

**STATICKÝ PŘEPOČET
– POSOUZENÍ ZATÍŽITELNOSTI A
PŘECHODNOSTI MOSTU
Ocelový most**



**v km 72,519
trati**

Rožnov (mimo) - Černý Kříž (mimo)

Obsah

Identifikační údaje.....	3
Ocelová konstrukce.....	4
Stav nosné konstrukce	5
Spodní stavba	6
Stav spodní stavby	7
Železniční svršek	8
Stav železničního svršku	9
Stav vybavení objektu	10
Postup výpočtu	11
Použitá literatura	11
Použité programy	11
Navrhovaná úprava konstrukce	12
Výpočet dílčích součinitelů zatížení	13
Schéma zatížení - LM	14
Schéma zatížení - TTZ	15
Rozdělení svislých sil na 2 nosníky od zatížením vlakem v oblouku	16
Zatížení větrem	17
Materiálové charakteristiky	18
Zatížení	19
Příčinkové čáry	19
Vnitřní síly	19
Kombinace	20
Posouzení	22
Smyková únosnost vnější nosník	23
Tabulka zatížitelnosti	24
Schéma zatížení - LM 71 - zbytková životnost	25
Schéma zatížení - TTZ- zbytková životnost	26
Vnitřní síly - zbytková životnost	27
Kombinace - zbytková životnost	28
Posouzení - zbytková životnost	29
Smyková únosnost vnější nosník - zbytková životnost	30
Tabulka zatížitelnosti - zbytková životnost	31
Příčné ztužidlo - posouzení.....	34
Vodorovné ztužidlo - posouzení.....	36

Identifikační údaje

Most se nachází na v km: 72,519
Traťový úsek: 0491 Rožnov (mimo) - Černý Kříž (mimo)
Definiční úsek úsek: 24 Nová Pec - Černý Kříž
Správce: SŽDC, s.o., Oblastní ředitelství Plzeň
Projektant: TOP CON SERVIS s.r.o., Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8

Předmětem dokumentace je statický výpočet zatížitelnosti a přechodnosti nosné konstrukce mostu.

Stav nosné konstrukce dle revizní zprávy:	K2
Stav spodní stavby dle revizní zprávy:	S2
Stávající traťová třída s přidruženou rychlostí dle revizní zprávy:	C2-65
Požadovaná traťová třída s přidruženou rychlostí:	C3-65

Podklady

- 1) Archivní výkresy mostu
- 2) Mostní revizní zprávy
- 3) Pořízená fotodokumentace
- 4) Pasport trati

Charakteristika mostu

Jednokolejný železniční most s ocelovou nosnou konstrukcí s následujícími parametry:

Trať na mostě: v přechodnici	Oblouk o poloměru R=	400	m
	Převýšení koleje p=	50	mm
Rozpětí resp. světlost:	13,06	m	

Souřadnice středu objektu: 48°47'33.257"N, 13°56'19.592"E

Délka mostu: 16,75 m (MES)

Šířka mostu: 4,93 m

Výška objektu: 7,60 m (MES)

Délka přemostění: 12,00 m (MES)

Šikmost objektu: 90° (MES)

Objekt kolmý

Počet kolejí: 1

Počet nosných konstrukcí: 1

Počet otvorů: 1

Přemostěná překážka: trvalý vodní tok (MES)

Směr toku: zleva doprava

Ocelová konstrukce

K 01

- Ocelová trámová plnostěnná, prostá, spoje nýtované nebo šroubované, bez mostovky, ukončení kolmé
- Rozměry NK: šířka – 4,93 m, rozpětí – 13,06 m (MES), délka – 13,70 m
- Hlavní nosníky: plnostěnné, osová vzdálenost – 1,80 m, výška – v uložení 1,31 m, uprostřed 1,39 m, šířka pásnic – dolní i horní 250 mm
- Příčné ztužení hlavních nosníků: 8x včetně koncových, příhradové, profily „L“, po cca 1,86 m
- Podélné ztužení hlavních nosníků: při horních a dolních pasech hlavních nosníků, profily „L“
- Uložení nosné konstrukce: ložiskové pevné na O 01 (ocelové tangenciální s úložnou deskou), ložiskové pohyblivé na O 02 (ocelové tangenciální s úložnou deskou)
- Rok výroby (výstavby): 1910 (MES), na konstrukci neuvedeno
- Rok zesílení (sanace): 1971 (MES), na konstrukci neuvedeno
- Rok provedení PKO: 1971 (MES), na konstrukci neuvedeno

Stav nosné konstrukce

Konstrukce K 01:

