

KONCEPT

TÚ: 0801 Praha Masarykovo nádraží st.4 (m) – Děčín hl.n (včetně)
DÚ: B1 žst. Praha-Bubny

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

	Vedoucí projektu	Zodpovědný projektant	Investor	SŽ s.o., OŘ PRAHA
	ING. L. MAREK <i>[Signature]</i>	ING. I. HEINZ <i>[Signature]</i>	Místo stavby	HOLEŠOVICE
	Vypracoval	Kontroloval	Formát	A4
	ING. I. HEINZ	ING. L. MAREK <i>[Signature]</i>	Datum	09/2021
TOP CON SERVIS s.r.o., Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8, tel/fax: 284 021 740, email: topcon@topcon.cz			Účel	DUSP+PDPS
			Měřítko	–
OPRAVA MOSTU V KM 412,700 TR. PRAHA MASARYK.N. – DĚČÍN HL.N. SO 11-20-01 MOST V KM 412,700 D – DOKUMENTACE OBJEKTŮ			Č.zakázky	19-21
			Číslo kopie	Číslo přílohy D.2.1.4-3-001
STATICKÝ VÝPOČET				

Oprava mostu v km 412,700 tr. Praha Masaryk.n. - Děčín hl.n.

Dokumentace pro společné povolení stavby (*DUSP*)

SO 101 – Oprava mostu

STATICKÝ VÝPOČET

Obsah:

1.	Popis	2
1.1.	Popis nosné konstrukce	2
1.2.	Popis spodní stavby	2
1.3.	Popis výpočetního modelu	2
2.	Zatížení	2
2.1.	Stálé	2
2.2.	Nahodilé krátkodobé	3
2.2.1.	Svislé zatížení železniční dopravou	3
2.2.2.	Boční rázy	3
2.2.3.	Rozjezdové a brzdné síly	3
2.2.4.	Zatížení teplotou	4
2.2.5.	Zatížení větrem	5
2.2.6.	Zatížení neveřejných služebních chodníků	5
2.2.7.	Vykolejení a jiná zatížení železničních mostů	5
3.	Hlavní nosník	6
3.1.	Ve středu rozpětí	6
3.1.1.	Vnitřní síly	8
3.1.2.	Mezní stav únosnosti	9
3.1.3.	Mezní stav únavy	10
3.1.4.	Závěr	10
3.2.	Změna průřezu hl. nosníku	11
3.2.1.	Vnitřní síly	12
3.2.2.	Mezní stav únosnosti	13
3.2.3.	Mezní stav únavy	14
3.2.4.	Závěr	14
3.3.	Smyková únosnost	15
3.4.	Krční svary hl. nosníku	17
4.	Příčná výztuha pod podkladnicí	18
4.1.	Průřezové charakteristiky	18
4.2.	Vnitřní síly	19
4.3.	Mezní stav únosnosti	20
4.4.	Mezní stav únavy	20
4.5.	Krční svar	21
4.6.	Závěr	21
4.7.	Lokální únosnost stěny v příčnici	22
5.	Chodníková konzola	23
5.1.	Návrh přípoje	23
6.	Deformace konstrukce	25
7.	Tabulka zatížitelnosti	26

1. Popis

Účel tohoto statického výpočtu je návrh hlavní nosné konstrukce, který je situován v km 412,700 na trati Praha Masaryk.n. - Děčín hl.n. Most se nachází ve staničním obvodu, v přímé před opěrou. Na mostě je navržen VMP 3,0.

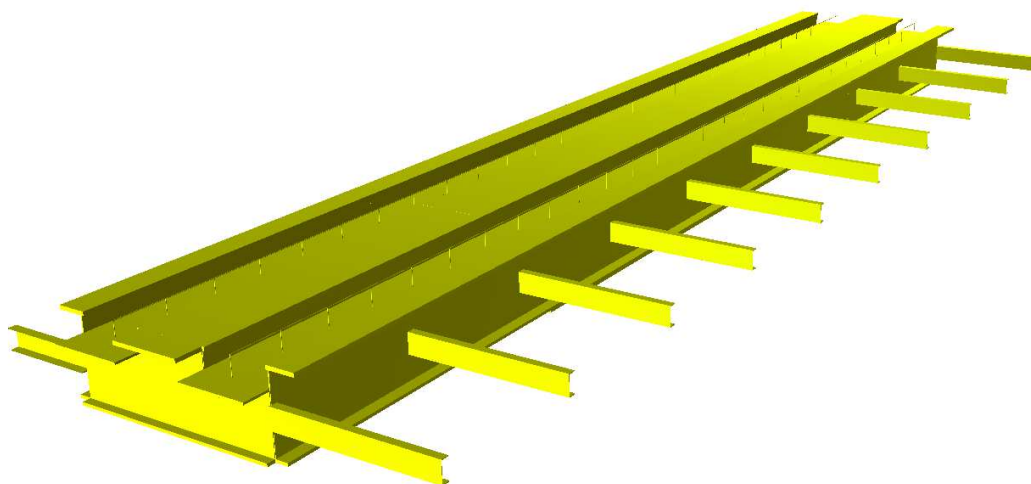
1.1. Popis nosné konstrukce

Ocelová konstrukce bude vyrobena v jednom celku a do otvoru vložena včetně vybetonovaných příčníků. Skládá se ze 4 hlavních plnostěnných nosníků, kdy horní pásnice je v místě kolejnic svisle posunuta mezi stěny hl. nosníků. V místě podkladnic jsou v příčném směru páskové výztuhy.

1.2. Popis spodní stavby

1.3. Popis výpočetního modelu

Model je tvořen z prutových prvků. Průřezové veličiny modelovaných prutů odpovídají průřezovým charakteristikám skutečných prvků. Na prutech jsou zadána excentricity jednotlivých prutů odpovídající skutečnému působení.



2. Zatížení

2.1. Stálé

Vlastní váha jednotlivých prutů je automaticky generována programem IDA Nexis. Součinitel zatížení pro stálé zatížení je uvažován $\gamma_t = 1,35$. Pokud jsou nějaké konstrukční části, které nejsou modelovány v programu, jsou vyčísleny jako zbytek stálého.

	<i>normové zatížení</i>	<i>γ_t</i>
Chodníkové rošty	0.74 kN/m ²	1,35
Zábradlí	1,0 kN/m	1,35
Železniční kolejnice s upevňovacími	1,70 kN/m	1,35

2.2. Nahodilé krátkodobé

2.2.1. Svislé zatížení železniční dopravou

Dle zadávacích podmínek a 3. až 4. kategorie železničních tratí z hlediska mostů, je použit dle EN1991-2 „model zatížení 71“ klasifikovaný součinitelem $\alpha = 1,1$.

Poloha pohyblivého zatížení byla určena tak, aby zatížení vyvolávalo maximální účinky v posuzovaných průřezech.

Přepočtené provozní zatížení je do 1,83 až 7,3 t/ kolej.

Model zatížení 71

Bude násobeno $\alpha = 1,10$



Pro zatížení modelem zatížení 71 uvažován součinitel zatížení $\gamma_f = 1,45$.

Odstředivá síla:

Vzhledem k tomu, že na mostě je přímá tak není odstředivá síla uvažována

2.2.2. Boční rázy

($\gamma_f = 1,45$)

Osamělá síla v nejúčinnější poloze ve výšce temene kolejnic

$B = 100 \cdot \alpha = 110 \text{ kN}$, působí v úrovni temene kolejnic

2.2.3. Rozjezdové a brzdné síly

($\gamma_f = 1,45$)

Vzhledem k délce konstrukce bude rozhodující rozjezdová síla

K účinku na nosnou konstrukci se nepřihlíží.

