.2.2 Ocelobetonový průřez - krátkodobé zatížení

Průřez	Ocelobetonový průřez - krátkodobé zatížení			
	Nepůsobí		Působí	
	neoslabený	oslabený	neoslabený	oslabený
Tah v betonu	8.1.4.4.1	8.1.4.4.2	8.1.4.4.3	8.1.4.4.4
Kapitola	1	1	1	1
Klasifikace průřezu	6.40	6.40	6.40	6.40
Pracovní součinitel	56 820.0	56 220.0	105 526.8	104 926.8
Ideální plocha průřezu	6 960.0	6 360.0	6 960.0	6 360.0
Smyková plocha, svislá	1 240.4	1 133.5	1 240.4	1 133.5
Únosnost ve smyku	3 725 026 471	3 662 399 182	5 702 287 837	5 692 022 837
Ideální moment setrvačnosti	4 713 657 154			
I				
I <sub>l</sub>				
pro deformaci mom. setrv.				
N.O. spodní hrana	452.8	452.8	365.5	365.5
Průřezový modul	52 617 244.5	51 732 613.1	99 777 108.9	99 597 494.7
excentritá	317.2	317.2	404.5	404.5
H.V. ocel	8 227 474.9	8 089 149.9	21 558 221.0	21 519 412.9
excentritá	452.8	452.8	264.5	264.5
D.V. ocel	8 227 474.9	8 089 149.9	15 601 608.7	15 573 523.4
excentritá	452.8	452.8	365.5	365.5
H.V. sto	23 689 243.9	23 290 966.7	23 321 628.4	23 279 645.9
excentritá	157.2	157.2	244.5	244.5
D.V. stoj	8 811 322.6	8 663 181.6	16 996 712.2	16 966 115.4
excentritá	422.8	422.8	335.5	335.5
Sy - horní krční svar	6 331 907	-	22 031 798	-
Sy - dolní krční svar	5 253 054	-	4 205 923.0	-

8. Průřezové charakteristiky

8.5. Krajiní nosník, rekapitulace analýzy průřezu - polovina rozpětí

8.5.1. Platická analýza

Průřez	ocelový		ocelobetonový
	neoslabený	oslabený	neoslabený
Kapitola	8.1.4.1.1	8.1.4.1.2	8.1.4.2.1
Klasifikace průřezu	3	3	1
Smyková plocha, svislá	6 960.0	6 360.0	6 960.0
Únosnost ve smyku	1 240.4	1 133.5	1 240.4
Plocha neutrální osa	29.5	29.5	307.2
Mezní moment	1 614.6	1 575.1	3 801.0
MM bez stojny	885.5	0.0	3 441.8
Normálová síla - horní	0.0	0.0	10 396.7
Normálová síla - dolní	0.0	0.0	4 020.0

8.5.2. Pružná analýza

8.5.2.1 Ocelový průřez

Průřez	ocelový	
Kapitola	neoslabený	oslabený
Klasifikace průřezu	8.1.4.3.1	8.1.4.3.2
Pracovní součinitel	3	3
Tah v betonu	-	-
Ideální plocha průřezu	A	22 960.0
Smyková plocha, svislá	A <sub>w</sub>	6 960.0
Únosnost ve smyku	V <sub>RD</sub>	1 240.4
Ideální moment setrvačnosti	I	1 408 873 905
pro deformaci mom. setrv.	I <sub>l</sub>	1 408 726 075
N.O. spodní hrana	Z <sub>g,el</sub>	212.9
Horní vlákna betonu(H.V.bet.)	W <sub>el2,c1</sub>	0.0
Průřezový modul	S <sub>el2,c1</sub>	0.0
excentritá	W <sub>el,s1</sub>	3 377 437
Horní vlákna ocel.(H.V.ocel.)	S <sub>el,s1</sub>	417.1
excentritá	W <sub>el,s2</sub>	6 618 871
Dolní vlákna ocel.(D.V.ocel.)	S <sub>el,s2</sub>	212.9
Průřezový modul	W <sub>el,s3</sub>	3 547 524
excentritá	S <sub>el,s3</sub>	397.1
Horní vlákna stojny (H.V.stoj.)	W <sub>el,s4</sub>	7 704 779
Průřezový modul	S <sub>el,s4</sub>	182.9
excentritá	M <sub>el,Rd</sub>	1 199.0
Únosnost průřezu- char.	M <sub>el,Rk</sub>	1 199.0
Únosnost průřezu- nav.	S <sub>rl,g</sub>	1 628 571
Sy - horní krční svar	S <sub>rl,s</sub>	2 374 286
Sy - dolní krční svar		-

9.Vyčíslení vnitřních sil

9.1. Vnitřní síly v polovině rozpětí nosníku, charakteristické hodnoty

-     vešknutý nosník

N = 0  
V = 0  
L = 16 470 mm  
x = L / 2 = 16 470 m

- rozpětí

- Posuzovaný průřez

0

$$M_{y,LM,II} = 1/8 \cdot q_{LM2,y,k} \cdot L^2 + 1/8 \cdot (q_{LM1,y,k} - q_{LM2,y,k}) \cdot 6,40 \cdot (2L - 6,40)$$

č.	zákl. popis	ZS	$M_{st1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{st1,j1} \cdot L^2$	20.37	20.37	155.41	2.48	158.24	135.63	135.63	135.63	4.26	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
1	vl.třha - ocel nosník	$M_{st1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{st1,j1} \cdot L^2$	20.37	20.37	169.54	2.54	169.54	158.24	135.63	135.63	135.63	4.26	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
2	vl.třha - ŽB deska	$M_{c1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{c1,j1} \cdot L^2$	20.37	20.37	169.54	2.66	169.54	158.24	135.63	135.63	135.63	4.36	31.97	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
3	vodorotěsná izolace	$M_{s1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{s1,j1} \cdot L^2$	2.85	2.85	2.73	2.79	2.73	158.24	135.63	135.63	135.63	4.46	31.97	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
4	kojeové lože	$M_{k1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{k1,j1} \cdot L^2$	158.24	158.24	135.63	4.06	29.07	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
5	kojeový rošt	$M_{kr1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{kr1,j1} \cdot L^2$	4.56	4.56	4.46	4.46	29.07	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
6	mostní vybavení	$M_{y,LM1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{y,LM1,j1} \cdot L^2$	33.42	33.42	32.69	32.69	29.07	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
7	svislé síly -LM71	$Q_{LM1}$	$= 1/24 \cdot q_{y,LM1,j1} \cdot L^2$	33.42	33.42	32.69	32.69	29.07	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
8	svislé síly - "nezat."	$Q_{NV,k}$	$= 1/24 \cdot q_{NV,j1} \cdot L^2$	12.86	12.86	13.96	13.96	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
9	Odstřediv.síly- LM71	$Q_{cf,LM1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{cf,LM1,j1} \cdot L^2$	81.11	81.11	81.11	81.11	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
10	Odstřediv.síly - "nezat."	$Q_{cf,NV,k}$	$= 1/24 \cdot q_{cf,NV,j1} \cdot L^2$	4.13	4.13	4.13	4.13	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
11	boční ráz	$M_{nf,k}$	$= 1/24 \cdot q_{nf,j1} \cdot L^2$	235.34	235.34	235.34	235.34	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
12	vitr-nosná kce	$q_{w1}$	$= 1/24 \cdot q_{w1,j1} \cdot L^2$	2.27	2.27	2.27	2.27	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
13	vitr - pás víaku	$M_{w2,k}$	$= 1/24 \cdot q_{w2,j1} \cdot L^2$	18.44	18.44	18.44	18.44	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
14	zatížení - chodníků	$M_{fp,k}$	$= 1/24 \cdot q_{fp,j1} \cdot L^2$	15.33	15.33	15.33	15.33	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
15	zatížení zábradlí	$M_{pp,k}$	$= 1/24 \cdot q_{pp,j1} \cdot L^2$	5.65	5.65	5.65	5.65	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
16	vykolejení	$M_{dr,k}$	$= 1/24 \cdot q_{dr,j1} \cdot L^2$	1416.45	1416.45	1416.45	1416.45	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
17	Svislé zat. LM71 - zatěžitel.	$M_{y,LM1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{y,LM1,j1} \cdot L^2$	1416.45	1416.45	1416.45	1416.45	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45
18	odstr. zat. LM71 - zatěžitel.	$Q_{y,LM1,k}$	$= 1/24 \cdot q_{y,LM1,j1} \cdot L^2$	1416.45	1416.45	1416.45	1416.45	19.43	652.14	653.12	614.10	575.07	4.36	31.24	575.07	536.05	497.03	458.01	12.86	81.11	4.13	235.34	2.27	18.44	8.13	11.73	4.30	5.65	1416.45

8.5.2.3 Ocelobetonový průřez - dlouhodobé zatížení									
Průřez	Ocelobetonový průřez - dlouhodobé zatížení					Přisobi			
	Nepřisobi		Přisobi		Přisobi	Přisobi			
Tah v betonu	neoslabený	oslabený	neoslabený	oslabený		neoslabený	oslabený	neoslabený	oslabený
	8.1.4.5.1	8.1.4.5.2	8.1.4.5.3	8.1.4.5.4		8.1.4.5.1	8.1.4.5.2	8.1.4.5.3	8.1.4.5.4
Kapitola	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klasifikace průřezu	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19
Pracovní součinitel	37 866.5	37 266.5	50 482.3	49 882.3	A mm <sup>2</sup>	37 866.5	37 266.5	50 482.3	49 882.3
Ideální plocha průřezu	6 960.0	6 360.0	6 960.0	6 360.0	A <sub>w</sub> mm <sup>2</sup>	6 960.0	6 360.0	6 960.0	6 360.0
Smýková plocha, svísá	1 240.4	1 133.5	1 240.4	1 133.5	V <sub>RD</sub> kN	1 240.4	1 133.5	1 240.4	1 133.5
Únosnost ve smyku	2 573 348 079	2 543 703 622	2 957 733 055	2 947 468 055	I mm <sup>4</sup>	2 573 348 079	2 543 703 622	2 957 733 055	2 947 468 055
Ideální moment setrvačnosti	2 765 540 567				I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup>	2 765 540 567			
pro deformaci mom. setrv.	351.8				Z <sub>g,el</sub> mm	351.8			
N.O. spodní hrana	140 337 832.0				W <sub>el2,c1</sub> mm <sup>3</sup>	140 337 832.0			
H.V.bet	418.2				S <sub>el2,c1</sub> mm	418.2			
Průřezový modul	13 390 161.1				W <sub>el,s1</sub> mm <sup>3</sup>	13 390 161.1			
H.V. ocel	278.2				S <sub>el,s1</sub> mm	278.2			
Průřezový modul	10 588 216.2				W <sub>el,s2</sub> mm <sup>3</sup>	10 588 216.2			
D.V. ocel	351.8				S <sub>el,s2</sub> mm	351.8			
Průřezový modul	14 427 388.9				W <sub>el,s3</sub> mm <sup>3</sup>	14 427 388.9			
H.V.sto	258.2				S <sub>el,s3</sub> mm	258.2			
Průřezový modul	11 575 282.5				W <sub>el,s4</sub> mm <sup>3</sup>	11 575 282.5			
D.V.stoj	321.8				S <sub>el,s4</sub> mm	321.8			
Průřezový modul	5 070 567				S <sub>el,s5</sub> mm <sup>3</sup>	5 070 567			
excentrita	-				S <sub>el,s6</sub> mm <sup>3</sup>	-			
Sy - horní krční svar	-				S <sub>el,s7</sub> mm <sup>3</sup>	-			
Sy - dolní krční svar	-				S <sub>el,s8</sub> mm <sup>3</sup>	-			

č.	zákl. popis	ZS	1	2	3	4	5	6	7
1	vl.tř. a - ocel nosník	9st	1/12	*	9st.vl.j	=	40,74	339,08	40,74
2	vl.tř. a - ŽB deska	9c	1/12	*	9c.vl.jk	=	310,82	339,08	310,82
3	vodoravná izolaice	9svis	1/12	*	9svis.vl	=	5,70	5,45	5,70
4	kolejové lože	9kl	1/12	*	9kl.vl.j	=	316,47	271,26	316,47
5	kolejový rošt	9kr	1/12	*	9kr.vl.j	=	8,11	8,31	8,52
6	mostní vybavení	9mv	1/12	*	9mv.vl.j	=	58,14	59,59	61,04
7	světlé síly - LM71	qlm	1/12	*	qlm.vl.jk	=	653,12	614,10	575,07
8	světlé síly - "nezat."	qnv	1/12	*	qnv.vl.j	=	38,87	36,68	34,48
9	Odstředivý síly - LM71	qclm	1/12	*	qclm.vl.jk	=	-81,11	-81,11	0,00
10	Odstředivý síly - "nezat."	qclnv	1/12	*	qclnv.vl.j	=	-156,05	-156,05	0,00
11	boční ráz	qnt	1/12	*	qnt.vl.j	=	-22,29	-22,29	0,00
12	vltr-nosná kce	qwt	1/12	*	qwt.vl.j	=	-22,29	-22,29	0,00
13	vltr - pás vlaku	qw2	1/12	*	qw2.vl.j	=	-8,25	-8,25	0,00
14	zařízení - chodníku	qip	1/12	*	qip.vl.j	=	-470,68	-470,68	0,00
15	zařízení zábřadli	qpp	1/12	*	qpp.vl.j	=	-4,55	-4,55	0,00
16	vykolejení	qdr	1/12	*	qdr.vl.j	=	-36,88	-36,88	0,00
17	Svislé zat. LM71 - zatřítel.	quic	1/12	*	quic.vl.jk	=	-36,88	-36,88	0,00
18	odstr. zat. LM71 - zatřítel.	quic	1/12	*	quic.vl.jk	=	-36,88	-36,88	0,00

-	veliký nosník	N	=	0	
-	rozpětí	L	=	16 470	mm
-	Posuzovaný průřez	x	=	L	=
					16.470
					m

$$M_{y,LM,I}^{**} = 1/8 * q_{LM2,y,i,k} * L_z^2 + 1/8 * (q_{LM1,y,i,k} - q_{LM2,y,i,k}) * 6.40 * (2L - 6.40)$$