- Na 2. příčném ztužení vlevo je dolní úhelník prerezivělý na ploše 60 x 100 mm (viz foto č. 1). Hlavy nýtů ojediněle oslabeny až o 80 %, oslabení do 4 mm. V místě styčnickových plechů příčného ztužení a hlavních nosníků jsou horní plochy znečištěné, v rozích na styčnickovém plechu a na krčnících úhelnících narůstá rez na výšku až 10 mm, oslabení až 2 mm.
- PKO: nátěr místy sešlý s místním prerezavěním do 25 % plochy (Ri 5).
- Uložení: pevná ložiska znečištěná, rezivá, nátěr sešlý, s prerezavěním do 60 % plochy (Ri 5). Pohyblivá ložiska znečištěná, rezivá, nátěr sešlý, s prerezavěním do 90 % plochy (Ri 5).
- Vzdálenost hlavního nosníku od líce závěrné zdi na O 01 a O 02 je 30 mm.

Spodní stavba

Opěra O 01

- Materiál: kamenné zdivo
- Rozměry:
- výška viditelné části pod NK: vlevo 4,77 m, vpravo 4,80 m
- šířka: 4,35 m
- Úložný práh: kamenný, kamenné kvádry pod ložisky, výška 0,40 m
- Závěrná zeď: kamenná, kamenné kvádríky pod pozednicí
- Parapetní římsy: betonové s omítkou
- Rok výstavby: 1910 (MES)
- Rok opravy: 1971 (MES)
- Křídla:

vlevo – svahové kolmé, kamenné zdivo

vpravo – svahové kolmé, kamenné zdivo

Opěra O 02

- Materiál: kamenné zdivo
- Rozměry:
- výška viditelné části pod NK: vlevo 4,77 m, vpravo 4,80 m
- šířka: 4,35 m
- Úložný práh: kamenný, kamenné kvádry pod ložisky, výška 0,40 m
- Závěrná zeď: kamenná, kamenné kvádríky pod pozednicí
- Parapetní římsy: betonové s omítkou
- Rok výstavby: 1910 (MES)
- Rok opravy: 1971 (MES)
- Křídla:

vlevo – svahové kolmé, kamenné zdivo

vpravo – svahové kolmé, kamenné zdivo

Stav spodní stavby

Opěra O 01:

- Oboustranně ve vzdálenosti 0,80 m od hrany začínají svislé nepravidelné trhliny mezi kameny, vpravo trhlina končí ve výšce 2,90 m od terénu a ve vzdálenosti 250 mm od hrany, vlevo končí ve výšce 1,5 m od terénu ve vzdálenosti 0,20 m od hrany. Šířka trhliny vlevo je 8 mm, vpravo 3 mm. Zdivo vlevo se vysouvá na výšku 0,40 m do otvoru o 10 mm, zdivo vpravo se vysouvá na výšku až 0,60 m se vysouvá do otvoru až o 30 mm. Zleva spárování silně popraskané, silně se vydroluje do hloubky až 80 mm na celou výšku, na zdivu zleva roste mech, lišejník a stromek. Zdivem u terénu slabě prosakuje voda a pojivo (viz foto č. 2).
- Úložný práh: spárování na horní ploše popraskané, místy se vydroluje do hloubky 50 mm. Horní plocha znečištěná, roste mech, vegetace a stromky.
- Závěrná zeď: spárování silně popraskané, mezi nosníky se vydroluje do hloubky až 60 mm. Vpravo zdivo rozvolněné, kameny na poklep vyduté, spárování vydrolené do hloubky až 80 mm, zdivo vyboulené do otvoru o 10 mm. Vpravo zdivo rozvolněné, vyduté, spárování vydrolené do hloubky až 100 mm, na hraně zleva až do hloubky 150 mm.
- Parapetní římsy: vlevo v omítkce nepravidelné trhliny do 0,1 mm s průsakem pojiva, na zdivu slabě mech, vpravo beton povrchově zvětřalý.

Křídlo vlevo

- Kámen i spárování povrchově zvětřalé, spárování se ojediněle v horní části vydroluje do hloubky až 100 mm. Na zdivu roste silně mech, vegetace a stromky. Na horní ploše silně roste mech a vegetace. Před křídlem roste strom o Ø 150 mm.

Křídlo vpravo

- Kámen i spárování povrchově zvětřalé, v horní části je spárování ojediněle popraskané. Na zdivu roste mech a lišejník. Na horní ploše přesyp zeminy až 200 mm, silně roste mech a vegetace. Horní řada kamenů je na celou délku odpojená, trhlina o šířce až 4 mm. Ve vzdálenosti 4,70 m od dolní hrany křídla roste za hranou křídla 2x strom o Ø 120 mm.