Redukční součinitel pro bezstykovou kolej 0,6:

Rozjezdová síla: $Q_{lak} = \alpha \cdot 33 \text{ kN/m} \cdot L \cdot 0,6 \leq 1000 \text{ kN}$

$$Q_{lak} = 1,1 \cdot 33 \cdot 17,705 \cdot 0,6 = 364 < 1000 = \underline{\underline{388 \text{ kN} / \text{jednu kolej}}}$$

Brzdná síla: LM-71 $Q_{lbk} = \alpha \cdot 20 \text{ kN/m} \cdot L \cdot 0,6 \leq 6000 \text{ kN}$

$$Q_{lbk} = 1,1 \cdot 20 \cdot 17,805 \cdot 0,6 = \underline{\underline{235 \text{ kN} / \text{jednu kolej}}}$$

2.2.4. Zatížení teplotou

($\gamma_f = 1,5$)

Rovnoměrná složka teploty

Konstrukce: 1. typ

$T_{\max} = 39\text{ °C}$... max. teplota vzduchu ve stínu

$T_{\min} = -32\text{ °C}$... min. teplota vzduchu ve stínu

$T_{e,\max} = 39 + 16 = 55\text{ °C}$... max. teplota mostu

$T_{e,\min} = -32 - 3 = -35\text{ °C}$... min. teplota mostu

Pro výpočet posunů ložisek a dilatací MZ budou brány hodnoty o 10°C větší dle ČSN EN 1991-1-5.

$T_{e,\max} = 55 + 10 = 65\text{ °C}$... max. teplota mostu

$T_{e,\min} = -35 - 10 = -45\text{ °C}$... min. teplota mostu

Nerovnoměrná složka zatížení teplotou se neuvažuje

2.2.5. Zatížení větrem

Zatížení větrem mostních konstrukcí

Příčný směr

L=	17,805	m			
(a) d_{tot} =	1,000	m	(a) b/d_{tot} =	5,4	Nezatížený most
(b) d_{tot} =	5,635	m	(b) b/d_{tot} =	1,0	Zatížený most
b=	5,400	m	(a) $c_{fx,0}$ =	1,3	Nezatížený most
z_e =	5	m	(b) $c_{fx,0}$ =	2,3	Zatížený most
			(a) c_e =	1,2	Nezatížený most
			(b) c_e =	1,2	Zatížený most

$$(a) C = 1,56$$

$$(b) C = 2,71$$

$$v_b = v_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$F_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$$

$$(a) F_w = 0,61 \cdot A_{ref,x} \text{ (kN)}$$

$$(b) F_w = 1,06 \cdot A_{ref,x} \text{ (kN)}$$

	h - prvku mm	Nezatížený kN/m	Zatížený kN/m
vlak	4635		4,90
most	1000	0,61	1,06
zábradlí	70	0,04	0,07

Svislý směr

$$c_e = 1,2$$

$$c_{fz,0} = 0,9$$

$$c_{ko,x} = 1,0$$

$$(b) C = 1,08$$

$$(b) F_w = 0,42 \cdot A_{ref,x} \text{ (kN)}$$

	d - prvku mm		Zatížený kN/m
most	5400		2,28

2.2.6. Zatížení neveřejných služebních chodníků

$$(\gamma_f = 1,5)$$

Zatížení chodci a obecnou údržbou – rovnoměrné zatížení:

$$g_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$$

Soustředěné zatížení osaměle působící na čtvercovou plochu o straně 200 mm:

$$G_k = 2,0 \text{ kN}$$

2.2.7. Vykolejení a jiná zatížení železničních mostů

Stabilita a únosnost hlavních nosných prvků mostu na zatížení železničního mostu od vykolejení železniční dopravy dle ČSN EN 1991-2 byla ověřena, konstrukce vyhovuje.

3. Hlavní nosník

Dynamický součinitel

$$L_d = 16,805 \text{ m}$$

$$\phi_2 = \frac{1.44}{(L_d)^{0.5} \cdot 0.2} + 0.82 = 1,19 \quad (1.00 < \phi_2 < 1.67)$$

$$\phi_3 = \frac{2.16}{(L_d)^{0.5} \cdot 0.2} + 0.73 = 1,29 \quad (1.00 < \phi_3 < 2.00)$$

3.1. Ve středu rozpětí

Ocelový průřez

výška průřezu [mm]:

955 mm

Horní pásnice:

tloušťka horní ocelové pásnice [mm]:

45

mm řada oceli

S355

šířka horní ocelové pásnice [mm]:

330

mm mez kluzu oceli f_y [MPa]:

335

MPa

Horní pásnice pod podkladnicí:

tloušťka horní ocelové pásnice [mm]:

25

mm řada oceli

S355

šířka horní ocelové pásnice [mm]:

393

mm mez kluzu oceli f_y [MPa]:

345

MPa

Stojina:

tloušťka ocelové stěny [mm]:

12

mm řada oceli

S355

výška ocelové stěny [mm]:

850

mm mez kluzu oceli f_y [MPa]:

345

MPa

Dolní pásnice:

tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:

60

mm řada oceli

S355

šířka dolní ocelové pásnice [mm]:

320

mm mez kluzu oceli f_y [MPa]:

335

MPa

Klasifikace průřezu

$d = 800 \text{ mm}$ $c = 289 \text{ mm}$

$t_w = 14 \text{ mm}$ $t_f = 45 \text{ mm}$

$f_{y,w} = 355 \text{ MPa}$ $f_y = 335 \text{ MPa}$

$\varepsilon = 0.81$ $\varepsilon = 0.84$

$\sigma_h = -171 \text{ MPa}$

$\sigma_d = 201 \text{ MPa}$

Stěna

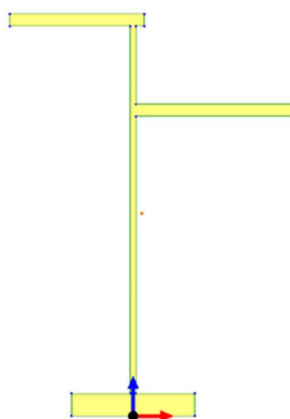
$d/t_w = 57 < 42 \cdot \varepsilon / (0.67 + 0.33 \cdot \psi)$

$d/t_w = 57 < 119$ **Třída 3**

Horní pásnice

$c/t_{f,h} = 6.4 < 9 \cdot e$

$c/t_{f,h} = 6.4 < 7.54$ **Třída 1**



Průřezové charakteristiky

$A = 5,46E+04$	mm^2	
$e_{z(+)} = 455,52$	mm	vzdálenost vláken od vodorovné osy
$e_{zh(p)} = 235,65$	mm	vzdálenost vláken od vodorovné osy
$e_{z(-)} = 499,48$	mm	vzdálenost vláken od vodorovné osy
$e_{x(+)} = 299,9$	mm	vzdálenost vláken od svislé osy
$e_{x(p)} = 400,1$	mm	vzdálenost vláken od svislé osy
$e_{x(-)} = 150,1$	mm	vzdálenost vláken od svislé osy
$I_y = 7,97E+09$	mm^4	
$I_z = 1,07E+09$	mm^4	
$W_{y,el,h} = 1,75E+07$	mm^3	
$W_{y,el,p} = 3,38E+07$	mm^3	
$W_{y,el,d} = 1,60E+07$	mm^3	
$W_{z,el,h} = 3,58E+06$	mm^3	
$W_{z,el,p} = 2,68E+06$	mm^3	
$W_{z,el,d} = 7,15E+06$	mm^3	