10.1.2. Krajiní nosník č.1, polovina rozpětí - Mimořádné zatížení

10.1.2.1. Návrhové hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení základního

Nosník č. 1		Vnitřní síly, charakter.		součinitel zatížení		Vnitřní síly, Návrh.		součinitel		Rozhodující kombinace	
č.	zákl. popis	ZS	$M_{yk}$ KN	$V_k$ KN	$N_k$ KN	$M_{yd}$ KN/m	$V_d$ KN	$N_d$ KN	$\psi_{gr}$ KN	$\psi_{gr}^* \psi_{q,a}$ KN	$\psi_{gr}^* \psi_{q,a}^* M_d$ KNm
1	vl.tlha - ocel nosník	9st	20	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	20.371
2	vl.tlha - ZB deska	9c	155	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	155.410
3	vodotěsná izoalce	9svi	2	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	2.479
4	kolejové lože	9kl	158	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	158.236
5	kolejový rošt	9kr	4	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	4.056
6	mostoní vybavení	9mv	29	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	29.068
7	svislé síly - LM71	9lm	692	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
8	svislé síly - "nezat."	9nv	19	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
9	Odstřediv.síly- LM71	9clm	81	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
10	Odstřediv.síly - "nezat."	9clnv	4	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
11	boční ráz	9nt	235	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
12	vtřr-nosná kce	9wt	2	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
13	vtřr - pás vřaku	9wz	18	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
14	zatížení - chodníků	9ip	6	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
15	zatížení zábřadilí	9pp	2	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	0.000
16	vykolejení	9dr	562	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00	561.696

**Σ** 931.31 0.00 0.00

**Zg,1** 175.78 0.00 0.00

**Zg,2** 193.84 0.00 0.00

**Zg,gr** 0.00 0.00 0.00

**Zq,1** 0.00 0.00 0.00

**Zq,2** 561.70 0.00 0.00

**Ztrsg** 369.62 0.00 0.00

z toho stále zatížení na ocelový průřez

z toho stále zatížení na ocelobetonový průřez

z toho sestava zatížení železniční dopravou

z toho nahodilá zatížení

z toho mimořádné zatížení

z toho zatížení ostatní (mimo železniční dopravu)

10. Mezní stavy únosnosti

10.1. Mezní stav únosnosti pro ocelobetonového průřezu ZBN pro normálové napětí

10.1.1. Krajiní nosník č.1, polovina rozpětí - MSU

10.1.1.1. Návrhové hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení základního

Nosník č. 1		Vnitřní síly, charakter.		součinitel zatížení		Vnitřní síly, Návrh.		součinitel		Rozhodující kombinace	
č.	zákl. popis	ZS	$M_{yk}$ KN	$V_k$ KN	$N_k$ KN	$M_{yd}$ KN/m	$V_d$ KN	$N_d$ KN	$\psi_{gr}$ KN	$\psi_{gr}^* \psi_{q,a}$ KN	$\psi_{gr}^* \psi_{q,a}^* M_d$ KNm
1	vl.tlha - ocel nosník	9st	20	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.00	1.00	27.501
2	vl.tlha - ZB deska	9c	155	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.00	1.00	209.803
3	vodotěsná izoalce	9svi	2	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.00	1.00	3.346
4	kolejové lože	9kl	158	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.00	1.00	213.618
5	kolejový rošt	9kr	4	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.00	1.00	5.476
6	mostoní vybavení	9mv	29	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.00	1.00	39.241
7	svislé síly - LM71	9lm	692	0.0	0.0	1.00	1.45	0.0	1.00	1.00	1266.794
8	svislé síly - "nezat."	9nv	19	0.0	0.0	1.00	1.45	0.0	1.00	1.00	0.000
9	Odstřediv.síly- LM71	9clm	81	0.0	0.0	1.00	1.45	0.0	1.00	1.00	58.802
10	Odstřediv.síly - "nezat."	9clnv	4	0.0	0.0	1.00	1.45	0.0	1.00	1.00	0.000
11	boční ráz	9nt	235	0.0	0.0	1.00	1.45	0.0	1.00	1.00	170.622
12	vtřr-nosná kce	9wt	2	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	1.00	1.00	2.559
13	vtřr - pás vřaku	9wz	18	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	1.00	1.00	20.745
14	zatížení - chodníků	9ip	6	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	1.00	1.00	7.522
15	zatížení zábřadilí	9pp	2	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	1.00	1.00	2.899
16	vykolejení	9dr	562	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	1.00	1.00	0.000

**Σ** 2 028.93 0.00 0.00

**Zg,1** 237.30 0.00 0.00

**Zg,2** 261.68 0.00 0.00

**Zg,gr** 1 496.22 0.00 0.00

**Zq,1** 33.72 0.00 0.00

**Zq,2** 0.00 0.00 0.00

**Ztrsg** 532.71 0.00 0.00

z toho stále zatížení na ocelový průřez

z toho stále zatížení na ocelobetonový průřez

z toho sestava zatížení železniční dopravou

z toho nahodilá zatížení

z toho mimořádné zatížení

z toho zatížení ostatní (mimo železniční dopravu)



10.2.3 Smyková únosnost na konci průřezu

10.2.3.1 Průřezové charakteristiky

viz kapitola 6.1.5. *Krajní nosník, rekapitulace analýzy průřezu - konec průřezu*

- klasifikace průřezu 3.00
- mezní plastická posouvající síla ocelobetonového průřezu oslabeného otvory
$$V_{pl,Rd} = 10020 \text{ kNm}$$
$$Z_{g,pl} = 470.3 \text{ mm}$$
- vzdálenost od dolních vláken
- **Vliv interakce ohybového momentu a svislé smykové síly**
  - návrhová únosnost ve smyku
$$V_{pl,Rd} = 10020.0 \text{ kN}$$
  - svislá smyková síla , odpovídající rozhodující hodnotě ohybového
  - posouzení únosnosti ve smyku
$$V_{z,d} < V_{pl,Rd} \text{ kN}$$

**Mezní únosnost průřezu ve smyku VYHOVUJE**  
470.30 < 10020 kN

**Mezní únosnost ve svislém smyku VYHOVUJE**  
**posouzení nutnosti redukce mezního momentu**

- posouzení interakce smyku s ohybem
$$V_{z,d} < 0.5 * V_{pl,Rd}$$
$$470.3 < 0.5 * 10020.0 = 5010.00$$
- Ohybový moment NENÍ nutno redukovat**

10.2.3.2 Posouzení

- extrémní ohybový moment v návrhová hodnota
$$M_{y,d} = 3\,041.34 \text{ kNm}$$
- mezní plastický moment únosnosti ocelobetonového průřezu oslabeného otvory
$$M_{pl,nei,Rd} = 6307.69 \text{ kNm}$$

- posouzení v ohybu
$$M_{y,d} < M_{pl,nei,Rd}$$
$$3\,041.34 < 6307.69 \text{ kNm}$$
- Mezní únosnost průřezu v ohybu VYHOVUJE**

10.2.3.3 Stanovení zatížitelnosti prvku

- mezní hodnota posuzovaného účinku
$$U_{lim} = 10020 \text{ kNm}$$
- klasifikační součinitel - uvažován
$$\alpha = 1.21$$
- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost
$$\alpha_{UIC} = 1.00$$
- svislé zatížení LM71
$$\Sigma V_{z,gr} = 371.41 \text{ kN}$$
$$U_{gr} = \Sigma V_{z,gr} * \alpha_{UIC} / \alpha$$
$$U_{gr} = 371.41 * 1.0 / 1.2$$
$$U_{gr} = 306.9 \text{ kN}$$
- mezní hodnota posuzované veličiny
$$U_{sgr} = 404.02 \text{ kN}$$
- Stanovení zatížitelnosti
$$Z_{UIC,2} = ( U_{lim} - U_{sgr} ) / U_{gr}$$
$$Z_{UIC,2} = ( 10020 - 404.02 ) / 306.95$$
$$Z_{UIC,2} = 31.33$$

10.2.2 Smyková únosnost v polovině rozpětí

10.2.2.1 Průřezové charakteristiky

viz kapitola 8.1.5. *Krajní nosník, rekapitulace analýzy průřezu - polovina rozpětí*

- klasifikace průřezu 1.00
- mezní plastický moment únosnosti ocelobetonového průřezu oslabeného otvory
$$V_{pl,nei,Rd} = 3789.78 \text{ kNm}$$
$$Z_{g,pl} = 307.2 \text{ mm}$$
- vzdálenost od dolních vláken
- **Vliv interakce ohybového momentu a svislé smykové síly**
  - návrhová únosnost ve smyku
$$V_{pl,Rd} = 1133.5 \text{ kN}$$
  - svislá smyková síla , odpovídající rozhodující hodnotě ohybového
  - posouzení únosnosti ve smyku
$$V_{z,d} < V_{pl,Rd} \text{ kN}$$

**Mezní únosnost ve svislém smyku VYHOVUJE**  
**posouzení nutnosti redukce mezního momentu**  
- posouzení interakce smyku s ohybem
$$V_{z,d} < 0.5 * V_{pl,Rd}$$
$$0.0 < 0.5 * 1133.5 = 566.76$$

**Ohybový moment NENÍ nutno redukovat**

10.2.2.2 Posouzení

- extrémní ohybový moment v návrhová hodnota
$$M_{y,d} = 931.31 \text{ kNm}$$
- posouzení v ohybu
$$M_{y,d} < M_{pl,nei,Rd}$$
$$931.31 < 3789.78 \text{ kNm}$$

**Mezní únosnost průřezu v ohybu VYHOVUJE**

10.3 Mezní únosnost - únosnost svarových spojů

- krční svary ocelového nosníku
  - krční svary horní, koutové a1 = 6.0 mm
  - krční svary dolní, koutové a2 = 4.0 mm

- rekapitulace rozhodujících vnitřních sil

Návrhové hodnoty vnitřních sil	M <sub>y,d</sub> [kNm]	V <sub>z,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]
stálé zatížení na ocelový průřez	474.61	172.90	0.00
stálé zatížení na ocelobetonový průřez	523.36	195.80	0.00
sestava zatížení železniční dopravy	1438.73	371.41	0.00
zatížení nahodilá ostatní	604.64	35.31	0.00
zatížení mimořádná	0.00	0.00	0.00
<b>celkem</b>	<b>3041.34</b>	<b>775.42</b>	<b>0.00</b>
zatížení nahodilá železniční dopravy	1438.73	371.41	0.00
zatížení ostatní	1602.61	404.02	0.00

10.3.1 Horní krční svary ocelového průřezu

- Horní krční svary

- Smykové napětí v rovnoběžné rovině s osou svaru

Návrhové hodnoty vnitřních sil	2a mm	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	S <sub>y</sub> [mm <sup>3</sup> ]	V <sub>d</sub> [kNm]	τ <sub>  ,d</sub> [MPa]
stálé zatížení na ocelový průřez	I <sub>st</sub> 12	3.5162E+09	2.3630E+06	172.90	9.68
stálé zatížení na ocelobetonový průřez	I <sub>2H</sub> 12	5.8456E+09	9.0966E+06	195.80	25.39
sestava zatížení železniční dopravy	I <sub>2s</sub> 12	8.3338E+09	1.2020E+07	371.41	44.64
zatížení nahodilá ostatní	I <sub>2rs</sub> 12	8.3338E+09	1.2020E+07	35.31	4.24
zatížení mimořádná	I <sub>2rs</sub> 12	8.3338E+09	1.2020E+07	0.00	0.00
<b>celkem</b>				<b>775.42</b>	<b>83.96</b>
zatížení nahodilá železniční dopravy					44.64
zatížení ostatní					39.32

- Smykové napětí v rovině kolmé na osou svaru

Pozn. lokální účinky zatížení lze vzhledem k dostatečnému krytí betonem zanedbat

- smykové napětí ve svaru celkové τ

$$\tau_{L,d} = 0.0 \text{ MPa}$$
$$\tau = ( \tau_{||,d}^{\wedge 2} + \tau_{L,d}^{\wedge 2} )^{\wedge 0.5}$$
$$\tau = ( 84.0^{\wedge 2} + 0.0^{\wedge 2} )^{\wedge 0.6}$$
$$\tau = 83.96 \text{ MPa}$$

- únosnost krční svarů

- pevnost v tahu spojovaných materiálů, charakteristická hodnota f<sub>u,sl,k</sub> = 510 MPa
- korelační součinitel β = 0.9
- součinitel materiálů pro svarové spoje γ<sub>mw</sub> = 1.5

10.2.1.3. Stanovení zatížitelnosti prvu

- mezní hodnota posuzovaného účinku

$$U_{lim} = 6307.69 \text{ kNm}$$

- klasifikační součinitel - uvažován

$$\alpha = 1.21$$

- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost

$$\alpha_{UIC} = 1.00$$

- svislé zatížení LM71

$$\Sigma M_{y,agr} = 1438.73 \text{ kNm}$$
$$U_{gr} = \Sigma M_{y,agr} \cdot \alpha_{UIC} / \alpha$$
$$U_{gr} = 1438.73 \cdot 1.0 / 1.2$$
$$U_{gr} = 1189.0 \text{ kNm}$$

- mezní hodnota posuzované veličiny

$$U_{agr} = 1602.61 \text{ kNm}$$

- Stanovení zatížitelnosti

$$Z_{UIC,1} = ( U_{lim} - U_{agr} ) / U_{gr}$$
$$Z_{UIC,1} = ( 6307.69 - 1602.61 ) / 1189.03$$

**Z<sub>UIC,1</sub> = 3.96**

- Smykové napětí v rovině kolmé na osu svaru  
Pozn. lokální účinky zatížení lze vzhledem k dostatečnému průřezu betonem zanedbat

$$\tau_{L,d} = 0.0 \text{ MPa}$$

- smykové napětí ve svaru celkově  $\tau$

$$\begin{aligned} \tau &= (\tau_{L,d}^2 + \tau_{L,d}^2)^{1/2} \\ \tau &= (96.9^2 + 0.0^2)^{1/2} \\ \tau &= 96.88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- únosnost krční svarů

- pevnost v tahu spojovaných materiálů, charakteristická hodnota  
 $f_{u,stk} = 470 \text{ MPa}$   
- korelační součinitel  $\beta = 0.9$   
- součinitel materiálu pro svarové spoje  $\gamma_{mw} = 1.5$

- pevnosti krouhového svaru ve smyku, návrhová hodnota

$$\begin{aligned} f_{w,d} &= f_{u,stk} / (\beta * \gamma_{mw} * \sqrt{3}) \\ f_{w,d} &= 470 / (0.9 * 1.5 * \sqrt{3}) \\ f_{w,d} &= 201.0 \text{ MPa} \end{aligned}$$

#### 10.3.2.1 Posouzení dolních krčních svarů

- posouzení krčních svarů

$$\begin{aligned} \tau &< f_{w,d} \\ 96.88 &< 201.0 \text{ MPa} \\ \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

- ověření krčních svarů pro plastické působení ZBN

- mezní normálová síla v krčním svaru nosníku pro ocelobetonový průřez plně zplazizovaný

$$F_{Rd} = 3495.65 \text{ kN}$$

- délka smykového spojení  $L_v$

$$L_v = L / 2 = 16.470 / 2 = 8.235 \text{ m}$$

- únosnost dvojice krčních svarů na délku smykového spojení

$$\begin{aligned} f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v &= L_v * 2a * f_{w,d} \\ f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v &= 8.2 * 8 * 201 \\ f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v &= 13242.1 \text{ kN} \\ F_{Rd} &< f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v \\ 3495.7 &< 13242.1 \text{ kN} \\ \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