Opěra O 02:

- Spárování popraskané, trhliny o šířce až 3 mm, spárování vypadává, v levé části u terénu do hloubky až 130 mm. Zdivem v dolní části prosakuje voda a pojivo (viz foto č. 3).
- Úložný práh: na horní ploše spárování popraskané, trhliny o šířce až 6 mm, horní plocha znečištěná, roste vegetace.
- Závěrná zeď: spárování popraskané, zdivo na hranách rozvolněné, svislé nepravidelné trhliny mezi kameny na celou výšku o šířce až 8 mm, spárování vlevo se místy vydroluje až do hloubky 150 mm, vpravo spárování popraskané, ojediněle se vydroluje až do hloubky 70 mm.
- Parapetní římsy: beton povrchově zvětřalý, vpravo na začátku na hraně beton vydrolený na výšku 50 mm, na šířku 60 mm, do hloubky až 50 mm.

Křídlo vlevo

- Spárování místy popraskané, ojediněle prosakuje pojivo. Na zdivu slabě roste mech a vegetace, na horní ploše přesyp zeminy do 100 mm, roste mech a vegetace.

Křídlo vpravo

- Spárování místy popraskané, místy se vydroluje do hloubky až 80 mm, zdivem ojediněle v dolní části prosakuje voda. Na zdivu roste silně mech, vegetace a stromky, na horní ploše přesyp zeminy do 100 mm, roste mech a vegetace.

Železniční svršek

Kolej č. 1

- Směrové uspořádání koleje po délce objektu: v oblouku (levý)
- Výškové uspořádání koleje po délce objektu: stoupá
- Tvar kolejnic: T
- Tvar podkladnic: rozponové
- Kolejnicové podpory: dřevěné pozednice a mostnice
- Ve vzdálenosti 6,0 m od líce opěry před objektem a 4,5 m za objektem vstříčný podporovaný otevřený kolejnicový styk v obou pásech.
- Velikost spár kolejnicových styků: před objektem v levém pásu je 8 mm, v pravém pásu je 6 mm, za objektem v levém pásu je 2 mm, v pravém pásu je 4 mm (teplota kolejnice = 18 °C)
- Pozednice:
 - na začátku i na konci uložená na závěrné zídce na kamenných kvádrících na podločkách
 - podložka pod pozednicí: na začátku vlevo plech, výška 3 mm, na konci vlevo ocel, výška 5 mm
 - rozměry: na začátku 250/240/2450 mm, na konci 200/260/2400 mm
- osová vzdálenost:
 - na začátku: vlevo pražec – pozednice: 730 mm, pozednice – mostnice: 520 mm
 - na začátku: vpravo pražec – pozednice: 720 mm, pozednice – mostnice: 530 mm
 - na konci: vlevo mostnice – pozednice: 490 mm, pozednice – pražec: 640 mm
 - na konci: vpravo mostnice – pozednice: 545 mm, pozednice – pražec: 575 mm
- Mostnice:
 - plošné uložení, upevnění svislým šroubem
 - dubové
 - rozměr 250/250/2500 mm
 - výška mostnic v uložení min. 220 mm
 - protištěpné spony
 - počet 22 kusů
 - světlost mezi mostnicemi 300 - 410 mm
- Kolejové lože: v předpolí otevřené
- Kolejnicové podpory: v předpolí dřevěné pražce

Stav železničního svršku

Kolej č. 1

- Upevnění koleje: v celé délce mostu je v dobrém stavu bez zjevných závad.
- Kolejové lože je mírně zahliněné, prorůstá vegetace.
- Pozednice: podélně popraskané.
- Mostnice: užitě, podélně popraskané, ojediněle slabě prohnílé.

Stav vybavení mostu

Podlahy

- V koleji: stav dobrý, nátěr prorezavění cca 70 % plochy (Ri 5).
- Na hlavách mostnic: stav dobrý, nátěr prorezavění cca 60 % plochy (Ri 5).
- Na chodnících: stav dobrý, nátěr prorezavění cca 80 % plochy (Ri 5).

Zábradlí

- Vlevo: koroze profilů, prorezavění nátěrů cca 80 % (Ri 5). Nedostatečná výška zábradlí.
- Vpravo: koroze profilů, prorezavění nátěrů cca 80 % (Ri 5). Nedostatečná výška zábradlí. Na konci zábradlí přikloněné, až o 50 mm.

Bezpečnostní nátěry a výstražné tabulky

- Stav dobrý.

Jiná a cizí zařízení a okolí objektu

- Odláždění koryta potoka rozvolněné.
- Svahy před i za objektem porůstají vegetací, keři a stromy.