3.1.1. Vnitřní síly

Charakteristické hodnoty

		γ_F	ϕ_B	vlak-Z α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			22,1	0,2	3,6	0,0	244,6	5,7
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1,35			5,6	-0,2	0,6	0,0	64,6	1,6
Užitné zatížení	X_k	1,50			9,5	-0,8	1,1	0,0	113,3	2,9
Vítr	X_w	1,50			23,9	2,7	-0,5	-0,2	2,4	-2,8
Teplota	X_t	1,50			76,5	0,0	0,0	0,0	16,5	0,3
Vlak LM-71	Q_{71}	1,45	1,29	1,10	105,5	1,5	-1,8	-3,1	1180,5	27,6
Boční rázy	X_{Sk}	1,45		1,10	-42,7	-7,7	1,3	1,3	5,3	-6,3
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	1,45		1,10	3,7	1,0	-0,3	0,0	0,9	-0,3

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	29,9	0,3	4,9	0,0	330,2	7,8
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	7,5	-0,2	0,8	0,0	87,1	2,1
Užitné zatížení	Q_k	14,3	-1,2	1,7	-0,1	169,9	4,4
Vítr	Q_w	35,8	4,1	-0,8	-0,3	3,5	-4,3
Teplota	Q_t	114,8	0,0	0,0	0,0	24,7	0,4
Vlak LM-71 (vč. ods. sil)	Q_{71}	217,0	3,1	-3,7	-6,3	2428,8	56,8
Boční rázy	Q_{Sk}	-68,1	-12,2	2,1	2,1	8,4	-10,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	5,9	1,7	-0,5	0,0	1,5	-0,5

LM-71							
gr11 - max. svislá 1	Q_{gr11-7}	188,8	-1,3	-3,1	-5,3	2434,5	51,4
gr12 - max. svislá 2	Q_{gr12-7}	151,8	-8,2	-1,8	-4,3	2437,9	46,6
gr13 - maximální podélná	Q_{gr13-7}	188,8	-1,3	-3,1	-5,3	2434,5	51,4
gr14 - maximální boční	Q_{gr14-7}	151,8	-8,2	-1,8	-4,3	2437,9	46,6

LM-71 max

Nez. vlak

	ψ_0	ψ_1	ψ_2	gr_{11}	gr_{12}	gr_{13}	gr_{14}	gr_{15}
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Nezatížený vlak	1,0							1,0
Rozjezdové a brzdné síly	0,8	0,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
Boční rázy	1,0	0,8		0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Vítr	1,0	0,5	0,0					
Teplota	0,6	0,6	0,5					
Užitné zatížení	0,8	0,5	0,0					
gr11	0,8	0,8	0,0					
gr12	0,8	0,8	0,0					
gr13	0,8	0,8	0,0					
gr14	0,8	0,8	0,0					
gr15	0,8	0,8	0,0					

Nebezpečné kombinace

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	$G_k + Q_{71} + (\psi_0 \cdot Q_{Lak} + \psi_0 Q_{Sk} + \psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t + \psi_0 Q_{gr11-7})$	307	-5	4	-5	3010	56
3	$G_k + Q_{gr11-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	331	3	2	-6	2870	57
4	$G_k + Q_{gr12-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	294	-4	3	-5	2874	52
5	$G_k + Q_{gr13-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	331	3	2	-6	2870	57
6	$G_k + Q_{gr14-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	294	-4	3	-5	2874	52

My
1

Max **3010 kNm**

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	307,1	-4,5	4,3	-4,7	3010,0	55,8

3.1.2. Mezním stav únosnosti

Smyk

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{y,pl,Rd} = 2439,02 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{y,Ed} = 4,33 \text{ kN} \quad \text{VYHOVÍ} \quad 0,2 \%$$

$$\sigma_{x,Ed} = 177,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{z,Ed} = 15,50 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} = 0,36 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y / \sqrt{3} \gamma_{M0}} \right)^2 < 1$$

0,25	+	0,00	-	0,02	+	0,00	<	1,00	
						0,23	<	1,00	VYHOVÍ

Horní vlákna tlak

$$N_{Rd} = 1,66E+04 \text{ kN}$$

$$M_{y,el,Rd} = 5,33E+03 \text{ kNm}$$

$$M_{z,el,Rd} = 1,09E+03 \text{ kNm}$$

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$	+	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,el,Rd}}$	+	$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,el,Rd}}$	<	1	
-307,10	+	3009,99	+	55,82	<	1,00	
16620,57		5327,45		1090,56			
-0,02	+	0,56	+	0,05	<	1,00	
				0,60	<	1,00	VYHOVÍ

Horní vlákna tlak pod podkladnicí

$$N_{Rd} = 1,71E+04 \text{ kN}$$

$$M_{y,el,Rd} = 1,06E+04 \text{ kNm}$$

$$M_{z,el,Rd} = 8,42E+02 \text{ kNm}$$

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$	+	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,el,Rd}}$	+	$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,el,Rd}}$	<	1	
-307,10	+	3009,99	+	55,82	<	1,00	
17116,70		10605,57		841,85			
-0,02	+	0,28	+	0,07	<	1,00	
				0,33	<	1,00	VYHOVÍ

Dolní vlákna tah

$$N_{Rd} = 16620,57 \text{ kN}$$

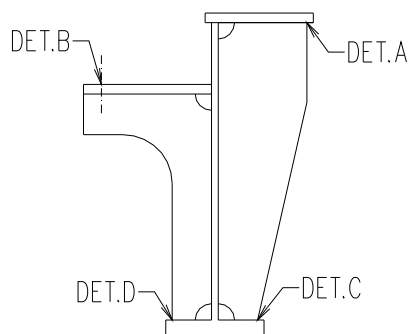
$$M_{y,el,Rd} = 4,86E+03 \text{ kNm}$$

$$M_{z,el,Rd} = 2178,949 \text{ kNm}$$

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$	+	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,el,Rd}}$	+	$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,el,Rd}}$	<	1	
307,10	+	3009,99	+	55,82	<	1,00	
16620,57		4858,58		2178,95			
0,02	+	0,62	+	0,03	<	1,00	
				0,66	<	1,00	VYHOVÍ

Zatížitelnost	pro	Zlm71=	1,8	
		1,00	>	1,00
				VYHOVÍ

3.1.3. Mezní stav únavy



Posuzované detaily hlavního nosníku :

- A kategorie 100
 B kategorie 80
 C kategorie 80
 D kategorie 100

Číslo detailu			A	B	C	D
maximální moment	M_{max}	kNm	1180,5	1180,5	1180,5	1180,5
minimální moment	M_{min}	kNm	0,0	0,0	0,0	0,0
moment setrvačnosti	I_y	m ⁴	7,968E-03	7,968E-03	7,968E-03	7,968E-03
vzdálenost od těžiště	e	m	0,411	0,236	0,439	0,439
maximální napětí	$\sigma_{71,max}$	MPa	60,82	34,91	65,11	65,11
minimální napětí	$\sigma_{71,min}$	MPa	0,00	0,00	0,00	0,00
rozkmít napětí	$\Delta\sigma_{71}$	MPa	60,82	34,91	65,11	65,11
vliv účinků - délka příč. čáry	λ_1		0,72	0,72	0,72	0,72
souč. objemu dopravy	λ_2		0,77	0,77	0,77	0,77
součinitel návrhové životnosti	λ_3		1,00	1,00	1,00	1,00
vliv zat. prvku více než 1 kolej	λ_4		1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	λ		0,55	0,55	0,55	0,55
dynamický součinitel	ϕ_2		1,19	1,19	1,19	1,19
souč. spol. únav. zatížení	γ_{Ff}		1,00	1,00	1,00	1,00
ref. hodnota únavové pevnosti	$\Delta\sigma_C$	MPa	100	80	80	100
tloušťka plechu	t	mm	45	25	60	60
redukční souč. úč. velikosti	k_s		1,0	1,0	1,0	1,0
souč. spol. únav. pevnosti	γ_{Mf}		1,35	1,35	1,35	1,35
	$\gamma_{Ff} * \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71} =$		40,1	23,0	43,0	43,0
	$k_s \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} =$		74,1	59,3	59,3	74,1
	využití	%	54,2	38,9	72,5	58,0
Hodnocení detailu			VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

3.1.4. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Hlavní nosník	1,80

	Únava využití
Hlavní nosník	0,73

Rozhodují není mezní stav únosnosti a únavy ale průhyb konstrukce viz. kapitola dále.