- posouzení krčních svarů

#### 10.3.2.3. Stanovení zatížitelnosti horních krčních svarů

- mezní hodnota posuzovaného účinku

$$U_{lim} = 201.0 \text{ MPa}$$

- klasifikační součinitel - uvažován

$$\alpha = 1.21$$

- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost

$$\alpha_{UIC} = 1.00$$

- svíslé zatížení LM71

$$\tau_{L,d} = 96.88 \text{ MPa}$$

$$U_{gr} = \tau_{L,d} * \alpha_{UIC} / \alpha$$

$$U_{gr} = 96.88 * 1.0 / 1.2$$

$$U_{gr} = 80 \text{ MPa}$$

- mezní hodnota posuzované veličiny

$$U_{sgr} = 53.06 \text{ MPa}$$

- Stanovení zatížitelnosti

$$Z_{UIC,2} = (U_{lim} - U_{sgr}) / U_{gr}$$

$$Z_{UIC,2} = (201.003 - 53.06) / 80.07$$

$$Z_{UIC,2} = 1.85$$

- pevnosti krouhového svaru ve smyku, návrhová hodnota  
 $f_{w,d} = f_{u,stk} / (\beta * \gamma_{mw} * \sqrt{3})$   
 $f_{w,d} = 510 / (0.9 * 1.5 * \sqrt{3})$   
 $f_{w,d} = 218.1 \text{ MPa}$

#### 10.3.1.1 Posouzení horních krčních svarů

- posouzení krčních svarů

$$\begin{aligned} \tau &< f_{w,d} \\ 83.96 &< 218.1 \text{ MPa} \\ \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

- ověření krčních svarů pro plastické působení ZBN

- mezní normálová síla v krčním svaru nosníku pro ocelobetonový průřez plně zplazizovaný

$$F_{Rd} = 13778.7 \text{ kN}$$

- délka smykového spojení  $L_v$  - nosník

$$L_v = L / 2 = 16.470 / 2 = 8.235 \text{ m}$$

- únosnost dvojice krčních svarů na délku smykového spojení

$$\begin{aligned} f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v &= L_v * 2a * f_{w,d} \\ f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v &= 8.2 * 12 * 218 \\ f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v &= 21553.6 \text{ kN} \\ F_{Rd} &< f_{w,d} \cdot 2a \cdot L_v \\ 13778.7 &< 21553.6 \text{ kN} \\ \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

- posouzení krčních svarů

#### 10.3.1.2 Stanovení zatížitelnosti horních krčních svarů

- mezní hodnota posuzovaného účinku

$$U_{lim} = 218.1 \text{ MPa}$$

- klasifikační součinitel - uvažován

$$\alpha = 1.21$$

- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost

$$\alpha_{UIC} = 1.00$$

- svíslé zatížení LM71

$$\tau_{L,d} = 83.96 \text{ MPa}$$

$$U_{gr} = \tau_{L,d} * \alpha_{UIC} / \alpha$$

$$U_{gr} = 83.96 * 1.0 / 1.2$$

$$U_{gr} = 69.4 \text{ MPa}$$

- mezní hodnota posuzované veličiny

$$U_{sgr} = 39.32 \text{ MPa}$$

- Stanovení zatížitelnosti

$$Z_{UIC,2} = (U_{lim} - U_{sgr}) / U_{gr}$$

$$Z_{UIC,2} = (218.11 - 39.32) / 69.39$$

$$Z_{UIC,2} = 2.58$$

#### 10.3.2 Dolní krční svary ocelového průřezu

- Dolní krční svary

- Smykové napětí v rovnoběžné rovině s osou svaru

Návrhové hodnoty vnitřních sil	2a	$l_y$	$S_y$	$V_d$	$\tau_{L,d}$
stálé zatížení na ocelový průřez	8	3.5162E+09	3.8311E+06	172.90	23.55
stálé zatížení na ocelobetonový průřez	8	5.8456E+09	6.0526E+06	195.80	25.34
sestava zatížení železniční dopravy	8	8.3338E+09	7.8666E+06	371.41	43.82
zatížení nahodilá ostatní	8	8.3338E+09	7.8666E+06	35.31	4.17
zatížení mimořádná	8	8.3338E+09	7.8666E+06	0.00	0.00
<b>celkem</b>				<b>775.42</b>	<b>96.88</b>
zatížení nahodilá železniční dopravou				43.82	
zatížení ostatní				53.06	

- kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	=	125.0	MPa
- referenční rozkmit - maximální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,max,k}$	=	64.0	MPa
- referenční rozkmit - minimální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,min,k}$	=	0.0	MPa
- referenční rozkmit	$\Delta\sigma_{p,k}$	=	64.0	MPa
- ekvivaletní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	=	$\lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{p,k}$	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	0.91 * 1.26 * 64.0	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	73.5	MPa
- počet návrhových cyklů	$N_c$	=	2.00E+06	
- posouzení napětí	$V_F\Delta\sigma_{E2}$	=	1.0 * 74	= 73.5
	$\Delta\sigma_{E2}/V_m$	=	125 / 1.2	= 108.7
	$V_F\Delta\sigma_{E2} < \Delta\sigma_{E2}/V_m$		73.5 < 108.7	MPa
	VYHOVUJE			

#### 10.4.4 Otvory ve stojíně ocelového nosníku ZBN

- charakteristika detailu				
- otvory pro prostup betonářské výztuže				
- vrtané, D=50mm				
- kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	=	90.0	MPa
- referenční rozkmit - maximální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,max,k}$	=	49.5	MPa
- referenční rozkmit - minimální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,min,k}$	=	0.0	MPa
- referenční rozkmit	$\Delta\sigma_{p,k}$	=	49.5	MPa
- ekvivaletní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	=	$\lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{p,k}$	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	0.91 * 1.26 * 49.5	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	56.9	MPa
- počet návrhových cyklů	$N_c$	=	2.00E+06	
- posouzení napětí	$V_F\Delta\sigma_{E2}$	=	1.0 * 57	= 56.9
	$\Delta\sigma_{E2}/V_m$	=	90 / 1.2	= 78.3
	$V_F\Delta\sigma_{E2} < \Delta\sigma_{E2}/V_m$		56.9 < 78.3	MPa
	VYHOVUJE			

#### 10.4.5 Tupé svary ocelového nosníku

- charakteristika detailu				
- příčné tupé svary bez podložky, oboustranné bezvroubě zabroušené do úrovně povrchu pl.				
- rozhoduje svar dolní				
- kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	=	112.0	MPa
- referenční rozkmit - maximální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,max,k}$	=	68.4	MPa
- referenční rozkmit - minimální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,min,k}$	=	0.0	MPa
- referenční rozkmit	$\Delta\sigma_{p,k}$	=	68.4	MPa
- ekvivaletní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	=	$\lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{p,k}$	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	0.91 * 1.26 * 68.4	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	78.5	MPa
- počet návrhových cyklů	$N_c$	=	2.00E+06	
- posouzení napětí	$V_F\Delta\sigma_{E2}$	=	1.0 * 68	= 68.4
	$\Delta\sigma_{E2}/V_m$	=	112 / 1.2	= 97.4
	$V_F\Delta\sigma_{E2} < \Delta\sigma_{E2}/V_m$		68.4 < 97.4	MPa
	VYHOVUJE			

#### 10.4 Mezní stav únosnosti - únavové zatížení

##### 10.4.1 Obecné údaje

- zatížení železničním provozem				
- zatížení železniční dopravou s nápravami 25 t				
- roční tonáž dopravy	max	2.50E+07	t/rok	
- návrhová provozní životnost		100	toků	
- součinitel spolehlivosti únavového zatížení	$V_F$	=	1.00	
- specifikace rozhodujících průřezů				
- nosník o rozpětí	L	=	16.470	m
- dílčí součinitel únavové pevnosti	$V_{m\#}$	=	1.15	
- náhradní délka	$L_0$	=	16.47	m
- dynamický součinitel	$\phi_2$	=	1.26	
- ocelobetonový průřez působí pružně bez působení betonu v tahu				
- součinitel ekvivaletního poškození $\lambda$	$\lambda_1$	=	0.91	
- součinitel tvaru příčnickové čáry	$\lambda_2$	=	1.00	
- součinitel objemu dopravy	$\lambda_3$	=	1.00	
- součinitel návrhové doby života mostu	$\lambda_4$	=	1.00	
- součinitel tvaru příčnickové čáry				
- souč. vlivu souč. zatížení prvku více kolejí	$\lambda$	=	$\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$	
	$\lambda$	=	0.91 * 1.00 * 1.00 * 1.00	
	$\lambda$	=	0.91	

##### 10.4.2 Základní materiál ocelového nosníku ZBN

- charakteristika detailu				
- plech řezaný kyslíkem strojně, hrany následně opracovány broušením R=2mm				
- rozhoduje dolní pásnice ocelového nosníku				
- kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	=	140.0	MPa
- referenční rozkmit - maximální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,max,k}$	=	68.4	MPa
- referenční rozkmit - minimální napětí od LM71	$\Delta\sigma_{p,min,k}$	=	0.0	MPa
- referenční rozkmit	$\Delta\sigma_{p,k}$	=	68.4	MPa
- ekvivaletní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	=	$\lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{p,k}$	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	0.91 * 1.26 * 68.4	
	$\Delta\sigma_{E2}$	=	78.5	MPa
- počet návrhových cyklů	$N_c$	=	2.00E+06	
- posouzení napětí	$V_F\Delta\sigma_{E2}$	=	1.0 * 79	= 78.5
	$\Delta\sigma_{E2}/V_m$	=	140 / 1.2	= 121.7
	$V_F\Delta\sigma_{E2} < \Delta\sigma_{E2}/V_m$		78.5 < 121.7	MPa
	VYHOVUJE			

##### 10.4.3 Krční svary ocelového nosníku ZBN

- charakteristika detailu				
- Krční svary budou provedené automaticky bez přerušení				
- Nosník bezmontžní styků nevyžaduje přerušení či ruční provedení krčních svarů				

- vzdálenost středu smyků pánsic  $h_b = z_{z/c} - z_{z/t} = 620 - 15$   
 $h_b = 605$  mm
- výšeový moment setrvačnosti jednoosého I-průřezu s nestejnými pánsicemi  
 $I_w = ( \frac{1}{12} - u_1 \cdot \frac{1}{2} ) \cdot I_z \cdot ( \frac{h_b}{2} )^2$   
 $I_w = ( \frac{1}{12} - -0.8 \cdot \frac{1}{2} ) \cdot 1.7E+08 \cdot ( \frac{605}{2} )^2$   
 $I_w = 4.51E+12$  mm<sup>6</sup>

průřez	rozměr dim z dim y mm	vzdálenost těžiště od spodních vláken z <sub>i</sub> [mm]	plocha A [mm <sup>2</sup> ]	statický moment plochy k vedlejší ose S <sub>y</sub> [mm <sup>3</sup> ]	smykový tok v pánsici	
					b <sub>i</sub> <sup>3</sup> /12 z <sub>ci</sub> [mm <sup>4</sup> ]	b <sub>i</sub> <sup>3</sup> /12 z <sub>ci</sub> [mm <sup>4</sup> ]
horní pánsice	20 1200	620	4000	2.48E+06	6.67E+05	4.13E+08
stojlna	580 12	320	6960	2.23E+06		
dolní pánsice	30 400	15	12000	1.80E+05	5.33E+06	8.00E+07
		<b>Σ</b>	<b>22960</b>	<b>4.89E+06</b>	<b>6.00E+06</b>	<b>4.93E+08</b>

- těžiště a střed smyku ocelového průřezu
  - vzdálenost těžiště od spodních vláken  
 $z_c = \Sigma S_y / \Sigma A = 4.9E+06 / 22960$   
 $z_c = 212.9$  mm
  - vzdálenost středu smyku od spodních vláken  
 $z_b = b_{i1}/12 \cdot z_{ci} / b_{i1}/12$   
 $z_b = 4.93E+08 / 6.0E+06$   
 $z_b = 82.2$  mm
  - vzdálenost působíště zatížení od dolních vláken průřezu  
*Pozn. Předpokládá se, že zatížení působí v těžišti průřezu - bezpečná varianta, reálné betonová směs působí na dolní pánsici*  
 $z_a = z_c = 212.9$  mm
  - vzdálenost působíště zatížení od středu smyku  
 $z_g = z_b - z_s = 212.9 - 82.2$   
 $z_g = 130.6$  mm

- pružný kritický moment
  - rozpětí konstrukce  $L = 16\,470$  mm
  - součinitele vzpěné délky  $k_z = 1.00$  volné oba konce  
 $k_w = 1.00$  volné oba konce
  - závislé na zatížení a podninkách uložení konců  
 $C_1 = 1.13$   
 $C_2 = 0.46$   
 $C_3 = 0.53$

z ČSN EN 1993-1-01  
Tabulka NB 3.2 – Hodnoty součinitelů C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> a C<sub>3</sub> pro různé případy příčné zatížení v závislosti na hodnotě součinitelů k<sub>wp</sub>, k<sub>z</sub> a součinitelů ψ<sub>1</sub> a k<sub>rel</sub>

Zatížení a podmínky podepření	Součinitele vzpěné délky		Hodnoty součinitelů					
	k <sub>wp</sub>	k <sub>z</sub>	k <sub>rel</sub>	C <sub>1</sub> <sup>1)</sup>			C <sub>2</sub>	
				C <sub>1,0</sub>	C <sub>1,1</sub>	C <sub>1,2</sub>	C <sub>2,1</sub>	C <sub>2,2</sub>
	1	1	1	1.13	1.13	0.33	0.46	0.50
	1	1	1	0.5	1.13	1.23	0.33	0.39
	1	0.5	1	0.95	1.00	0.25	0.41	0.40
	1	0.5	0.5	0.95	0.97	0.25	0.31	0.40
							0.40	0.84
							0.67	0.44

- materiálové konstanty
  - modul pružnosti v ohybu E<sub>st</sub> = 210 000 MPa
  - modul pružnosti ve smyku G<sub>st</sub> = 81 000 MPa

#### 10.4.6 Tupé svary ocelového nosníku

- charakteristika detailu
  - podélná výztuž ZBN není započtena do statického hlavního nosného systému ZBN
  - příčné konzoly ZBN nejsou přímo zatíženy pohyblivým zatížením železničním provozem
  - **únosnost betonářské výztuže při únavovém zatížení není nutno posuzovat**