3.2. Změna průřezu hl. nosníku

Ocelový průřez

výška průřezu [mm]:	955	mm		
Horní pásnice:				
tloušťka horní ocelové pásnice [mm]:	45	mm	řada oceli	S355
šířka horní ocelové pásnice [mm]:	330	mm	mez kluzu oceli f_y [MPa]:	335 MPa
Horní pásnice pod podkladnicí:				
tloušťka horní ocelové pásnice [mm]:	25	mm	řada oceli	S355
šířka horní ocelové pásnice [mm]:	393	mm	mez kluzu oceli f_y [MPa]:	345 MPa
Stojina:				
tloušťka ocelové stěny [mm]:	14	mm	řada oceli	S355
výška ocelové stěny [mm]:	850	mm	mez kluzu oceli f_y [MPa]:	355 MPa
Dolní pásnice:				
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	45	mm	řada oceli	S355
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	320	mm	mez kluzu oceli f_y [MPa]:	335 MPa

Klasifikace průřezu

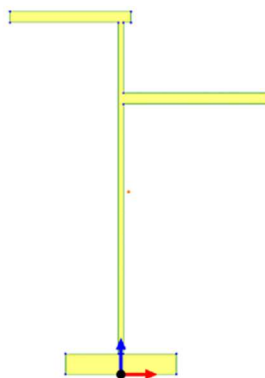
$d = 800$ mm	$c = 289$ mm
$t_w = 14$ mm	$t_f = 45$ mm
$f_{y,w} = 355$ MPa	$f_y = 335$ MPa
$\varepsilon = 0.81$	$\varepsilon = 0.84$
$\sigma_h = -171$ MPa	
$\sigma_d = 201$ MPa	

Stěna

$d/t_w = 57$	$<$	$42 \cdot \varepsilon / (0.67 + 0.33 \cdot \psi)$
$d/t_w = 57$	$<$	119 Třída 3

Horní pásnice

$c/t_{f,h} = 6.4$	$<$	$9 \cdot e$
$c/t_{f,h} = 6.4$	$<$	7.54 Třída 1



Průřezové charakteristiky

$A = 4,71E+04$ mm ²	
$e_{z(+)} = 377,94$ mm	vzdálenost vláken od vodorovné osy
$e_{zh(p)} = 158,06$ mm	vzdálenost vláken od vodorovné osy
$e_{z(-)} = 552,06$ mm	vzdálenost vláken od vodorovné osy
$e_{x(+)} = 299,9$ mm	vzdálenost vláken od svislé osy
$e_{x(p)} = 400,11$ mm	vzdálenost vláken od svislé osy
$e_{x(-)} = 150,11$ mm	vzdálenost vláken od svislé osy
$I_y = 5,91E+09$ mm ⁴	
$I_z = 1,02E+09$ mm ⁴	
$W_{y,el,h} = 1,56E+07$ mm ³	
$W_{y,el,p} = 3,74E+07$ mm ³	
$W_{y,el,d} = 1,07E+07$ mm ³	
$W_{z,el,h} = 3,39E+06$ mm ³	
$W_{z,el,p} = 2,54E+06$ mm ³	
$W_{z,el,d} = 6,78E+06$ mm ³	

3.2.1. Vnitřní síly

Charakteristické hodnoty

		γ_F	ϕ_B	vlak-Z α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			15,0	-4,5	-31,5	0,5	171,0	8,6
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1,35			4,0	-1,1	-8,8	0,7	44,5	2,2
Užitné zatížení	X_t	1,50			7,0	-1,8	-16,3	3,1	76,4	3,8
Vítr	X_w	1,50			16,4	8,9	-1,5	-6,1	4,9	-2,0
Teplota	X_t	1,50			78,0	-0,1	0,0	0,1	10,7	0,2
Vlak LM-71	Q_{71}	1,45	1,29	1,10	68,8	-21,6	-155,1	-0,8	766,2	38,7
Boční rázy	X_{Sk}	1,45		1,10	-24,8	17,8	-4,4	1,0	2,8	-2,5
Rozjezdové a brzděné síly	Q_{Lak}	1,45		1,10	25,9	-0,8	0,3	0,0	3,8	0,2

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	20,3	-6,1	-42,5	0,7	230,9	11,7
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	5,3	-1,5	-11,9	1,0	60,0	3,0
Užitné zatížení	Q_k	10,5	-2,7	-24,5	4,6	114,6	5,6
Vítr	Q_w	24,6	13,4	-2,2	-9,2	7,3	-2,9
Teplota	Q_t	116,9	-0,2	0,0	0,1	16,1	0,4
Vlak LM-71 (vč.ods.sil)	Q_{71}	141,6	-44,4	-319,2	-1,6	1576,5	79,5
Boční rázy	Q_{Sk}	-39,5	28,3	-7,1	1,6	4,5	-4,0
Rozjezdové a brzděné síly	Q_{Lak}	41,3	-1,3	0,4	0,0	6,1	0,3

LM-71							
gr11 - max. svislá 1	Q_{gr11-7}	163,1	-31,6	-322,3	-0,8	1584,8	77,8
gr12 - max. svislá 2	Q_{gr12-7}	122,8	-16,8	-326,1	0,0	1584,0	75,7
gr13 - maximální podélná	Q_{gr13-7}	163,1	-31,6	-322,3	-0,8	1584,8	77,8
gr14 - maximální boční	Q_{gr14-7}	122,8	-16,8	-326,1	0,0	1584,0	75,7

LM-71 max

Nez. vlak

	ψ_0	ψ_1	ψ_2	gr_{11}	gr_{12}	gr_{13}	gr_{14}	gr_{15}
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Nezatížený vlak	1,0							1,0
Rozjezdové a brzděné síly	0,8	0,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
Boční rázy	1,0	0,8		0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Vítr	1,0	0,5	0,0					
Teplota	0,6	0,6	0,5					
Užitné zatížení	0,8	0,5	0,0					
gr11	0,8	0,8	0,0					
gr12	0,8	0,8	0,0					
gr13	0,8	0,8	0,0					
gr14	0,8	0,8	0,0					
gr15	0,8	0,8	0,0					

Nebezpečné kombinace

	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1 $G_k + Q_{71} + (\psi_0 \cdot Q_{Lak} + \psi_0 Q_{Sk} + \psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t + \psi_0 Q_{gr11-7})$	264	-14	-402	-4	1985	92
3 $G_k + Q_{gr11-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	283	-26	-379	-8	1893	90
4 $G_k + Q_{gr12-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	243	-11	-383	-7	1892	88
5 $G_k + Q_{gr13-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	283	-26	-379	-8	1893	90
6 $G_k + Q_{gr14-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	243	-11	-383	-7	1892	88

My
1

Max **1985 kNm**

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	263,9	-13,7	-402,1	-3,8	1985,3	92,2

3.2.2. Mezní stav únosnosti

Smyk

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v(f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$V_{y,pl,Rd} = 2439,02 \text{ kN}$
 $\geq V_{y,Ed} = 402,07 \text{ kN}$
 VYHOVÍ 16,5 %

$\sigma_{x,Ed} = 132,65 \text{ MPa}$
 $\sigma_{z,Ed} = 26,87 \text{ MPa}$
 $\tau_{Ed} = 33,79 \text{ MPa}$

$$\left(\frac{\delta_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left(\frac{\delta_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left(\frac{\delta_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\delta_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y / \sqrt{3} \gamma_{M0}} \right)^2 < 1$$

0,14	+	0,01	-	0,03	+	0,08	<	1,00	
						0,20	<	1,00	VYHOVÍ

Horní vlákna tlak

$N_{Rd} = 1,43E+04 \text{ kN}$
 $M_{y,el,Rd} = 4,76E+03 \text{ kNm}$
 $M_{z,el,Rd} = 1,03E+03 \text{ kNm}$

N_{Ed}	+	$M_{y,Ed}$	+	$M_{z,Ed}$	<	1	
N_{Rd}		$M_{y,el,Rd}$		$M_{z,el,Rd}$			
-263,90	+	1985,28	+	92,17	<	1,00	
14336,48		4759,18		1033,44			
-0,02	+	0,42	+	0,09	<	1,00	
				0,49	<	1,00	VYHOVÍ

Horní vlákna tlak pod podkladnicí

$N_{Rd} = 1,48E+04 \text{ kN}$
 $M_{y,el,Rd} = 1,17E+04 \text{ kNm}$
 $M_{z,el,Rd} = 7,98E+02 \text{ kNm}$

N_{Ed}	+	$M_{y,Ed}$	+	$M_{z,Ed}$	<	1	
N_{Rd}		$M_{y,el,Rd}$		$M_{z,el,Rd}$			
-263,90	+	1985,28	+	92,17	<	1,00	
14764,43		11719,45		797,73			
-0,02	+	0,17	+	0,12	<	1,00	
				0,27	<	1,00	VYHOVÍ

Dolní vlákna tah

$N_{Rd} = 14336,48 \text{ kN}$
 $M_{y,el,Rd} = 3,26E+03 \text{ kNm}$
 $M_{z,el,Rd} = 2064,683 \text{ kNm}$

N_{Ed}	+	$M_{y,Ed}$	+	$M_{z,Ed}$	<	1	
N_{Rd}		$M_{y,el,Rd}$		$M_{z,el,Rd}$			
263,90	+	1985,28	+	92,17	<	1,00	
14336,48		3258,13		2064,68			
0,02	+	0,61	+	0,04	<	1,00	
				0,67	<	1,00	VYHOVÍ

Zatížitelnost pro $Z_{lm71} = 1,75$
 $1,00 > 1,00$ VYHOVÍ

3.2.3. Mezní stav únavy

Posuzované detaily hlavního nosníku :

- A kategorie 80
 B kategorie 71
 C kategorie 71
 D kategorie 80

Číslo detailu			A	B	C	D
maximální moment (71)	M_{\max}	kNm	766,2	766,2	766,2	766,2
minimální moment (71)	M_{\min}	kNm	0,0	0,0	0,0	0,0
moment setrvačnosti	I_y	m ⁴	5,906E-03	5,906E-03	5,906E-03	5,906E-03
vzdálenost od těžiště	e	m	0,411	0,236	0,439	0,439
maximální napětí	$\sigma_{71,\max}$	MPa	53,26	30,57	57,01	57,01
minimální napětí	$\sigma_{71,\min}$	MPa	0,00	0,00	0,00	0,00
rozkmít napětí	$\Delta\sigma_{71}$	MPa	53,26	30,57	57,01	57,01
vliv účinků - délka příč. čáry	λ_1		0,72	0,72	0,72	0,72
souč. objemu dopravy	λ_2		0,77	0,77	0,77	0,77
součinitel návrhové životnosti	λ_3		1,00	1,00	1,00	1,00
vliv zat. prvku více než 1 kolej	λ_4		1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	λ		0,55	0,55	0,55	0,55
dynamický součinitel	ϕ_2		1,19	1,19	1,19	1,19
souč. spol. únav. zatížení	γ_{Fi}		1,00	1,00	1,00	1,00
ref. hodnota únavové pevnosti	$\Delta\sigma_C$	MPa	80	71	71	80
tloušťka plechu	t	mm	45	25	35	35
redukční souč. úč. velikosti	k_s		1,0	1,0	1,0	1,0
souč. spol. únav. pevnosti	γ_{Mf}		1,35	1,35	1,35	1,35
	$\gamma_{Fi} * \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71} =$		35,1	20,2	37,6	37,6
	$k_s \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} =$		59,3	52,6	52,6	59,3
	využití	%	59,3	38,4	71,6	63,5
Hodnocení detailu			VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

3.2.4. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Hlavní nosník	1,75

	Únava využití
Hlavní nosník	0.72

Rozhodují není mezní stav únosnosti a únavy ale průhyb konstrukce viz. kapitola dále.

3.3. Smyková únosnost

Charakteristické hodnoty

		γ_F	ϕ_s	vlak-Z α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			0,7	0,0	57,3
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1,35			0,2	0,0	6,2
Užitné zatížení	$Q_{u,k}$	1,50			0,3	0,0	1,1
Vítr	X_w	1,50			0,1	12,8	12,1
Teplota	X_t	1,50			22,7	-1,1	0,9
Vlak LM-71	Q_{71}	1,45	1,29	1,10	3,5	0,0	325,4
Boční rázy	X_{Sk}	1,45		1,10	0,1	13,8	1,5
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	-45,4	0,0	0,4

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,0	0,0	77,4
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	0,3	0,0	8,4
Užitné zatížení	Q_u	0,5	0,0	1,7
Vítr	Q_w	0,1	19,2	18,1
Teplota	Q_t	34,0	-1,6	1,4
Vlak LM-71 (vč.ods.sil)	Q_{71}	7,1	0,0	669,5
Boční rázy	Q_{Sk}	0,2	21,9	2,4
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	-72,4	0,0	0,7

LM-71				
gr11 - max. svislá 1	$Q_{gr11-71}$	-65,1	11,0	671,3
gr12 - max. svislá 2	$Q_{gr12-71}$	-28,9	22,0	672,2
gr13 - maximální podélná	$Q_{gr13-71}$	-65,1	11,0	671,3
gr14 - maximální boční	$Q_{gr14-71}$	-28,9	22,0	672,2

LM-71 max

Nez. vlak

	ψ_0	ψ_1	ψ_2	gr11	gr12	gr13	gr14	gr15
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Nezatížený vlak	1,0							1,0
Rozjezdové a brzdné síly	0,8	0,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,0
Boční rázy	1,0	0,8		0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Vítr	1,0	0,5	0,0					
Teplota	0,6	0,6	0,5					
Užitné zatížení	0,8	0,5	0,0					
gr11	0,8	0,8	0,0					
gr12	0,8	0,8	0,0					
gr13	0,8	0,8	0,0					
gr14	0,8	0,8	0,0					
gr15	0,8	0,8	0,0					