#### 10.5 Mezní stav únosnosti - provádění ZBN

##### 10.5.1 Obecné údaje

- Dispozice
  - deska ZBN bude betonována bez provizorního podepření
  - ocelové nosníky ZBN budou při provádění zatíženy vlastní tíhou a tíhou čerestvého bet
  - roškové spolupůsobení nosníků při montáži se neuvažuje
  - Uvažuje se pružné působení ocelového průřezu, oslabeného

#### 10.5.2 Únosnost ocelového nosníku v montážním stavu - normálové napětí

- Rozhodující průřez
  - polovina rozpětí

- rekapitulace vnitřních sil při provádění - návrhové hodnoty

Zatížení	M <sub>k</sub> [kNm]	V <sub>g</sub>	M <sub>k</sub> [kNm]
Vlastní tíha ocelového nosníku	20.37	1.35	27.50
Vlastní tíha čerestvého betonu	155.41	1.35	209.80
Nahodilé zatížení při provádění P=2kN	67.82	1.00	67.82
<b>Rozhodující kombinace pro provádění</b>			<b>305.12</b>

- rekapitulace průřezových charakteristik ocelového nosníku
  - Třída průřezu nosníku (pro montážní stav) třída 3
  - mezní moment únosnosti, elastický, charakteristický M<sub>el,k</sub> = 1199.0 kNm
  - mezní moment únosnosti, elastický, návrhový M<sub>el,d</sub> = 1042.6 kNm

- pružný kritický moment ocelového průřezu při ztrátě příčné a torzní stability
  - ocelový průřez symetrický k vedlejší ose

průřez	rozměr dim z dim y mm	vzdálenost těžiště od spodních vláken z <sub>i</sub> [mm]	plocha setrvačnosti k vedlejší ose		moment setrvačnosti k vedlejší ose I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]
			A [mm <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	
horní pánsice	20 200	620	4000	1.33E+07	1/12*(dim z) <sup>3</sup> (dim y) <sup>3</sup>
stojlna	580 12	320	6960	8.35E+04	1/12*(dim z) <sup>3</sup> (dim y) <sup>3</sup>
dolní pánsice	30 400	15	12000	1.60E+08	1/12*(dim z) <sup>3</sup> (dim y) <sup>3</sup>
		<b>Σ</b>	<b>22960</b>	<b>1.73E+08</b>	

- vliv spojitosti průřezu v kroucení

průřez	rozměr dim z dim y mm	momentu tuhosti v prostém kroucení	
		I <sub>t</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>t</sub> [mm <sup>4</sup> ]
horní pánsice	20 200	6.93E+05	1/13*(dim y) <sup>3</sup> (dim z) <sup>3</sup>
stojlna	580 12	4.34E+05	1/13*(dim z) <sup>3</sup> (dim y) <sup>3</sup>
dolní pánsice	30 400	4.68E+06	1/13*(dim z) <sup>3</sup> (dim y) <sup>3</sup>
		<b>Σ</b>	<b>5.81E+06</b>

- výšeový moment setrvačnosti
  - moment setrvačnosti tlačené pánsice k vedlejší ose I<sub>z,c</sub> = 1.3E+07 mm<sup>4</sup>
  - moment setrvačnosti tažené pánsice k vedlejší ose I<sub>z,t</sub> = 1.6E+08 mm<sup>4</sup>
  - součinitel asymetrie  
 $\psi_t = ( \frac{I_{z,c}}{I_{z,t}} - \frac{I_{z,t}}{I_{z,t}} ) / ( \frac{I_{z,c}}{I_{z,t}} + \frac{I_{z,t}}{I_{z,t}} )$   
 $\psi_t = ( \frac{1.3E+07}{1.6E+08} - \frac{1.6E+08}{1.6E+08} ) / ( \frac{1.3E+07}{1.6E+08} + \frac{1.6E+08}{1.6E+08} )$   
 $\psi_t = -0.85$

$$\begin{aligned} \chi_{L,T} &= 1 / [ \phi_{L,T} + ( \phi_{L,T}^2 - \alpha_{L,T}^2 )^{0.5} ] < 1 \\ \chi_{L,T} &= 1 / [ 2.38 + ( 2.38^2 - 0.49^2 )^{0.5} ] < 1 \\ \chi_{L,T} &= 0.21 \end{aligned}$$

- mezní stabilní moment únosnosti

$$\begin{aligned} M_{b,rd} &= \chi_{L,T} * M_{ed} = 0.21 * 1042.6 \\ M_{b,rd} &= 221.19 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- posouzení

$$\begin{aligned} M_d &< M_{b,rd} \\ 305.1 &< 221.2 \text{ kN} \\ \text{NEVYHOVUJE} \end{aligned}$$

### 10.5.3. Únosnost ocelového nosníku v montážním stavu - smykové napětí

- Rozhodující průřez nad podporou

- rekapitulace vnitřních sil při provádění - návrhové hodnoty

Zatížení	$V_{z,k}$ [kN]	$V_g$	$V_{z,d}$ [kN]
Vlastní tíha ocelového nosníku	20.04	1.35	27.05
Vlastní tíha čerstvého betonu	152.86	1.35	206.36
Nahodilé zatížení při provádění $P=2\text{kN}$	2.00	1.00	2.00
<b>Rozhodující kombinace pro provádění</b>			$V_{z,d} = 235.41$

- rekapitulace průřezových charakteristik, ocelového nosníku

$$\begin{aligned} \text{- šířkost stojiny} \quad d/t_w &= 871 / 12 = 72.57 \quad - \\ \text{- vliv meze kluzu} \quad \varepsilon &= \sqrt{235 / f_{yk}} = \sqrt{235} / 355 \\ \varepsilon &= 0.81 \quad - \end{aligned}$$

- posouzení stability neobetonované stojiny vez výztuh (montážní stav)

$$d/t_w < 69 * \varepsilon^{0.75} = 72.6 < 69 * 0.81 = 56$$

#### Stojina vybočí

Pozn. Stojina vybočí. Únosnost stojiny se posoudí na vzpěrný tlak, kde vzpěrná délka je uvažována vzdálenost mezi pásnicemi.

$$\begin{aligned} \text{- parametry} \quad \text{rozměry} \quad d &= 871 \text{ mm} \\ t_w &= 12 \text{ mm} \\ \text{vzpěrná délka} \quad \text{- uvažováno typ uchycení plechu V-V} \quad L_{cr,z} &= d * 0.5 = 871 * 0.5 = 435 \text{ mm} \\ \text{plocha} \quad A &= d * t_w = 871 * 12 = 10449.6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

momenty setrvačnosti

$$\begin{aligned} I_y &= 1 / 12 * t_w * d^3 \\ I_y &= 1 / 12 * 12 * 871^3 \\ I_y &= 6.6\text{E}+08 \text{ mm}^4 \\ I_z &= 1 / 12 * d * t_w^3 \\ I_z &= 1 / 12 * 871 * 12^3 \\ I_z &= 1.3\text{E}+05 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

poloměry setrvačnosti

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{I_y / A} \\ i_y &= \sqrt{6.6\text{E}+08 / 10449.6} \\ i_y &= 251.4 \text{ mm} \\ i_z &= \sqrt{I_z / A} \\ i_z &= \sqrt{1.3\text{E}+05 / 10449.6} \\ i_z &= 3.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- parametr kroucení

$$\begin{aligned} k_{wt} &= \frac{\pi}{k_w} * \frac{L}{E_{st} * I_w} \\ k_{wt} &= \frac{1.0 * 16470}{210\,000 * \frac{4.5\text{E}+12}{81\,000 * 5.8\text{E}+06}} \\ k_{wt} &= 0.271 \quad - \end{aligned}$$

- parametr působivé zatížení vzhledem ke středu smyku

$$\begin{aligned} \zeta_g &= \frac{\pi * z_g}{k_2 * \frac{L}{E_{st} * I_z}} \\ \zeta_g &= \frac{\pi * 130.6}{\pi * \frac{210\,000 * 1.7\text{E}+08}{81\,000 * 5.8\text{E}+06}} \\ \zeta_g &= 0.219 \quad - \end{aligned}$$

- parametry nesymetrie průřezu

$$\begin{aligned} z_1 &= 0.45 * \psi_f * h_b \\ z_1 &= 0.45 * -0.85 * 605 \\ z_1 &= -230.4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \zeta_l &= \frac{\pi * z_l}{k_2 * \frac{L}{E_{st} * I_z}} \\ \zeta_l &= \frac{\pi * -230.4}{\pi * \frac{210\,000 * 1.7\text{E}+08}{81\,000 * 5.8\text{E}+06}} \\ \zeta_l &= -0.387 \quad - \end{aligned}$$

- kritický moment

- pomocné výpočty

$$\begin{aligned} X_1 &= C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_l \\ X_1 &= 0.46 * 2.19\text{E}-01 - 0.53 * -3.9\text{E}-01 \\ X_1 &= 0.306 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2 &= \sqrt{1 + k_{wt}^2} + X_1^2 \\ X_2 &= \sqrt{1 + 0.271^2} + 0.306^2 \\ X_2 &= 1.080 \end{aligned}$$

- bezrozměrný kritický moment

$$\begin{aligned} \mu_{cr} &= \frac{C_1}{X_2} / k_2 * (X_2 - X_1) \\ \mu_{cr} &= 1.13 / 1.00 * (1.080 - 0.306) \\ \mu_{cr} &= 0.875 \end{aligned}$$

- pomocné výpočty

$$\begin{aligned} X_3 &= E_{st} * I_z * G_{st} * I_t \\ X_3 &= 2.1\text{E}+08 * 1.7\text{E}-04 * 8.1\text{E}+07 * 5.8\text{E}-06 \\ X_3 &= 1.7\text{E}+07 \end{aligned}$$

- kritický moment

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \mu_{cr} * \frac{\pi * \sqrt{1.7\text{E}+07}}{16.47} \\ M_{cr} &= 0.875 * \frac{\pi * \sqrt{1.7\text{E}+07}}{16.47} \\ M_{cr} &= 690.85 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- vliv ztráty přítěže a torzní stability klopením

$$\begin{aligned} \lambda_{L,T} &= \frac{M_{ed,k}}{M_{cr}} \\ \lambda_{L,T} &= \frac{1199.0}{690.85} \\ \lambda_{L,T} &= 1.736 \quad - \end{aligned}$$

- součinitel imperfekce pro nosník

$$\begin{aligned} \alpha_{L,T} &= \frac{\text{svařovaný}}{0.490} \quad - \text{ křivka c} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_{L,T} &= 0.5 * (1 + \alpha_{L,T} * (\lambda_{L,T} - 0.2) + \lambda_{L,T}^2) \\ \phi_{L,T} &= 0.5 * (1 + 0.49 * (1.7 - 0.2) + 1.7^2) \\ \phi_{L,T} &= 2.382 \quad - \end{aligned}$$

[illegible][illegible]

- Mezní únosnost průřezu ve svislém smyku

$$V_{rd} = A_{w,net} \cdot f_{y,st,d}/\sqrt{3} \cdot \chi_{min}$$

$V_{\text{rd}}$	=	10 020	*	178.2	*	0.20
-----------------	---	--------	---	-------	---	------

$$V_{rd} = 349.8 \text{ kN}$$

posouzení

$$V_{zd} \quad v \quad V_{rd}$$

	kg	N
235.4	<	349.8

**VYHOVUJE**

## 10.6 Desky ztraceného bednění

[illegible]

- posouzení únosnosti desek					
- Betonová směs	$\sigma_c$	=	$M_{d,c}/1000$	/	$W_{y,inv}/10^9$
	$\sigma_c$	=	5.45E-04	/	0.000266667
	$\sigma_c$	=	2.04	MPa	

$\sigma_c$	$<$	$f_{w,d}$	MPa
2.0	$<$	3.6	

VYHOVUJE

$$\begin{aligned}\sigma_c &= M_{d,c}/1000 \quad / \quad W_{y,fw}/10^9 \\ \sigma_c &= 1.75E-04 \quad / \quad 0.000266667 \\ \sigma_c &= 0.66 \quad \text{MPa}\end{aligned}$$

$\sigma_c$	$<$	$f_{w,d}$	MPa
0.7	$<$	3.6	

VYHOVUJE

posouzení průhybu desek					
- limitní průhyb	$L/\delta_{lim}$	=	300	-	
	$\delta_{tw,lim}$	=	$L_{tw}$	/	$L/\delta_{lim}$
	$\delta_{w,lim}$	=	350	/	300
	$\delta_{w,lim}$	=	1.16667	mm	

- průhyb od betonové směsi

$\delta_{fw/k}$	$<$	$\delta_{fw/lim}$	mm
0.00	$<$	1.17	VYHOVUJE

### 10.7. Mimořádné zatížení

viz kapitola 8.1.5 Krainí nosník, rekapitulace analýzy průřezu - polovina rozpětí

- klasifikace průřezu	1
- mezni plastický moment únosnosti ocelobetonového průřezu oslabeného otvory	$M_{pl,net,Rd} = 3801.03 \text{ kNm}$
- vzdálenost vládek od dolních vláken	$Z_{pl} = 307.2 \text{ mm}$

- vliv interakce ohybového momentu a vstředí smykové síly			
- návrhová únosnost ve smyku	$V_{pl,Rd}$	=	1240.4 kN
- vstředí skrymová síla - odpovídající rozhodující hodnotě ohybového	$V_{zd}$	=	0.00 kN
- posouzení únosnosti ve smyku	$V_{zd}$	<	$V_{pl,Rd}$ kN
	<b>0.00</b>		<b>1240.4</b> kN

**Mezní únosnost ve svislém smyku VYHOVUJE**  
posouzení nutnosti redukce mezního momentu

- posouzení interakce smyku s chybem

Ohybový moment **NENÍ** nutno redukovat

### 10.7.1 Posouzení

- extrémní ohybový moment v návrhová hodnota

$M_{y,d} < M_{pl,net,Rd}$   
931.31 < 3801.03 kNm



i	Sily kN	X <sub>L,i</sub> m	X <sub>m,i</sub> m	X <sub>F,i</sub> m	M <sub>y,A</sub> kNm	M <sub>y,B</sub> kNm	M <sub>y,i</sub> kNm	V <sub>z,i</sub> kN
1	25.17	1.441	0.000	0.000	36.27	0.00	0.00	25.17
2	22.70	0.741	0.000	0.000	16.82	0.00	15.89	47.87
3	20.22	0.041	0.000	0.000	0.83	0.00	30.04	68.09
4	36.46	0.000	0.659	0.000	0.00	0.00	84.0	33.92
5	52.70	0.000	1.359	0.000	0.00	0.00	180.96	86.62
6	50.23	0.000	0.000	0.559	0.00	28.08	35.16	97.98
7	47.75	0.000	0.000	1.259	0.00	60.12	0.00	47.75
				<b>Σ</b>	<b>53.92</b>	<b>88.20</b>		