Nebezpečné kombinace

	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
1 $G_k + Q_{71} + (\psi_0 \cdot Q_{Lak} + \psi_0 Q_{Sk} + \psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t + \psi_0 Q_u)$	-28	40	778
3 $G_k + Q_{gr11-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-43	29	776
4 $G_k + Q_{gr12-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-7	40	777
5 $G_k + Q_{gr13-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-43	29	776
6 $G_k + Q_{gr14-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-7	40	777

Max **778 kNm**

$$f_y = 355$$

$$t_w = 14 \text{ mm}$$

$$h_w = 850 \text{ mm}$$

$$a = 615 \text{ mm}$$

$$h_w / t_w = 65.0$$

$$\eta = 1.2$$

$$\varepsilon = 0.8$$

$$72 \cdot \varepsilon / \eta = 48.8 \quad (\text{pro nevyztužené stěny})$$

$$31 \varepsilon (k_\tau)^{0.5} / \eta$$

$$= 83.8 < 65.0$$

NENÍ NUTNO POSOUDIT NA ÚNOSNOST V BOULENÍ OD
SMYKU

Smyková únosnost průřezu

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{2439 \text{ kN}}{2439} > \frac{V_{Sd}}{786 \text{ kN}}$$

VYHOVÍ

$$\frac{V_{Sd}}{V_{pl,Rd}} = \frac{0.32}{0.32} < 0.5$$

3.4. Krční svary hl. nosníku

Návrh a posouzení svarů

$$\begin{aligned}
 f_u &= 510 \text{ MPa} \\
 \gamma_{MW} &= 1,50 \\
 \beta_W &= 0,90 \\
 = f_u / (3^{0.5} \beta_W \gamma_{MW}) &= 218,1 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost svaru ve smyku}
 \end{aligned}$$

$$V_{Ed} = 778,0 \text{ kNm}$$

$$L = 500,0 \text{ kN}$$

Krční svar dolní pásnice

$$S_{yi} = 7,626E+06 \text{ mm}^3$$

$$I_{yi} = 5,906E+09 \text{ mm}^4$$

$$\text{výška svaru } a_{we} = 6 \text{ mm}$$

$$\tau_{||} = 83,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = 91,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = 91,7 \text{ MPa}$$

posouzení

$$\begin{aligned}
 \tau_{||} &< f_{vw,d} \\
 83,7 &< 218,1 \quad \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

srovnávací napětí

$$\begin{aligned}
 (\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau^2)^{0.5} &< f_u / (\beta_W \gamma_{MW}) \\
 233,8 &< 377,8 \quad \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\perp} &< f_u / \gamma_{MW} \\
 91,7 &< 340,0 \quad \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Krční svar horní pásnice

$$S_{yi} = 5,278E+06 \text{ mm}^3$$

$$I_{yi} = 5,906E+09 \text{ mm}^4$$

$$\text{výška svaru } a_{we} = 6 \text{ mm}$$

$$\tau_{||} = 57,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = 91,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = 91,7 \text{ MPa}$$

posouzení

$$\begin{aligned}
 \tau_{||} &< f_{vw,d} \\
 57,9 &< 218,1 \quad \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

srovnávací napětí

$$\begin{aligned}
 (\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau^2)^{0.5} &< f_u / (\beta_W \gamma_{MW}) \\
 209,0 &< 377,8 \quad \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\perp} &< f_u / \gamma_{MW} \\
 91,7 &< 340,0 \quad \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

4. Příčná výztuha pod podkladnicí

příčné výztuhy

$$L_{\Phi} = 2 \times 0,8 = 1,60 \text{ m}$$

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_d} - 0,2} + 0,82 = 2,17 > 1,67$$

$$\Phi_2 = 1,67$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_d} - 0,2} + 0,73 = 2,76 > 2,00$$

$$\Phi_3 = 2,00$$

koncové příčníky

$$L_{\Phi} = 3,6 \text{ m}$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_d} - 0,2} + 0,73 = 2,00$$

$$\Phi_3 = 2,00$$

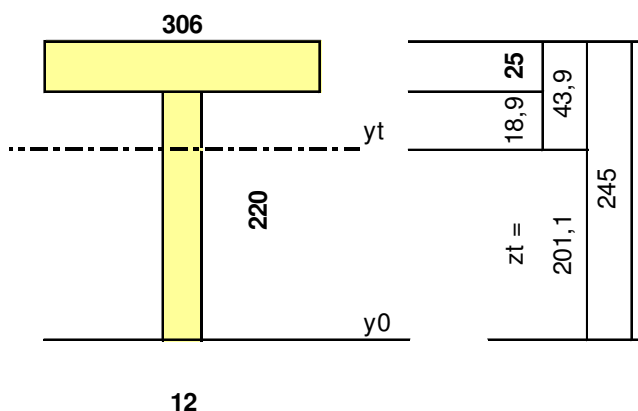
4.1. Průřezové charakteristiky

$f_y =$	345 MPa	$f_y =$	355 MPa
$f_u =$	470 MPa	$f_u =$	470 MPa
$\gamma_{M0} =$	1.00		
$\gamma_{M1} =$	1.10		
$\gamma_{M2} =$	1.25		
$f_{yd} =$	345.00 MPa	$f_{yd} =$	355.00 MPa

Podélná výztuha

v poli

plocha A =	10290 mm ²
Sy0 =	2069025 mm ³
zt =	201,1 mm
Iy =	4,050E+07 mm ⁴
Iy =	62,7 mm
Wh =	9,219E+05 mm ³
Wd =	2,014E+05 mm ³
$f_y =$	355 MPa
Vpl.Rd =	565,1 kN



4.2. Vnitřní síly

Charakteristické hodnoty

		γ_F	ϕ_B	vlak-Z α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			-0,7	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1,35			-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Užitné zatížení	$Q_{u,k}$	1,50			-0,6	0,0	-1,1	0,0	-0,5	0,0
Vítr	X_w	1,50			-0,4	0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,1
Teplota	X_t	1,50			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak LM-71	Q_{71}	1,45	2,00	1,10	-2,7	0,1	29,8	0,0	13,4	0,0
Boční rázy	X_{Sk}	1,45		1,10	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	1,45		1,10	0,0	3,1	-0,1	-0,1	0,0	1,4

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	-1,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	-0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Užitné zatížení	Q_u	-0,8	0,0	-1,7	0,0	-0,8	0,0
Vítr	Q_w	-0,6	0,2	-0,3	0,0	-0,2	0,1
Teplota	Q_t	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak LM-71	Q_{71}	-8,7	0,2	95,2	0,0	42,8	0,1
Boční rázy	Q_{Sk}	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	0,0	5,0	-0,1	-0,1	0,0	2,2

LM-71							
gr11 - max. svislá 1	Q_{gr11-7}	-8,7	5,3	95,1	-0,1	42,8	2,4
gr12 - max. svislá 2	Q_{gr12-7}	-8,7	3,0	95,1	0,0	42,8	1,4
gr13 - maximální podélná	Q_{gr13-7}	-8,7	5,3	95,1	-0,1	42,8	2,4
gr14 - maximální boční	Q_{gr14-7}	-8,7	3,0	95,1	0,0	42,8	1,4

LM-71 max

Nez. vlak

	ψ_0	ψ_1	ψ_2	gr_{11}	gr_{12}	gr_{13}	gr_{14}	gr_{15}
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Nezatížený vlak	1,0							1,0
Rozjezdové a brzdné síly	0,8	0,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,0
Boční rázy	1,0	0,8		0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Vítr	1,0	0,5	0,0					
Teplota	0,6	0,6	0,5					
Užitné zatížení	0,8	0,5	0,0					
gr11	0,8	0,8	0,0					
gr12	0,8	0,8	0,0					
gr13	0,8	0,8	0,0					
gr14	0,8	0,8	0,0					
gr15	0,8	0,8	0,0					

Nebezpečné kombinace							
		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	$G_k + Q_{71} + (\psi_0 \cdot Q_{Lak} + \psi_0 Q_{Sk} + \psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t + \psi_0 Q_u)$	-11	5	95	0	43	2
3	$G_k + Q_{gr11-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-10,7	5,5	95,0	-0,1	42,9	2,5
4	$G_k + Q_{gr12-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-10,7	3,2	95,0	0,0	43,0	1,5
5	$G_k + Q_{gr13-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-10,7	5,5	95,0	-0,1	42,9	2,5
6	$G_k + Q_{gr14-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_t)$	-10,7	3,2	95,0	0,0	43,0	1,5

My
4
6

Max **43,0 kNm**

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
4	-10,7	3,2	95,0	0,0	43,0	1,5

4.3. Mezní stav únosnosti

$f_y =$ 355 MPa
 $V_{pl.Rd} =$ 565,1 kN

Výpočet napětí - lokální účinky

Vnitřní síly:		$\alpha = 1,00$	$\alpha = 1,10$
		$\Phi 2 = 1,67$	$\Phi 3 = 2,0$
		LM 71	G+Q+P
Mmax	kNm	22,4	43,0
σ_h	MPa	-24,3	-46,6
σ_d	MPa	111,3	213,3
σ_{wh}	MPa	10,47	-20,08

horní vlákna
dolní vlákna
v místě krčného svaru

4.4. Mezní stav únavy

Podélná výztuha

v poli

plocha A = 7940 mm²
 $S_{y0} =$ 1522650 mm³

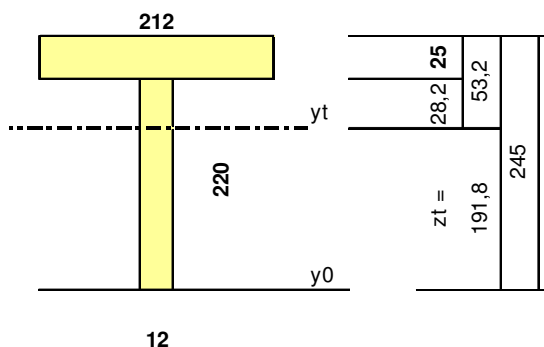
$z_t =$ 191,8 mm

$I_y =$ 3,737E+07 mm⁴

$i_y =$ 68,6 mm

$W_h =$ 7,020E+05 mm³

$W_d =$ 1,949E+05 mm³



Posuzované detaily nosníku :

A kategorie 56 podélný svar
B kategorie 80 příčný svar
C kategorie 125 základní materiál

Číslo detailu			Det. A	Det. B	Det. C
rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	MPa	28,46	24,11	87,27
vliv účinků - délka přič. Čáry	λ_{gl}		0,72	0,72	0,72
vliv účinků - délka přič. Čáry	λ_{lok}		1,60	1,60	1,60
souč. objemu dopravy	λ_2		0,77	0,77	0,77
součinitel návrhové životnosti	λ_3		1,00	1,00	1,00
vliv zat. prvku více než 1 kolejí	λ_4		1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	λ_{gl}		0,55	0,55	0,55
souč. ekvival. poškození	λ_{lok}		1,23	1,23	1,23
dynamický součinitel	Φ_2		1,67	1,67	1,67
souč. spol. únav. zatížení	γ_{Fi}		1,00	1,00	1,00
ref. hodnota únavové pevnosti	$\Delta\sigma_C$	MPa	56	80	125
tloušťka plechu	t	mm	-	-	-
redukční souč. úč. velikosti	k_s		1,0	1,0	1,0
souč. spol. únav. pevnosti	γ_{Mf}		1,15	1,15	1,15
	$\gamma_{Fi} * \lambda * \Phi_2 * \Delta\sigma_{71} =$		47,2	49,6	101,7
	$k_s \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} =$		48,7	69,6	108,7
	využití	%	97,0	71,3	93,6
Hodnocení detailu			VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

4.5. Krční svar

Návrh a posouzení svarů

$f_u =$	510 MPa	
$\gamma_{M2} =$	1,25	
$\beta_w =$	0,90	
$f_{vw,d} = f_u / (3^{0.5} \beta_w \gamma_{M2}) =$	261,7 MPa	návrhová pevnost svaru ve smyku
$V_{Ed} =$	185,3 kN	$= V_{Rd}$
$R_{Ed} =$	327,0 kNm	
$L =$	440,0 mm	

Krční svar horní pásnice

$S_{yi} =$	2,00E+05 mm ³	
$I_{yi} =$	3,54E+07 mm ⁴	
výška svaru $a_{we} =$	6 mm	
$\tau_{ } =$	87,4 MPa	
$\tau_{\perp} =$	43,8 MPa	
$\sigma_{\perp} =$	43,8 MPa	
posouzení		
$\tau_{ }$	<	$f_{vw,d}$
87,4	<	261,7 VYHOVUJE
srovnávací napětí		
$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{ }^2)^{0.5}$	<	$f_u / (\beta_w \gamma_{Mw})$
174,8	<	453,3 VYHOVUJE
σ_{\perp}	<	$0,9 \cdot f_u / \gamma_{Mw}$
43,8	<	367,2 VYHOVUJE

4.6. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Příčná výztuha	1,83

	Únava využití
Příčná výztuha	0,97

Rozhodující je mezní stav únavy.

4.7. Lokální únosnost stěny v příčnici

$F_{Ed} =$	778 kN
$b_h =$	300 mm
$t_{fh} =$	45 mm
$a =$	615 mm
$h =$	850 mm
$t_w =$	14 mm
$b_d =$	430 mm
$t_{fd} =$	25 mm
$s_s =$	500 mm

Ocel S 355

$f_y =$	345 MPa
$f_{yw} =$	199,19 MPa
$\gamma_{M1} =$	1,1

$$E = 2,10E+08 \text{ kPa}$$

$$G = 8,07E+07 \text{ kPa}$$

$$F_{Rd} = L_{eff} t_w \frac{f_{yw}}{\gamma_{M1}} = 2025,75$$

$$L_{eff} = \chi_f l_y = 0,80 \text{ m}$$

$$l_y = s_s + 2t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 1,19 \text{ m}$$

$$m_1 = 37,12$$

$$m_2 = 7,14$$

$$\lambda_F = 0,74$$

$$\chi_F = 0,67$$

$$F_{cr} = 5991,83 \text{ kN}$$

$$k_F = 9,82$$

Interakce:

$$\eta_1 = 0,76$$

$$\eta_2 = 0,38 < 1,00$$

$$\eta_2 + 0,8\eta_1 \leq 1,4$$

$$0,99 < 1,40$$

VYHOVÍ

5. Chodníková konzola

$$M_{Ed}=38.9 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed}=32.2 \text{ kNm}$$