- ohybový moment na fiktivním nosníku - návrhová  
 $\max M_{y,i} = M_{y,d} = 180.96 \text{ kNm}$
- posouvající síla - návrhová  
 $\max V_{z,i} = V_{z,d} = 184.60 \text{ kN}$

### 11.2.3 Materiál průřezu

- beton
  - C 30 / 37 XA1, XF3, XD1
  - pevnost v tlaku - charakteristická  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
  - pevnost v tlaku - návrhová  $f_{cd} = 17 \text{ MPa}$
  - pevnost v tahu - střední hodnota  $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$
  - modul pružnosti - krátkodobé zat.  $E_{c,s} = 32\,837 \text{ MPa}$
  - poměrně maximální přetvoření  $\epsilon_{s,d} = 0.0035$  -
- výztuž
  - B 500 B
  - mez kluzu charakteristická  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
  - mez kluzu návrhová  $f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$
  - modul pružnosti  $E_s = 200\,000 \text{ MPa}$
  - poměrně přetvoření na mezi kluzu  $\epsilon_{s,d} = f_{yd} / E_s = 434.8 / 200\,000$

### 11.2.4 Geometrie průřezu

- beton
  - obdélníkový průřez - posouzení uprostřed rozpětí
  - výška průřezu  $h_c = 770 \text{ mm}$
  - šířka průřezu  $b = 1000 \text{ mm}$
- výztuž
  - profil  $\phi_s = 22 \text{ mm}$
  - plocha jednoho prutu  $A_{s,0} = 380 \text{ mm}^2$
  - poč kusu na 1bm  $n = 7$  ks/m  $(\pi \phi_s^2/4)$
  - osová vzdálenost prutů  $s_b = 143 \text{ mm}$
  - celková plocha výztuže  $A_s = 2661 \text{ mm}^2$
  - účinná výška průřezu  
(uvažováno na střed otvorů ve stojnách ocelových nosníků krytý je zabezpečeno cementovláknitými deskami)
  - výška ocelobet. nosníku  $h = 800 \text{ mm}$
  - vzdálenost otvoru  $z_{o3,i2} = 130 \text{ mm}$
  - průměr otvoru  $d_3 = 50 \text{ mm}$
  - účinná výška průřezu  $d = h - z_{o3,i2} = d_3$  / 2
  - $d = 800 - 130 = 50$  / 2
  - $d = 645 \text{ mm}$

### 11. Mezní stavy únosnosti - železobetonových průřezů

#### 11.2 Železobetonový průřez desky v příčném směru, v poli

##### 11.2.1. dispozice příčného řezu ZBN v poli

- počet nosníků  $n = 7$  ks
- osová vzdálenost ocel. nosníků  $s_w = 700 \text{ mm}$
- vzdálenost okraje desky ZBN od osy ocelového nosníku - vpravo  $s_{w,r} = 990 \text{ mm}$
- vzdálenost okraje desky ZBN od osy ocelového nosníku - vlevo  $s_{w,l} = 350 \text{ mm}$
- šířka desky nosné konstrukce  $b_{nk} = 5\,540 \text{ mm}$
- vyložení příčné konzoly nosné kce  $b_k = 460 \text{ mm}$
- vzdálenost osy koleje od lého kraje d.  $e_{KL} = 2\,235 \text{ mm}$
- vzdálenost levého kolej. pásu - zleva  $y_a = 1\,766 \text{ mm}$
- vzdálenost pravého kolej. pásu - zleva  $y_b = 3\,266 \text{ mm}$
- osová vzdálenost kolejnič  $y_b - y_a = 1\,766$  - 1500 mm

poloha nosníků vůči kolejnicovým pásům

i	yl	poloha		vyložení konzoly		poloha v poli		vyložení konzoly	
		m	X <sub>L</sub>	m	X <sub>m</sub>	m	X <sub>p</sub>	m	
1	0.325	vlevo kolejnič		1.441		0.000		0.000	
2	1.025	vlevo kolejnič		0.741		0.000		0.000	
3	1.725	vlevo kolejnič		0.041		0.000		0.000	
4	2.425	mezi kolejnicem		0.000		0.659		0.000	
5	3.125	mezi kolejnicem		0.000		1.359		0.000	
6	3.825	vpravo kolejnič		0.000		0.000		0.559	
7	4.525	vpravo kolejnič		0.000		0.000		1.259	

#### 11.2.2 Stanovení vnitřních sil na náhradním příčném nosníku

- zatížení nahodilé železniční dopravou
  - reakce pod levým kolejnicovým pásem
  - reakce pod pravým kolejnicovým pásem
- | P <sub>d,1</sub> | P <sub>d,2</sub> | P <sub>d,3</sub> | P <sub>d,4</sub> | P <sub>d,5</sub> | P <sub>d,6</sub> | P <sub>d,7</sub> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| kNm              | kNm              | kNm              | kNm              | kNm              | kNm              | kNm              |
| 25               | 23               | 20               | 36               | 53               | 50               | 48               |
- $\Sigma g_{gr}$        $A = \Sigma P_i \cdot (y_r - y_b) / (y_a - y_b)$
- | i | yl    | Sily  | y <sub>r</sub> -y <sub>b</sub> | y <sub>r</sub> -y <sub>b</sub> | reakce |
|---|-------|-------|--------------------------------|--------------------------------|--------|
|   | m     | kN/m  | m                              | m                              |        |
| 1 | 0.325 | 25.17 | -2.941                         | -1.500                         | 49.35  |
| 2 | 1.025 | 22.70 | -2.241                         | -1.500                         | 33.91  |
| 3 | 1.725 | 20.22 | -1.541                         | -1.500                         | 20.77  |
| 4 | 2.425 | 36.46 | -0.841                         | -1.500                         | 20.44  |
| 5 | 3.125 | 52.70 | -0.141                         | -1.500                         | 4.95   |
| 6 | 3.825 | 50.23 | 0.559                          | -1.500                         | -18.72 |
| 7 | 4.525 | 47.75 | 1.259                          | -1.500                         | -40.08 |
- $\Sigma g_{gr}$       **255.23** kN/m      **A**      **70.63** kN      **B**      **184.60** kN
- momenty nad jednotlivými prvky
    - pod levým pásem  $M_{y,A} = -\Sigma P_i \cdot x_{L,i}$
    - pod pravým pásem  $M_{y,B} = -\Sigma P_i \cdot x_{p,i}$
    - levá konzola  $M_{y,i,L} = -\Sigma P_i \cdot (x_{L,i} - x_{L,i})$
    - pravá konzola  $M_{y,i,P} = -\Sigma P_i \cdot (x_{L,i} - x_{L,i})$
    - střed  $M_{y,i} = M_A + (M_{y,i,B} - M_{y,i,A}) \cdot (y_i - y_a) / (y_b - y_a) + A \cdot x_{m,i} - \Sigma P_i \cdot (x_{L,i} - x_{L,i})$

- posouzení předpokladu
  - min stupeň vyztužení
 

$\rho_{min}$	=	max(	0.0015	;	0.6	/	$f_{yk}$	)
$\rho_{min}$	=	max(	0.0015	;	0.6	/	500	)
$\rho_{min}$	=	max(	0.0015	;	0.0012			)
$\rho_{min}$	=	0.0015						
$\rho_{max}$	=	0.0400						
  - max stupeň vyztužení
 

$\rho$	=	$A_s$	/	(	$b$	*	$d$	)
$\rho$	=	2661	/	(	1000	*	645	)
$\rho$	=	0.0041						
  - posouzení stupně vyztužení
 

$\rho_{min}$	<	$\rho$	<	$\rho_{max}$
0.0015	<	0.0041	<	0.0400
- posouzení omezení tlačené oblasti
 

$\xi$	=	$x$	/	$d$	=	85.1	/	645
$\xi$	=	0.13						
- posouzení omezení tlačené oblasti
 

$\xi$	<	$\xi_{lim}$
0.13	<	0.45
- únosnost ŽB průřezu namáhaného ohybovým momentem
  - rameno vnitřních sil
 

$z$	=	$d$	-	0.4	*	$x$
$z$	=	645	-	0.4	*	85.1
$z$	=	611	mm			
  - moment únosnosti, návrhová hodnota
 

$M_{ed}$	=	$A_s$	*	$f_{yd}$	*	$z$
$M_{ed}$	=	2 661	*	434.8	*	611
$M_{ed}$	=	706.85	kNm			
- posouzení únosnosti průřezu
 

$M_{y,d}$	<	$M_{r,d}$
180.96	<	706.85

#### 11.2.5.1 Stanovení zatížitelnosti prvku

- mezní hodnota posuzovaného účinku
 

$U_{lim}$	=	706.85	kNm
-----------	---	--------	-----
- klasifikační součinitel - uvažován
 

$\alpha$	=	0.00
----------	---	------
- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost
 

$\alpha_{IIC}$	=	1.00
----------------	---	------
- vislé zatížení LM71
 

$\Sigma M_{y,gr}$	=	180.96	kNm			
$U_{gr}$	=	$\Sigma M_{y,gr}$	*	$\alpha_{IIC}$	/	$\alpha$
$U_{gr}$	=	180.96	*	1.0	/	1.2
$U_{gr}$	=	149.6	kNm			
$U_{sgr}$	=	0.00	kNm			
- mezní hodnota posuzované veličiny
 

$U_{sgr}$	=	0.00	kNm
-----------	---	------	-----
- Stanovení zatížitelnosti
 

$Z_{IIC,1}$	=	(	$U_{lim}$	-	$U_{sgr}$	)	/	$U_{gr}$
$Z_{IIC,1}$	=	(	706.85	-	0.00	)	/	149.56
$Z_{IIC,1}$	=	4.73						

#### 11.2.6 Únosnost ŽB průřezu pro namáhání smykovou silou

- beton
  - obdélníkový průřez - posouzení u prostřed rozpětí
 

$h_c$	=	770	mm
$b$	=	1000	mm
  - výška průřezu - účinná
 

$b$	=	1000	mm
-----	---	------	----
  - šířka průřezu
- výtěž
  - profil prvku
 

$\phi_s$	=	12	mm
----------	---	----	----
  - plocha jednoho prutu
 

$A_{s,0}$	=	113	mm <sup>2</sup>
-----------	---	-----	-----------------
  - poč kusů na 1bm
 

$n$	=	3	ks/m
-----	---	---	------
  - celková plocha vyztuže
 

$A_s$	=	339	mm <sup>2</sup>
-------	---	-----	-----------------
  - průměrná vzdálenost v podélném směru
 

$s_{sw,L}$	=	150	mm
------------	---	-----	----
  - průměrná vzdálenost v příčném směru
 

$s_{sw,1}$	=	370	mm
------------	---	-----	----

#### 11.2.5 Únosnost ŽB průřezu pro namáhání ohybovým momentem

- šířka průřezu
 

$b$	=	1000	mm
-----	---	------	----
- účinná výška průřezu
 

$d$	=	645	mm
-----	---	-----	----
- plocha vyztuže
 

$A_s$	=	2 661	mm
-------	---	-------	----
- pevnost betonu v tlaku
 

$f_{cd}$	=	17.0	MPa
----------	---	------	-----
- mez kluzu oceli
 

$f_{yd}$	=	434.8	MPa
----------	---	-------	-----
- předpoklad, výtěž na mezi kluzu
  - výška tlačené části průřezu
 

$x$	=	$A_s$	*	$f_{yd}$		
$x$	=	0.8	*	$b$	*	$f_{cd}$
$x$	=	2 661	*	1000	*	17.0
$x$	=	85.1	mm			
  - ověření předpokladu
 

$\epsilon_s$	=	$\epsilon_{c,d}$	*	(	$d$	-	$x$	)
$\epsilon_s$	=	0.0035	*	(	645	-	85.1	)
$\epsilon_s$	=	0.0230						

- únosnost smykové výztuže

$$V_{rd,s,min} = \frac{A_s}{A_s} * \frac{f_{yd}}{S_{sw,L}} * z * \cotg \theta$$

$$V_{rd,s,min} = \frac{339}{370} * \frac{434.8}{370} * 611 * 1.5$$

$$V_{rd,s,min} = 365.39 \text{ kN}$$

- Únosnost smykové výztuže

$$V_{z,d} < V_{rd,s,min}$$

**184.60 < 365.39**

**VYHOVUJE**

### 11.2.6.1 Stanovení zatížitelnosti prvků

- mezní hodnota posuzovaného účinku  $U_{lim} = 365.39 \text{ kNm}$
- klasifikační součinitel - uvažován  $\alpha = 0.00$
- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost  $\alpha_{LIC} = 1.00$
- svislé zatížení LM71  $\Sigma M_{y,g,gr} = 0.00 \text{ kNm}$
- $$U_{gr} = \Sigma M_{y,g,gr} * \alpha_{LIC} / \alpha$$
$$U_{gr} = 0.00 * 1.0 / 1.2$$
$$U_{gr} = 184.6 \text{ kNm}$$
- mezní hodnota posuzované veličiny  $U_{sgr} = 0.00 \text{ kNm}$
- Stanovení zatížitelnosti  $Z_{LIC,1} = ( U_{lim} - U_{sgr} ) / U_{gr}$
- $$Z_{LIC,1} = ( 365.39 - 0.00 ) / 184.60$$
- $$Z_{LIC,1} = 1.98$$**

### 11.3 Posouzení únosnosti konzoly

- beton
  - obdélníkový průřez - posouzení u profil rozpětí  $h_c = 770 \text{ mm}$
  - výška průřezu  $b = 1000 \text{ mm}$
- výztuž
  - profil  $\phi_s = 12 \text{ mm}$
  - plocha jednoho prutu  $A_{s,0} = 113 \text{ mm}^2$
  - poč. kusů na 1bm  $n = 7$
  - délnost prutů  $s_\phi = 143 \text{ mm}$
  - celková plocha výztuže  $A_s = 792 \text{ mm}^2$
  - účinná výška průřezu  $(uvažováno na sířed otvorů ve stojnách ocelových nosníků krytí je zabezpečeno cementovými deskami)$ 
$$c_0 = 50 \text{ mm}$$
$$d = h_c - c_0 = 770 - 50 = 714 \text{ mm}$$
  - krytí výztuže
  - účinná výška průřezu
- Stupeň vyztužení - bez požadavků na kontrolu šířky trhliny
  - minimální stupeň vyztužení  $\rho_{min} = \max( 0.0015 ; 0.6 / f_{yk} )$
  - $$\rho_{min} = \max( 0.0015 ; 0.6 / 500 )$$
  - maximální stupeň vyztužení  $\rho_{max} = 0.0400$
  - $$\rho_{min} = 0.0015$$
- stupeň vyztužení  $\rho = A_s / ( b * d )$
- $$\rho = 792 / ( 1000 * 714 )$$
- $$\rho = 0.0011$$