UPE 240

Průřezové charakteristiky	
Osa y	Osa z
$I_y = 3.60E+7 \text{ mm}^4$	$I_z = 3.11E+6 \text{ mm}^4$
$W_y = 3.00E+5 \text{ mm}^3$	$W_{z1} = 5.01E+4 \text{ mm}^3$
	$W_{z2} = 1.11E+5 \text{ mm}^3$
$W_{y,pl} = 3.47E+5 \text{ mm}^3$	$W_{z,pl} = 9.22E+4 \text{ mm}^3$
$i_y = 96.7 \text{ mm}$	$i_z = 28.4 \text{ mm}$
$S_y = 1.73E+5 \text{ mm}^3$	
Kroucení a klopení	
$I_w = 2.64E+10 \text{ mm}^6$	$I_t = 1.51E+5 \text{ mm}^4$
$i_w = 22.4 \text{ mm}$	$i_{pc} = 100.8 \text{ mm}$

$$\sigma_y = M_{Ed} / W_{yel} = 38,9 \cdot 10^3 / 3,00 \cdot 10^{-4} = 130 \text{ MPa} < 355 / 1.1 = 323 \text{ MPa}$$

V návrhu je ponechána dostatečná rezerva pro klopení průřezu

5.1. Návrh přípoje

Ohyb

$$F_{Ed} = 38,9 / 0,12 = 324 \text{ kN}$$

Na jeden šroub

$$F_{Ed1} = 324 / 3 = 108 \text{ kN}$$

Smyk

$$F_{Ed1} = 32.2 / 6 = 5.4 \text{ kN}$$

Celkem

$$F_{Ed1} = (108^2 + 5.4^2)^{0,5} = 109 \text{ kN}$$

Šroub M24 – 10.9

Únosnost v otláčení

$t_w = 7 \text{ mm}$ – rozhodující tloušťka

Otláčení

$f_u =$	510 MPa	$d =$	24 mm
$e_1 =$	55 mm	$d_0 =$	26 mm
$p_1 =$	70 mm	$t =$	7 mm
$e_2 =$	60 mm	$\gamma_{M2} =$	1.25

$$\begin{aligned}e1/3d0 &= 0.705 \\ p1/3d0 - 1/4 &= 0.647 \\ \min &= 0.647 \\ \alpha &= 0.647\end{aligned}$$

$$F_{b,Rd} = 110.94 \text{ kN}$$

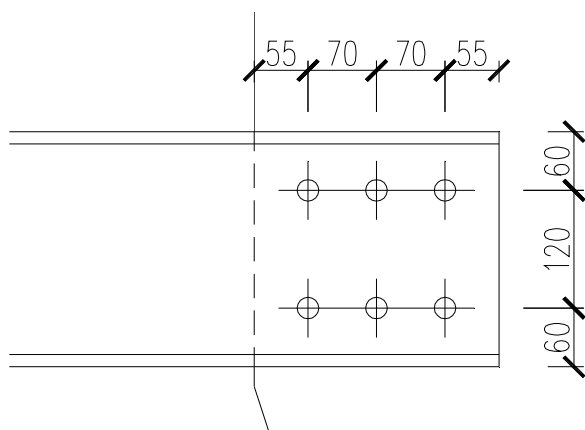
$$F_{b,Rd} = 110 \text{ kN} > 109 \text{ kN}$$

Vyhoví

Únosnost ve smyku v závitu 1 stříh

$$F_{v,Rd} = 141 \text{ kN} > 109 \text{ kN}$$

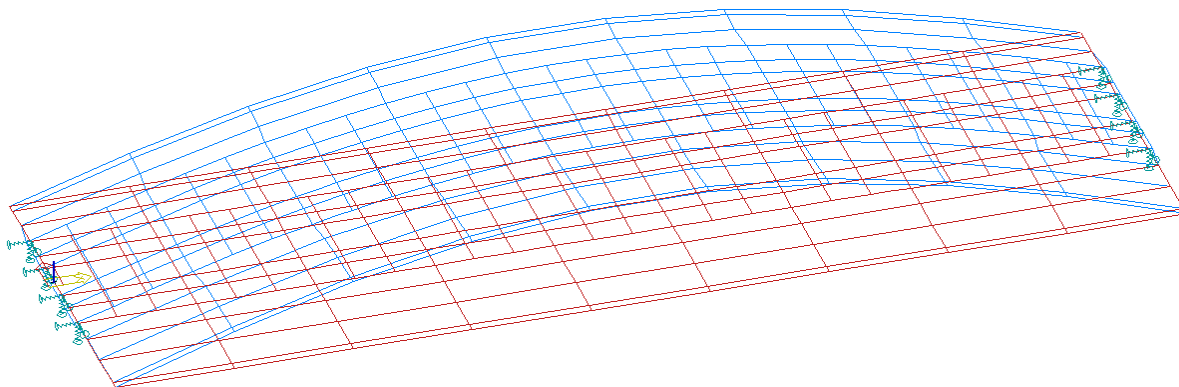
Vyhoví



Konzola a přípoj vyhoví

Dynamická analýza konstrukce

1. Vlastní ohybový tvar



Meze vlastních frekvencí

$$n_0 = 9,354 \text{ Hz}$$

$$L = 16,605 \text{ M}$$

Horní mez

$$n_0 = 94,76 \cdot L^{(-0,748)}$$

$$n_0 = 11,58 > 9,348$$

Vyhoví

Dolní mez

$$n_0 = 80/L$$

$$n_0 = 4,82 < 9,348$$

Vyhoví

6. Deformace konstrukce

Svislá deformace konstrukce

Stálé zatížení: 4,9 mm

Nahodilé zatížení dopravou:

Rozhodující zatížení

$$\text{UIC-71} \cdot \alpha \cdot \phi_3 = 19,2 \cdot 1,1 \cdot 1,29 = 27,24 \text{ mm} < 1/600 L = 16605/600 = 28,01 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

Deformace z hlediska pohody cestujících

Pro jedno prosté pole a rychlost 60 km/h: $600 \cdot 0,7 = 420$ ale min. $L/600$

Rozhodující zatížení

$$\text{UIC-71} \cdot \phi_3 = 19,2 \cdot 1,29 = 24,77 \text{ mm} < 1/600 L = 15600/600 = 28,01 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

Nadvýšení konstrukce:

$$4,9 + 0,25 \cdot 27,24 = 11,71 \text{ mm}$$

	Z_{LM-71}
Svislé deformace hlavní nosníku	1.13

7. Tabulka zatížitelnosti

Přehled zatížitelnosti částí mostu

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název):

0801 Praha Masarykovo nádraží st.4 (m) -
Děčín hl.n (včetně)

DÚ:

km 412,700
B1 žst. Praha-Bubny

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř

poř. číslo
(ve směru staničení)

1

pod kolejí č. 4

C. Doplňující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti:

C

Výpočtový model: prutový

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

na začátku

uprostřed

na konci

poloměr oblouku

-

-

-

převýšení koleje

-

-

-

excentricita osy koleje

-

-

-

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

nová NK, bez závad a oslabení

Datum zjištění technického stavu mostu:

Poznámka k části mostu:

Přepočet je proveden pro novou nosnou konstrukci.

Poř. číslo	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	Typ	L_p	ϕ	L_ϕ	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$	Viz č. str. přep.	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Hl. nosník	Střed kce	normálové napětí	1,00	M	16,8	1,29	16,8	1,45			1,80		
2	Hl. nosník	Změna průřezu	normálové napětí	1,00	M	16,8	1,29	16,8	1,45			1,75		
3	Příčná výztuha	Pod podkladnicí	normálové napětí	1,00	S	0,8	2,00	4,2	1,45			1,83		
4	Hl. nosník	Deformace	průhyb	1,00	M	16,8	1,29	16,8	1,45			1,13		
5	Spodní stavba *	-	-	1,00	S	-	1,00	16,8	1,45			>1,10		

* zatížitelnost určená odborným odhadem

Dne: 27.4. 2021

zatížitelnost určil: Ing. I. Heinz