- Stupeň vyztužení redukční součinitel
  - maximální stupeň vyztužení  $V_1 = 0.6$
  - $$\rho_{max} = 0.5 * v * f_{cd} / f_{yd}$$
  - $$\rho_{max} = 0.5 * 0.6 * 17.0 / 434.8$$
  - $$\rho_{max} = 0.01173$$

- minimální stupeň vyztužení  $\rho_{min} = 0.0009$

- stupeň vyztužení  $\rho = A_{sw} / ( b * S_{sw,t} )$
- $$\rho = 339 / ( 1000 * 370 )$$
- $$\rho = 0.0009$$

- posouzení stupně vyztužení

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

**0.0009 < 0.0117**

**VYHOVUJE**

- Únosnost tlačené diagonály

- sklon smykových trhlin  $\cotg \theta = 1.5$
- redukční součinitel  $v = 0.6 * ( 1 - \frac{f_{ok}}{250} )$
- $$v = 0.6 * ( 1 - \frac{30}{250} )$$
- $$v = 0.53$$

- únosnost tlak diagonály

$$V_{rd,max} = v * f_{cd} * b * z * \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg \theta}$$

$$V_{rd,max} = 0.5 * 17.0 * 1000 * 611 * \frac{1.5}{1 + 1.5}$$

$$V_{rd,max} = 3290.45 \text{ kN}$$

- Únosnost tlačené diagonály

$$V_{z,d} < V_{rd,max}$$

**184.60 < 3290.45**

**VYHOVUJE**

- konstrukční zásady

- maximální osová vzdálenost větší třínků  $s_{t,max} = \min( 0.75 * d ; 600 )$
- $$s_{t,max} = \min( 0.75 * 645 ; 600 )$$
- $$s_{t,max} = \min( 484 ; 600 )$$
- $$s_{t,max} = 484 \text{ mm}$$
- posouzení  $s_{sw,t} < s_{t,max}$
- 370 < 484**
- VYHOVUJE**

doplňný spory  $\phi 8$  po 150mm ve středů desky, kde souží pouze konstrukčním požadavkům - neuvažováno ve výpočtu

- maximální osová vzdálenost třínků  $s_{t,max} = \min( 0.75 * d ; 400 )$
- $$s_{t,max} = \min( 0.75 * 645 ; 400 )$$
- $$s_{t,max} = \min( 484 ; 400 )$$
- $$s_{t,max} = 400 \text{ mm}$$
- posouzení  $s_{sw,L} < s_{t,max}$
- 150 < 400**
- VYHOVUJE**

- posouzení stupně vyztužení
 

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0.0015 < 0.0011 < 0.0400$$
**NEVYHOVUJE**
- Minimální průřezová plocha betonářské výztuže (z hlediska smrtování)
 

- plocha taženého betonu
 

$$A_{ct} = 0.5 \cdot b \cdot h_c$$

$$A_{ct} = 0.5 \cdot 1000 \cdot 770$$

$$A_{ct} = 385000 \text{ mm}^2$$
  - součinitel nerovnoměrnosti rozdělení tlahů
 

$$k = 0.65$$
  - součinitel rozdělení napětí v průřezu
 

$$k_c = 1.00$$
  - napětí v betonářské výztuži
 

$$\sigma_s = 280 \text{ MPa}$$
  - minimální průřezová plocha výztuže v tažené oblasti
 

$$A_{s,\min} = A_{ct} \cdot k \cdot k_c \cdot f_{ctm} / \sigma_s$$

$$A_{s,\min} = 385000 \cdot 0.65 \cdot 1.00 \cdot 2.9 / 280$$

$$A_{s,\min} = 2588.72 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} < A_s$$

$$2589 < 792$$
**NEVYHOVUJE**
- posouzení stupně vyztužení

### 11.3.1 Únosnost ŽB průřezu pro namáhání ohybovým momentem

- šířka průřezu
 

$$b = 1000 \text{ mm}$$
- účinná výška průřezu
 

$$d = 714 \text{ mm}$$
- plocha výztuže
 

$$A_s = 792 \text{ mm}^2$$
- pevnost betonu v tlaku
 

$$f_{cd} = 17.0 \text{ MPa}$$
- mez kluzu oceli
 

$$f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$$
- předpoklad, výtůž an mezi kluzu
- výška tlačené části průřezu
 

$$x = \frac{A_s}{0.8 \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$x = \frac{792}{0.8 \cdot 1000} \cdot \frac{434.8}{17.0}$$

$$x = 25.3 \text{ mm}$$
- ověření předpokladu
 

$$\epsilon_s = \frac{x}{\epsilon_{c,d}} \cdot \left( \frac{d}{x} - 1 \right)$$

$$\epsilon_s = \frac{0.0035 \cdot \left( \frac{714}{25.3} - 1 \right)}{25.3}$$

$$\epsilon_s = 0.0952$$
- posouzení předpokladu
 

$$\epsilon_{s,d} < \epsilon_s$$

$$0.0022 < 0.0952$$
**VYHOVUJE**
- omezení tlačného průřezu
 

$$\xi = x / d = 25.3 / 714$$

$$\xi = 0.04$$
- posouzení omezení tlačné oblasti
 

$$\xi < \xi_{\lim}$$

$$0.04 < 0.45$$
**VYHOVUJE**

- únosnost ŽB průřezu namáhaného ohybovým momentem
 

- rameno vnitřních sil
 

$$z = d - 0.4 \cdot x$$

$$z = 714 - 0.4 \cdot 25.3$$

$$z = 704 \text{ mm}$$
  - moment únosnosti, návrhová hodnota
 

$$M_{ed} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$$

$$M_{ed} = 792 \cdot 434.8 \cdot 704 / 1000000$$

$$M_{ed} = 242.28 \text{ kNm}$$
  - posouzení únosnosti průřezu
 

$$M_{s,d} < M_{ed}$$

$$15.56 < 242.28$$
**VYHOVUJE**
- ### 12.3.2 Únosnot ŽB průřezu pro namáhání smykovou silou
- beton
 

- obdélníkový průřez - posouzení u prostřed rozpětí
 

$$h_c = 770 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$
    - šířka průřezu
  - výztuž
 

- profil prvku
 

$$\phi_s = 12 \text{ mm}$$
    - plocha jednoho prutu
 

$$A_{s,0} = 113 \text{ mm}^2$$
    - počt kusů na 1bm
 

$$n = 2$$
    - celková plocha výztuže
 

$$A_s = 226 \text{ mm}^2$$
    - průměrná vzdálenost v podélném směru
 

$$s_{sw,L} = 150 \text{ mm}$$
    - průměrná vzdálenost v příčném směru
 

$$s_{sw,T} = 65 \text{ mm}$$
    - Stupeň vyztužení
 

- redukční součinitel
 

$$V_1 = 0.6$$
      - maximální stupeň vyztužení
 

$$\rho_{\max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} / f_{yd}$$

$$\rho_{\max} = 0.5 \cdot 0.6 \cdot 17.0 / 434.8$$

$$\rho_{\max} = 0.01173$$
    - minimální stupeň vyztužení
 

$$\rho_{\min} = 0.0009$$
    - stupeň vyztužení
 

$$\rho = A_{sw} / (b \cdot s_{sw,T})$$

$$\rho = 226 / (1000 \cdot 65)$$

$$\rho = 0.0035$$
    - posouzení stupně vyztužení
 

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0.0009 < 0.0035 < 0.0117$$
**VYHOVUJE**
  - Únosnost tlačené diagonály
 

- sklon smykových tlahů
 

$$\cotg \theta = 1.5$$
    - redukční součinitel
 

$$v = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

$$v = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{0}{250} \right)$$

$$v = 0.60$$
    - Únosnost tlak diagonály
 

$$V_{rd,\max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg \theta}$$

$$V_{rd,\max} = 0.6 \cdot 17.0 \cdot 1000 \cdot 704 \cdot \frac{1.5}{1 + 1.5}$$

$$V_{rd,\max} = 4307.72 \text{ kN}$$
  - Únosnost tlačené diagonály
 

$$V_{s,d} < V_{rd,\max}$$

$$29.22 < 4307.72$$
**VYHOVUJE**

- konstrukční zásady

- maximální osová vzdálenost větví třínků  
 $s_{l,max} = \min(0.75 \cdot d ; 600)$
- $s_{l,max} = \min(0.75 \cdot 714 ; 600)$
- $s_{l,max} = \min(536 ; 600)$
- $s_{l,max} = 536$  mm
- posouzení  
 $s_{saw,t} < s_{l,max}$   
**65 < 536**  
**VYHOVUJE**

- maximální osová vzdálenost třínků  
 $s_{l,max} = \min(0.75 \cdot d ; 400)$
- $s_{l,max} = \min(0.75 \cdot 714 ; 400)$
- $s_{l,max} = \min(536 ; 400)$
- $s_{l,max} = 400$  mm
- posouzení  
 $s_{saw,L} < s_{l,max}$   
**150 < 400**  
**VYHOVUJE**

- únosnost smykové výztuže  
 $V_{rd,s,min} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{s_{sw,L}} \cdot z \cdot \cotg \theta$   
 $V_{rd,s,min} = \frac{226 \cdot 434.8}{65} \cdot 704 \cdot 1.5$   
 $V_{rd,s,min} = 1597.46$  kN

- Únosnost smykové výztuže

$$V_{z,d} < V_{rd,s,min}$$

**29.22 < 1597.46**  
**VYHOVUJE**

11.4 Posouzení konzoly - mimořádné zatížení

Pozn. Únosnost průřezu převzata z přechodního výpočtu. Proveďte se pouze posouzení na MSU

- únosnost průřezu v ohybu  
 $M_{ld} = 242.28$  kNm
- únosnost průřezu ve smyku  
 $V_{rd,s,min} = 1597.46$  kN

Pozn. Pro zatěvovací stav se uvažuje kombinace stálého zatížení a výkolejení vlaku

$$M_{y,md} = M_{y,svi,d} + M_{y,kl,d} + M_{y,mv,d} + M_{y,dr,d}$$
$$M_{y,md} = 0.11 + 3.67 + 9.78 + 12.06$$
$$M_{y,md} = 25.62$$
$$V_{z,md} = V_{z,svi,d} + V_{z,kl,d} + V_{z,mv,d} + V_{z,dr,d}$$
$$V_{z,md} = 0.30 + 10.05 + 13.40 + 53.60$$
$$V_{z,md} = 77.35$$

- Únosnost průřezu

$$M_{y,md} < M_{rd}$$

**25.62 < 242.28**  
**VYHOVUJE**

$$V_{z,md} < V_{rd,s,min}$$

**77.35 < 1597.46**  
**VYHOVUJE**

Rozhodující kombinace zatížení pro návrh		Z	Eg,1	Eg,2	Eg,gr	Eg,1	Eg,2	Eg,1	Eg,2	Ztsgr
1	143.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	175.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	199.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	736.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	32.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	407.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	578.113	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
32	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
33	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
34	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
37	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
38	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
39	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
40	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
42	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
43	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
44	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
45	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
46	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
47	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
49	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
51	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
52	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
53	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
54	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
55	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
56	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
57	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
58	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
59	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
61	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
62	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
63	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
64	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
65	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
66	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
67	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
68	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
69	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
70	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
71	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
72	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
73	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
74	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
75	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
76	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
77	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
78	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
79	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
80	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
81	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
82	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
83	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
84	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
85	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
86	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
87	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
88	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
89	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
90	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
91	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
92	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
93	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
94	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
95	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
96	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
97	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
98	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
99	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

12.1.1.1. Charakteristické hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení

12.1. Mezní stav použitelnosti - omezení napětí od charakteristického zatížení

12.1.1.1.1. Charakteristické hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení

12.1.1.1.1.1. Charakteristické hodnoty vnitřních sil a rozhodující kombinace zatížení

12. Mezní slavy použitelnosti

12.2 Normálové napětí od charakteristického zatížení v horním vlákněch betonu desky ZBN

- rekapitulace normálového napětí

Zatížení:		$\sigma_{el2,c1,k}$
Stálé zatížení na ocelový průřez		MPa
Stálé zatížení na ocelobetonový průřez		-1.23 MPa
Sestava železniční dopravy		-9.35 MPa
Zatížení nahodilé ostatní		-0.41 MPa
Zatížení mimořádné		0.00 MPa

Celkem pro návrh:  
nahodilé krátkodobé pro železniční dopravu  
ostatní zatížení

-10.99 MPa
-9.35 MPa
-1.64 MPa

12.2.1 Posouzení

- napětí v betonu při pružném působení  $\sigma_{el2,c1,k} = 10.99$  MPa

- charakteristická pevnost betonu v tlaku  $f_{c,k} = 30$  MPa

- posouzení únosnosti ocelobetonové průřezu v ohybu - napětí

$\sigma_{el2,c1,k}$	$< 0.6 \cdot f_{c,k}$
10.99	$< 0.6 \cdot 30$
10.99	$< 18.00$ MPa

VYHOVUJE

12.2.2 Zatížitelnost

- mezní hodnota posuzovaného účinku  $U_{lim} = 18.00$  kNm

- klasifikační součinitel - uvažován  $\alpha = 1.21$

- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost  $\alpha_{UIC} = 1.00$

- svislé zatížení LM71  $\Sigma_{igr} = 9.35$  kNm

$U_{gr} = \Sigma_{igr} \cdot \alpha_{UIC} / \alpha$	$U_{gr} = 9.35 \cdot 1.0 / 1.2$
$U_{gr} = 7.7$ kNm	

- mezní hodnota posuzované veličiny  $U_{rsg} = 1.64$  kNm

- Stanovení zatížitelnosti $Z_{UIC,1} = ( U_{lim} - U_{rsg} ) / U_{gr}$	$Z_{UIC,1} = ( 18 - 1.64 ) / 7.73$
$Z_{UIC,1} = 2.12$	

12.3 Normálové napětí od charakteristického zatížení v horní výtžti desky ZBN

- rekapitulace normálového napětí

Zatížení:		$\sigma_{el2,s1,k}$
Stálé zatížení na ocelový průřez		0.00 MPa
Stálé zatížení na ocelobetonový průřez		-19.91 MPa
Sestava železniční dopravy		-51.61 MPa
Zatížení nahodilé ostatní		-2.26 MPa
Zatížení mimořádné		0.00 MPa

12.1.1.2. Normálové napětí od rozhodujících zatížení, charakteristická

č.	zákl. popis	ZS	$M_{ed}$	$V_{ed}$	$N_{ed}$	Vnitřní síly, charakter. idel. modul	Rozhodující nosník - krajní
1	Vl. taha - ocel. nosník	9st	20	0.0	0.0	22432	0.00E+00
2	Vl. taha - ZB deska	9c	155	0.0	0.0	22432	0.00E+00
3	vodotěsná izolace	9svi	3	0.0	0.0	49882	-1.62E+08
4	kojové lože	9kt	158	0.0	0.0	49882	-1.62E+08
5	kojový rošt	9kr	5	0.0	0.0	49882	-1.62E+08
6	mostní vybavení	9mv	33	0.0	0.0	49882	-1.62E+08
7	svislé síly - LM71	9lm	578	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
8	svislé síly - "nezat."	9nv	0	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
9	Odštědiv. síly - LM71	9ctlm	41	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
10	Odštědiv. síly - "nezat."	9ctmv	0	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
11	boční ráz	9nt	118	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
12	Vl. tr. nosná kce	9wt	2	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
13	Vl. tr. pás vlaku	9wz	14	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
14	zatížení - chodníků	9wp	12	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
15	zatížení zábradlí	9zpp	5	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
16	Vykolelení	9dr	0	0.0	0.0	57490	-7.87E+07
rozhodující kombinace zatížení účinná pro návrh							$\Sigma$
z toho stálé zatížení na ocelový průřez							-10.99
z toho stálé zatížení na ocelobetonový průřez							-1.23
z toho sestava zatížení železniční dopravy							-9.35
z toho nahodilá zatížení							-0.41
z toho mimořádné zatížení							0.00
z toho zařízení ostatní (mimo železniční dopravu)							-1.64
$\Sigma_{rsg}$							-73.78
$\Sigma_{q,1}$							-22.17
$\Sigma_{q,1}$							-1.29
$\Sigma_{q,2}$							0.00
$\Sigma_{rsg}$							-52.06
$\Sigma_{q,1}$							-13.91
$\Sigma_{q,2}$							-25.72
$\Sigma_{q,1}$							-1.13
$\Sigma_{q,2}$							0.00
$\Sigma_{rsg}$							-63.60
$\Sigma_{q,1}$							-89.32
$\Sigma_{q,2}$							-49.56
$\Sigma_{rsg}$							-76.91
$\Sigma_{q,1}$							11.09
$\Sigma_{q,2}$							63.06
$\Sigma_{rsg}$							13.86
$\Sigma_{q,1}$							2.77
$\Sigma_{q,2}$							0.00
$\Sigma_{rsg}$							42.49
$\Sigma_{q,1}$							124.04
$\Sigma_{q,2}$							124.04
$\Sigma_{rsg}$							135.08

<u>Celkem pro návrh:</u> nahodilé krátkodobé pro železniční dopravu ostatní zatížení									
<b>12.3.1. Posouzení</b>									
- napětí v horní výztuži při pružném působení	$\sigma_{aII2,s1,k}$	=	73.78	MPa					
- charakteristika mez kluzu oceli	$f_{ys,k}$	=	500	MPa					
- posouzení únosnosti ocelobetonové průřezu v ohybu - napětí	$\sigma_{aII2,s1,k}$	<	0.8	*	$f_{ys,k}$				
	73.78	<	0.8	*	500				
	73.78	<	400.00						
			VYHOVUJE						
<b>12.3.2. Zatížitelnost</b>									
- mezní hodnota posuzovaného účinku	$U_{lim}$	=	400.00	kNm					
- klasifikační součinitel - uvažován	$\alpha$	=	1.21						
- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost	$\alpha_{LIC}$	=	1.00						
- svislé zatížení LM71	$\Sigma_{q,gr}$	=	51.61	kNm					
	$U_{gr}$	=	$\Sigma_{q,gr}$	*	$\alpha_{LIC}$	/	$\alpha$		
	$U_{gr}$	=	51.61	*	1.0	/	1.2		
	$U_{gr}$	=	42.7	kNm					
- mezní hodnota posuzované veličiny	$U_{rsgr}$	=	22.17	kNm					
- Stanovení zatížitelnosti	$Z_{LIC,1}$	=	(	$U_{lim}$	-	$U_{rsgr}$	)	/	$U_{gr}$
	$Z_{LIC,1}$	=	(	400	-	22.17	)	/	42.65
	$Z_{LIC,1}$	=	8.86						
<b>12.4 Normálové napětí od charakteristického zatížení v horních vlákních ocelového průřezu nosníku ZBN</b>									
- rekapitulace normálového napětí									
<u>Zatížení:</u>									
Stálé zatížení na ocelový průřez					$\sigma_{aII2,s1,k}$				
Stálé zatížení na ocelobetonový průřez					-52.06	MPa			
Sestava železniční dopravy					-13.91	MPa			
Zatížení nahodilé ostatní					-29.42	MPa			
Zatížení mimořádné					-1.29	MPa			
					0.00	MPa			
<u>Celkem pro návrh:</u>					-96.67	MPa			
nahodilé krátkodobé pro železniční dopravu					-29.42	MPa			
ostatní zatížení					-67.26	MPa			
<b>12.4.1. Posouzení</b>									
- napětí v ocelovém nosniku při pružném působení	$\sigma_{aII2,s1,k}$	=	96.67	MPa					
- charakteristika mez kluzu oceli	$f_{ys,k}$	=	335	MPa					
- posouzení únosnosti ocelobetonové průřezu v ohybu - napětí	$\sigma_{aII2,s1,k}$	<	1.0	*	$f_{ys,k}$				
	96.67	<	1.0	*	335				
	96.67	<	335.00						
			VYHOVUJE						

<u>Celkem pro návrh:</u> nahodilé krátkodobé pro železniční dopravu ostatní zatížení													
<b>12.3.1. Posouzení</b>													
- napětí v horní výztuži při pružném působení	$\sigma_{aII2,s1,k}$	=	73.78	MPa									
- charakteristika mez kluzu oceli	$f_{y,s,k}$	=	500	MPa									
- posouzení únosnosti ocelobetonové průřezu v ohybu - napětí													
	$\sigma_{aII2,s1,k}$	<	0.8	*	$f_{y,s,k}$								
	73.78	<	0.8	*	500								
	73.78	<	400.00										
			VYHOVUJE										
<b>12.3.2. Zatížitelnost</b>													
- mezní hodnota posuzovaného účinku	$U_{lim}$	=	400.00	kNm									
- klasifikační součinitel - uvažován	$\alpha$	=	1.21										
- klasifikační součinitel - pro zatížitelnost	$\alpha_{LIC}$	=	1.00										
- svislé zatížení LM71	$\Sigma_{q,gr}$	=	51.61	kNm									
	$U_{gr}$	=	$\Sigma_{q,gr}$	*	$\alpha_{LIC}$	/	$\alpha$						
	$U_{gr}$	=	51.61	*	1.0	/	1.2						
	$U_{gr}$	=	42.7	kNm									
- mezní hodnota posuzované veličiny	$U_{rsgr}$	=	22.17	kNm									
- Stanovení zatížitelnosti	$Z_{LIC,1}$	=	(	$U_{lim}$	-	$U_{rsgr}$	)	/	$U_{gr}$				
	$Z_{LIC,1}$	=	(	400	-	22.17	)	/	42.65				
	$Z_{LIC,1}$	=	8.86										
<b>12.4 Normálové napětí od charakteristického zatížení v horních vlákních ocelového průřezu nosníku ZBN</b>													
- rekapitulace normálového napětí													
<u>Zatížení:</u>													
Stálé zatížení na ocelový průřez					$\sigma_{aII2,s1,k}$								
Stálé zatížení na ocelobetonový průřez					-52.06	MPa							
Sestava železniční dopravy					-13.91	MPa							
Zatížení nahodilé ostatní					-29.42	MPa							
Zatížení mimořádné					-1.29	MPa							
					0.00	MPa							
<u>Celkem pro návrh:</u>					-96.67	MPa							
nahodilé krátkodobé pro železniční dopravu					-29.42	MPa							
ostatní zatížení					-67.26	MPa							
<b>12.4.1. Posouzení</b>													
- napětí v ocelovém nosníku při pružném působení	$\sigma_{aII2,s1,k}$	=	96.67	MPa									
- charakteristika mez kluzu oceli	$f_{y,s,k}$	=	335	MPa									
- posouzení únosnosti ocelobetonové průřezu v ohybu - napětí													
	$\sigma_{aII2,s1,k}$	<	1.0	*	$f_{y,s,k}$								
	96.67	<	1.0	*	335								
	96.67	<	335.00										
			VYHOVUJE										

12. Mezní stavy použitelnosti

12.7. Svislé průhyby v polovině rozpětí nosníku, charakteristické hodnoty

- nosník
- provádění
- modul pružnosti oceli  $E_{st} = 210\,000\text{ MPa}$
- rozpětí  $L = 16\,470\text{ mm} = 16.470\text{ m}$
- dynamický součinitel  $\psi_3 = 1.26$

moment setrvačnosti ocelového průřezu		$I_{st}$	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03	1.41E-03
---------------------------------------	--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

- posouzení průhybu od železniční dopravy

$$\begin{array}{l} \delta_{UIC,k} < L / L\delta_{lim,0} / k \\ 0.00 < 16\,470 / 860 / 0.7 \\ \mathbf{19.01 < 27.36 \text{ mm}} \\ \mathbf{VYHOVUJE} \end{array}$$

12.8.2 Zatížitelnost

- průhyb od zatížení schématu LM71, včetně dynamického součinitele a odstředivých

$$\begin{array}{l} Z_{UIC,1} = L/(L/\delta_{lim,0}) * k / \delta_{UIC,k} \\ Z_{UIC,1} = 27.4 / 19.01 \\ \mathbf{Z_{UIC,1} = 1.44} \end{array}$$

12.9 Zkroucení koleje ZBN

Pozn. Jedná se o obloukovou konstrukci. Celková deformace bude menší než vypočtená jako u nosníku

- osová vzdálenost kolejnicových pásů s = 1 500 mm
- mezní hodnota zkroutení od železniční dopravy  $k_{p,lim} = 4.50$  mm/3m
- mezní hodnota zkroutení ZBN, celku  $k_{p,tot} = 7.50$  mm/3m

12.9.1 Posouzení

Pozn. Odvozí se z maximálního průhybu od zatížení železniční dopravou včetně odstředivých síl pro jeden krajní nosník a odpovídající druhý krajní nosník

nosič	č.	1	2
přehyb od železničního zatížení včetně odstředivých síl	$\delta_{p,k}$	26.07	23.00

- rozdíl v průhybu posuzovaných nosníků  $\delta_R = \delta_{p,k,7} - \delta_{p,k,1}$   
 $\delta_R = 26.07 - 23.00$   
 $\delta_R = 3.07$  mm
- délka na křeč dojde ke zkroutení ZBN  $L/2 = 16.47 / 2$   
 $L/2 = 8.235$  m
- maximální kroucení kolejnicových pásů  $k_{p,0,k} = 3.1$  mm / 8.2 m
- přepočít na délku 3m, za předpokladu lineárního chování  
 $k_{p,k} = k_{p,0,k} * 3.000 / L/2$   
 $k_{p,k} = 3.1 * 3.000 / 8.235$   
 $k_{p,k} = 1.12$  mm/3m

- posouzení zkroutení kolejnicových pásů

$$\begin{array}{l} k_{p,k} < k_{p,lim} \\ \mathbf{1.12 < 4.50 \text{ mm/3m}} \\ \mathbf{VYHOVUJE} \end{array}$$

12.9.2 Zatížitelnost

- Zkroutení kolejnicových pásů

$$\begin{array}{l} Z_{UIC,1} = k_{p,lim} / (k_{p,k} / \alpha) \\ Z_{UIC,1} = 4.5 / (1.12 / 1.21) \end{array}$$

12. Mezní stavy použitelnosti

12.7.1 Nadvýšení ocelových nosníků ZBN

Pozn. Jedná se o obloukovou konstrukci. Nadvýšení se nepředpokládá, celková deformace je počítaná jakona nosníku a reálné dojde k menším deformacím.

12.7.2 Svislý průhyb ZBN z hlediska bezpečnosti dopravy

Pozn. Jedná se o obloukovou konstrukci. Celková deformace bude menší než níže vypočtená u nosníku.

- rozpětí ZBN L = 16 470 mm
- dynamický součinitel  $\phi 3 = 1.26$
- součinitel dopravy  $\alpha = 1.21$

12.7.3 Posouzení

- rozhodující průhyb od železniční dopravy  $\delta_{p,k} = 23.0$  mm
- rozhodující limit průhybu  $L/\delta_{lim,1} = 600$
- posouzení průhybu od železniční dopravy  $\delta_{p,k} < L / L\delta_{lim,1}$   
 $0.00 < 16\,470 / 600$   
 $\mathbf{23.00 < 27.45 \text{ mm}}$   
 $\mathbf{VYHOVUJE}$

12.7.4. Zatížitelnost

- průhyb od zatížení schématu LM71, včetně dynamického součinitele a odstředivých

$$\begin{array}{l} \delta_{UIC,k} = \delta_{p,k} / \alpha \\ \delta_{UIC,k} = 23.0 / 1.21 \\ \delta_{UIC,k} = 19.01 \\ Z_{UIC,1} = L/(L/\delta_{lim,1}) / \delta_{UIC,k} \\ Z_{UIC,1} = 27.5 / 19.01 \\ \mathbf{Z_{UIC,1} = 1.44} \end{array}$$

12.8 Svislý průhyb ZBN z hlediska pohodlí cestujících

Pozn. Jedná se o obloukovou konstrukci. Celková deformace bude menší než níže vypočtená u nosníku.

- rozpětí ZBN L = 16 470 mm
- dynamický součinitel  $\phi 3 = 1.26$
- součinitel dopravy  $\alpha = 1.21$

12.8.1 Posouzení

- rozhodující průhyb od železniční dopravy  $\delta_{UIC,k} = 19.01$  mm
- rozhodující limit průhybu  $L/\delta_{lim,0} = 860$
- součinitel uspořádání konstrukcí  $k = 0.7$

#### 12.10.3 Svislý posun konce kožoly ZBN

- délka konzoly za osou uložení  
 $L_0 = 605 \text{ mm}$
- pootočení konce ZBN  
 $\Theta_{p,k} = 5.59\text{E-}03 \text{ rad}$
- mezní hodnota vodorovného posunu  
 $\delta_{v,p,lim} = 3.00 \text{ mm}$

##### 12.10.3.1 Posouzení

- rozhodující hodnota  
 $\delta_{v,p,k} = \Theta_{p,k} * h_0 = 5.59\text{E-}03 * 605 = 3.38 \text{ mm}$

- posouzení průhybu od železniční dopravy

$$\delta_{h,p,k} < \delta_{h,p,lim} \\ 3.38 < 3.00 \text{ mm}$$

NEVYHOVUJE

##### 12.10.3.2 Zatížitelnost

- Svislý posun konce kožoly ZBN

$$Z_{UIC,1} = \delta_{h,p,lim} / ( \delta_{h,p,k} / \alpha ) \\ Z_{UIC,1} = 3.00 / ( 3.38 / 1.21 ) \\ Z_{UIC,1} = 1.07$$

$$Z_{UIC,1} = 4.87$$

#### 12.10. Deformace koncového průřezu ZBN

##### 12.10.1 Pootočení koncového průřezu ZBN

- rozpětí konstrukce  
 $L = 16\,470 \text{ mm}$
- deformace nosníku č. 1  
 $\delta_{p,k} = 23.0 \text{ mm}$
- mezní hodnota pootočení  
 $\Theta_{p,lim} = 6.50\text{E-}03 \text{ rad}$

##### 12.10.1.1 Posouzení

- rozhodující hodnota  
 $\Theta_{p,k} = 4 * \delta_{p,k} / L = 4 * 23.0 / 16\,470 = 0.005585 \text{ rad}$

- posouzení průhybu od železniční dopravy

$$\Theta_{p,k} < \Theta_{p,lim} \\ 5.59\text{E-}03 < 6.50\text{E-}03 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

##### 12.10.1.2 Zatížitelnost

- Pootočení kce průřezu ZBN

$$Z_{UIC,1} = \Theta_{p,lim} / ( \Theta_{p,k} / \alpha ) \\ Z_{UIC,1} = 6.50\text{E-}03 / ( 5.59\text{E-}03 / 1.21 ) \\ Z_{UIC,1} = 1.41$$

#### 12.10.2 Vodorovný posun konce ZBN od svislého zatížení

- výška konstrukce nad osou uložení  
 $h_0 = 1\,255 \text{ mm}$
- potočení konce ZBN  
 $\Theta_{p,k} = 5.59\text{E-}03 \text{ rad}$
- mezní hodnota vodorovného posunu  
 $\delta_{h,p,lim} = 10.00 \text{ mm}$

##### 12.10.2.1 Posouzení

- rozhodující hodnota  
 $\delta_{h,p,k} = \Theta_{p,k} * h_0 = 5.59\text{E-}03 * 1\,255 = 7.01 \text{ mm}$

- posouzení průhybu od železniční dopravy

$$\delta_{h,p,k} < \delta_{h,p,lim} \\ 7.01 < 10.00 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

##### 12.10.2.2 Zatížitelnost

- Vodorovný posun konce ZBN od svislého zatížení

$$Z_{UIC,1} = \delta_{h,p,lim} / ( \delta_{h,p,k} / \alpha ) \\ Z_{UIC,1} = 10.00 / ( 7.01 / 1.21 ) \\ Z_{UIC,1} = 1.73$$

7	omezení napětí	nosník č.1	σ	-	M	16.47	1.26	-	-	2.12	-	-
8	svislý průhyb	nosník č.1	σ	-	M	16.47	1.26	-	-	1.44	-	-
9	zkroucení koleje	nosník č.1	σ	-	M	16.47	1.26	-	-	4.87	-	-
10	deformace koncového o příčniku	nosník č.1	σ	-	M	16.47	1.38	-	-	1.07	-	-

Dne: 25.11.2017      Zatížitelnost určil: Ing. Bc. Martin Verner  
Dne:                      Do databáze zadal:

15. Přehled zatížitelnosti

A. Identifikace mostu                      Železniční most v km 62,867

TÚ (číslo, název) :                      0602 žst. Most - žst. Chomutov - záp. Zhlaví  
DÚ:    06 Kyjice – ústřední stavědlo – Dolní Rybník  
km    62,867

B. Identifikace částí mostu

část mostu:                                      Nosná konstrukce  
poř. číslo (ve směru staničení):                      2  
pod kolejí č.

C. Doplňující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti:                      3                      Výpočetní model:                      -  
Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)  
na                      uprosřed                      na konci  
poloměr oblouku                      760                      [m]  
převýšení koleje                      60                      [mm]  
excentricita vůči ose mostu                      -190                      [mm]

Popis závad uvažovaných v přepočtu:

Datum zjištění zapracovaného stavu mostu - orgány SŽDC:                        
- zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k částí mostu:

Poř. č.	Prvek (vč. umístění)	Detail	Namáhání	k <sub>i</sub>	typ	L <sub>p</sub>	δ	L <sub>φ</sub>	V <sub>0,1,1</sub> M71	V <sub>0,1,1</sub> M71E	viz. str.	Z <sub>QJC</sub>	Z <sub>QJCE</sub>	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	únosnost polovina rozpětí	nosník č.1	σ	-	M	16.47	1.26	-			-	2.43	-	-
2	místo uložení	nosník č.1	τ	-	Q	16.47	1.26	-			-	31.33	-	-
3	horní krční svary	nosník č.1	τ	-	Q	16.47	1.26	-			-	2.58	-	-
4	dolní krční svary	nosník č.1	τ	-	Q	16.47	1.26	-			-	1.85	-	-
5	dolní příčná výztuž	nosník č.1	σ	-	M	16.47	1.38	-			-	4.73	-	-
6	dolní příčná výztuž	nosník č.1	τ	-	Q	16.47	1.38	-			-	1.98	-	-

--

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
2	0.00	0.05
3	0.35	0.05
4	0.35	0.81
5	0.00	0.81
6	0.00	5.01
7	0.30	5.01
8	0.30	6.01
9	-1.30	6.01
10	-1.30	5.01
11	-1.00	5.01
12	-1.00	0.00

Počátek [0.0] je v nejhorším pravém bodu zdi.  
Plocha řezu zdi = 6.88 m<sup>2</sup>.

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ <sub>ef</sub> [°]	c <sub>ef</sub> [kPa]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>su</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		19.00	12.00	21.00	11.00	18.00
2	Třída G2, ulehlá		38.50	0.00	20.00	11.00	18.00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemin

Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :  $\varphi_{\text{ef}} = 19.00^\circ$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 19.00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 12.00 \text{ kPa}$   
Třetí úhel kce-zemina :  $\delta = 18.00^\circ$   
Zemina : nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Třída G2, ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :  $\varphi_{\text{ef}} = 38.50^\circ$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 38.50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 0.00 \text{ kPa}$   
Třetí úhel kce-zemina :  $\delta = 18.00^\circ$   
Zemina : nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5.00	Třída G2, ulehlá	

Výpočet úhlové zdi

Vstupní data

Projekt

Datum : 25.11.2017

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Výpočet zdi

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru  
Dovolená excentricita : 0.333  
Metodika posouzení : výpočet podle EN1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F) Trvalá návrhová situace			
Stálé zatížení :	γ <sub>G</sub> =	1.35 [-]	Nepříznivé
Proměnné zatížení :	γ <sub>Q</sub> =	1.50 [-]	1.00 [-]
Zatížení vodou :	γ <sub>w</sub> =	1.35 [-]	0.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R) Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :			γ <sub>Re</sub> =
Součinitel redukce odporu na posunutí :			γ <sub>Rh</sub> =
Součinitel redukce odporu základové půdy :			γ <sub>Rv</sub> =

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :			ψ <sub>0</sub> =
Součinitel časté hodnoty :			ψ <sub>1</sub> =
Součinitel kvazistálé hodnoty :			ψ <sub>2</sub> =

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 23.00 kN/m<sup>3</sup>  
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku

Pevnost v tahu

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

f<sub>ck</sub> = 30.00 MPa

f<sub>ctm</sub> = 2.90 MPa

f<sub>yk</sub> = 500.00 MPa

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00

--

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 929.60 kPa

Únosnost základové pudy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	-3332.14	1199.45	-935.36	0.000	749.66
2	-3285.21	1161.40	-899.64	0.000	929.60

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-3327.44	1143.32	-929.79

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	-3332.14	1199.45	-935.36	0.000	749.66
2	-3285.21	1161.40	-899.64	0.000	929.60

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-3327.44	1143.32	-929.79

Posouzení únosnosti základové pudy

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly e = 0.000

Maximální dovolená excentricita e<sub>allow</sub> = 0.333

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Návrhová únosnost základové pudy R = 1000.00 kPa

Součinitel redukce odporu základové pudy γ<sub>rv</sub> = 1.40

Max. napětí v základové spáře σ = 929.60 kPa

Únosnost základové pudy R<sub>d</sub> = 714.29 kPa

Únosnost základové pudy NEVYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové pudy NEVYHOVUJE

Dimenzace čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Působíště z [m]	Působíště F <sub>vert</sub> [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zed'	0.00	-2.61	121.32	0.53	1.350	1.350	1.000
Odpor na lici	-1.76	-0.17	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-4.98	0.35	1.18	1.000	1.350	1.000
Tlak v klidu	94.96	-1.67	0.00	1.35	1.350	1.000	1.350
Síla č. 2	0.00	-5.01	931.31	1.00	1.350	1.350	1.000
Síla č. 1	-1000.00	-5.01	0.00	1.00	1.000	1.000	1.000

--

Číslo	Vrstva [m]	Přířazená zemina	Vzorek
2	-	Třída F6, konzistence tuhá	<div></div>

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Odpor na lici konstrukce

Odpor na lici konstrukce: klidový

Zemina na lici konstrukce - Třída F6, konzistence tuhá

Výška zeminy před zdi h = 1.50 m

Terén před konstrukcí je rovný.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla nová změna	Název	Působ.	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>z</sub> [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	ANO	Síla č. 2	stálé	0.00	931.31	-3041.00	0.00	0.00
2	ANO	Síla č. 1	stálé	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Působíště z [m]	Působíště F <sub>vert</sub> [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-2.89	158.15	0.83	1.000	1.000	1.350
Odpor na lici	-15.93	-0.50	0.01	0.15	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.21	1.87	1.40	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-5.98	0.34	1.47	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	86.14	-1.79	51.65	1.45	1.350	1.350	1.000
Síla č. 2	0.00	-6.01	931.31	1.30	1.350	1.000	1.000
Síla č. 1	-1000.00	-6.01	0.00	1.30	1.000	1.000	1.000

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující M<sub>res</sub> = 5628.04 kNm/m

Moment klopcí M<sub>ovr</sub> = 4305.52 kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující H<sub>res</sub> = 381.00 kN/m

Vodor. síla posunující H<sub>fact</sub> = -899.64 kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0.00	-0.81	0.00	-5.00	18.03	-5.00
5		-15.02	-6.01	-1.30	-6.01	-1.30	-5.01
		-1.00	-5.01	-1.00	-4.51		
6		0.00	-5.00	0.00	-5.01	0.30	-5.01
7		-1.30	-6.01	0.30	-6.01	0.30	-5.01
		18.03	-5.01				

Parametry zemín - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Třída F6, konzistence tuhá		19.00	12.00	21.00
2	Třída G2, ulehá		38.50	0.00	20.00

Parametry zemín - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		21.00		
2	Třída G2, ulehá		21.00		

Parametry zemín

Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 21.00$  kN/m<sup>3</sup>  
Napjatost :  $\phi_{ef} = 19.00$  °  
Úhel vnitřního tření :  $c_{ef} = 12.00$  kPa  
Soudržnost zeminy :

Posouzení díku zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

Profil vložky = 20.0 mm

Počet vložek = 5

Krytí vyztuže = 30.0 mm

Šířka průřezu = 1.00 m

Výška průřezu = 1.00 m

Tažená vlákna jsou na přední straně průřezu, průřez nelze tímto programem posoudit.

Výpočet stability svahu

Vstupní data

Projekt

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

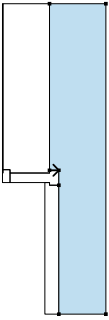

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	Průřizivé
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1.50 [-]	1.00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1.35 [-]	0.00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na smyk, ploše :		$\gamma_{Rs} =$	1.10 [-]

Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	0.00	-0.05	0.35	-0.05
2		-15.02	-4.51	-1.30	-4.51	-1.00	-4.51
		-1.00	-0.81	-1.00	0.00	0.00	0.00
		18.03	0.00				
3		-1.00	-0.81	0.00	-0.81	0.35	-0.81
		0.35	-0.05	18.03	-0.05		

--

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přirazená zemina
7		x	z	x	z	Třída F6, konzistence tuhá
		0.30	-5.01	0.30	-6.01	
		-1.30	-6.01	-15.02	-6.01	
		-15.02	-11.01	18.03	-11.01	
		18.03	-5.01			

Voda

Typ vody : Voda není

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-2.43 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-46.36 [°]
	z =	0.10 [m]		$\alpha_2 =$	89.14 [°]
	Poloměr :	R =		6.68 [m]	
Smyková plocha po optimalizaci.					

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 324.87 \text{ kN/m}$   
Sumace pasivních sil :  $F_p = 536.88 \text{ kN/m}$   
Moment sesouvající :  $M_a = 2170.15 \text{ kNm/m}$   
Moment vzdorující :  $M_p = 3260.35 \text{ kNm/m}$   
Využití : 66.6 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

--

Obj.třída sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Třída G2, ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$

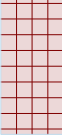
Napjatost : efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 38.50^\circ$

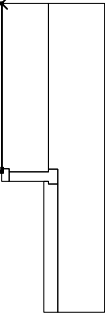
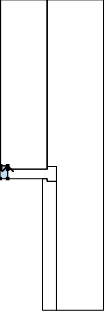
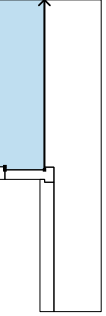
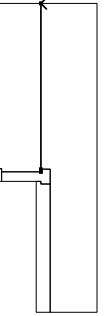
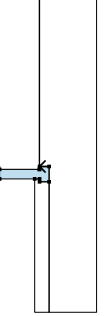
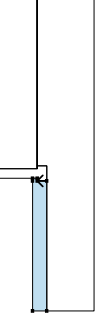
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 0.00 \text{ kPa}$

Obj.třída sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Materiál zdi		23.00

Přirazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přirazená zemina
		x	z	x	z	
1		18.03	-0.05	18.03	0.00	Třída G2, ulehlá
		0.00	0.00	0.00	-0.05	
		0.35	-0.05			
2		0.00	-0.81	0.35	-0.81	Materiál zdi
		0.35	-0.05	0.00	-0.05	
		0.00	0.00	-1.00	0.00	
		-1.00	-0.81			
3		0.00	-5.00	18.03	-5.00	Třída G2, ulehlá
		18.03	-0.05	0.35	-0.05	
		0.35	-0.81	0.00	-0.81	
4		18.03	-5.01	18.03	-5.00	Třída F6, konzistence tuhá
		0.00	-5.00	0.00	-5.01	
		0.30	-5.01			
5		0.30	-6.01	0.30	-5.01	Materiál zdi
		0.00	-5.01	0.00	-5.00	
		0.00	-0.81	-1.00	-0.81	
		-1.00	-4.51	-1.00	-5.01	
		-1.30	-5.01	-1.30	-6.01	
6		-1.30	-6.01	-1.30	-5.01	Třída F6, konzistence tuhá
		-1.00	-5.01	-1.00	-4.51	
		-1.30	-4.51	-15.02	-4.51	
		-15.02	-6.01			