Postup výpočtu

Cílem tohoto přepočtu je posouzení zatížitelnosti a přechodnosti hl. nosníků mostu.
Na úseku trati v místě mostu je požadována přechodnost je **C3-65**

Postup výpočtu:

- definice průřezů a materiálu
- určení jednotlivých zatížení, výpočet vnitřních sil na konstrukci
- výpočet průřezových charakteristik a únosnosti prvků
- posouzení zatížitelnosti prvků pro zatížení vlakem LM-71
- případné posouzení prvků pro zatížení požadované traťové třídy, popř. nižších - traťových tříd s připojeným návrhem opatření pro zvýšení přechodnosti na požadovanou traťovou třídu.

Použitá literatura

- /1/ ČSN EN 1990 ed.2 Zásady navrhování konstrukcí (2015)
- /2/ METODICKÝ POKYN pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (2015)
- /3/ ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – obecná pravidla (2006)
- /4/ ČSN EN 1993-2 – Navrhování ocelových konstrukcí – ocelové mosty (2008)
- /5/ Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty, pomůcka pro cvičení
– Doc. Ing. Tomáš Rotter CSc., Prof. Ing. Jiří Studnička, Drsc. (ČVUT 1999)
- /6/ Protokol o podrobné prohlídce (Ing. Ivana Švábeníková, SŽDC 2016)
- /7/ ČSN EN 1993-1-5 – Navrhování ocelových konstrukcí - boulení stěn (2008)
- /8/ ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
(2005) + ed2 (2013)
- /9/ ČSN EN 1991-2 ed2 – Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou (2015)
- /10/ ČSN EN 15528_A1 – Železniční aplikace – Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi
dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidly (2013)

Použité programy

Pro výpočet vnitřních sil byl použit program Nexis 32,
Výrobce programu je SCIA International.
Vlastník licence TOP CON SERVIS s.r.o.

**Vzhledem k délce a tvaru hlavních nosníků, kdy jejich výška je větší než 1/2 jejich vzdálenosti,
bylo posouzeno také ztužení, které v těchto případech může rozhodovat o
přechodnosti konstrukce**

Navrhovaná úprava konstrukce

Statickým výpočtem byla určena zatížitelnost $Z_{LM71} = 0,61$

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že únosnost není dostačující pro požadovanou traťovou třídu C3-65.

Konstrukci je nutné zesílit. Doporučujeme výměnu pásnic, případně s přihlédnutím ke stáří (1910) výměnu konstrukce.

Při uvažování zbytkové životnosti viz str. 12 tohoto přepočtu, lze dle přílohy F Metodického pokynu snížit součinitele zatížení traťové třídy.

Za předpokladu akceptace snížených parciálních součinitelů spolehlivosti správcem objektu, je celá nosná konstrukce přechodná pro TTZ: **C3-65**

Výpočet dílčích součinitelů zatížení

Zjednodušená metoda

Dílčí součinitel účinků stálého zatížení γ_G					
< 30 let		> 30 let			
Ocelové a prefabr. bet. prvky	Prvky z ostatních materiálů	Ocelové a prefabr. bet. prvky		Prvky z ostatních materiálů	
		Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly	Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly
1,25	1,30	1,20	1,25	1,25	1,30
$\gamma_G =$					

1,2

stáří NK

> 30 let

Dílčí součinitel účinků železniční dopravy $\gamma_{Q,LM71}$		
< 30 let	> 30 let	
1,45	1,3	
$\gamma_{Q,LM71} =$		
1,3		

Dílčí součinitel účinků železniční dopravy γ_T	
$\gamma_T =$	
1,3	

Dílčí součinitel účinků zatížení větrem γ_Q		
< 30 let	> 30 let	
1,5	1,35	
$\gamma_Q =$		
1,35		

Určení součinitelů výpočtem

Dílčí součinitele účinků stálého zatížení dle MP F.1.4:

stáří NK > 90 let
zbytk. životnost 5 let

$$\alpha_E = -0,70$$

$$\beta_t = 2,791 \quad (\text{dle F.1, NK je >90 let stará})$$

$$\gamma_{sd} = 1,05$$

$$v_G = 0,10 \quad (0,1 \text{ nekontrolováno měřením, resp. } 0,05 \text{ kontrolováno})$$

$$\gamma_G = 1,26 > 1,20$$

$$\gamma_G = 1,26$$

Dílčí součinitele účinků zatížení železniční dopravou dle MP F.1.5:

$$v_Q = 0,29$$

$$\gamma_{Q,LM71} = 1,16$$

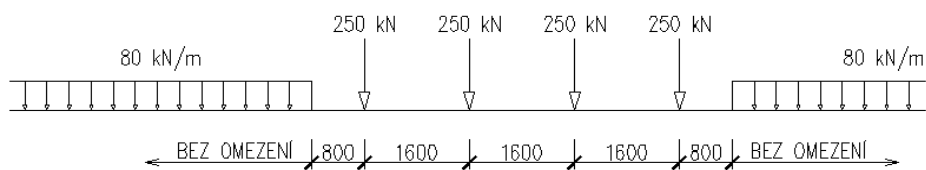
Dílčí součinitele účinků klimatických zatížení dle MP F.1.6:

$$v_Q = 0,13$$

$$N = 5$$

$$\gamma_Q = 1,16$$

Schéma zatížení - LM 71



rozpětí L_d =	13,06	m
α =	1,21	
δ =	1,36	*
γ_f =	1,16	

<== zadej (ale Zuic neovlivňuje)

* dyn. součinitel pro normálně udržovanou kolej
viz Souč.zat

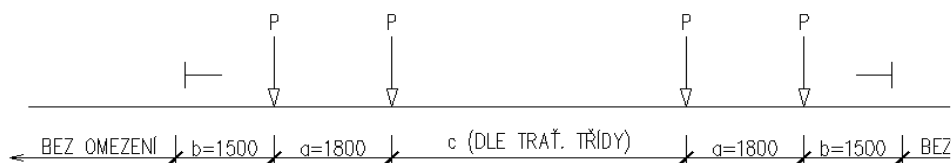
Zatěžovací schéma						
Zatížení	P [kN]	a [m]	b [m]	c [m]	l [m]	spojité ϕ
LM71	250	1,6	0,8			80,0

$$= \frac{2,16}{\sqrt{L_d} - 0,2}$$

Momenty (hodnoty pro celý most)				
Zatížení	M_{sk}	$\delta \cdot M_{sk}$	$\gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$	$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$
LM71	2 934,2	3 998,4	4 623,5	5 594,5

Posouvající síly (hodnoty pro celý most)				
Zatížení	V_{sk}	$\delta \cdot V_{sk}$	$\gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$	$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$
LM71	986,7	1 344,6	1 554,8	1 881,3

Schéma zatížení - TTZ



rozpětí $L_d = 13,06$ m
 rychlost = 50 km/h
 $\delta_{t1} = 1,36$ *
 $\gamma_t = 1,30$

<== zadej

<== zadej

* dyn. součinitel pro standardní kvalitu jízdní dráhy
 viz Souč.zat

Zatížení	$\gamma_t \cdot \delta_t \cdot M_{sk}$	$\gamma_t \cdot \delta_t \cdot V_{sk}$
UIC	4 623,5	1 554,8

Zatěžovací schéma						
Trať. tř.	P [kN]	a [m]	b [m]	c [m]	l [m]	spojitě
A	160	1,8	1,5	6,20	12,80	50,0
B1	180	1,8	1,5	7,80	14,40	50,0
B2	180	1,8	1,5	4,65	11,25	64,0
C2	200	1,8	1,5	5,90	12,50	64,0
C3	200	1,8	1,5	4,50	11,10	72,1
C4	200	1,8	1,5	3,40	10,00	80,0
D2	225	1,8	1,5	7,45	14,05	64,1
D3	225	1,8	1,5	5,90	12,50	72,0
D4	225	1,8	1,5	4,65	11,25	80,0

Momenty (hodnoty pro celý most)			
Trať. tř.	M_{sk}	$\delta_{t1} \cdot M_{sk}$	$\gamma_t \cdot \delta_{t1} \cdot M_{sk}$
A	1 321,6	1 802,0	2 342,6
B1	1 486,8	2 027,3	2 635,4
B2	1 494,0	2 037,1	2 648,2
C2	1 652,0	2 252,5	2 928,3
C3	1 675,0	2 283,9	2 969,0
C4	1 825,0	2 488,4	3 234,9
D2	1 858,5	2 534,1	3 294,3
D3	1 858,5	2 534,1	3 294,3
D4	1 867,5	2 546,3	3 310,2

==>

Poměr (A-D)/UIC
0,51
0,57
0,57
0,63
0,64
0,70
0,71
0,71
0,72

Posouvající síly (hodnoty pro celý most)			
Trať. tř.	V_{sk}	$\delta_{t1} \cdot V_{sk}$	$\gamma_t \cdot \delta_{t1} \cdot V_{sk}$
A	499,9	681,6	886,1
B1	550,6	750,8	976,0
B2	580,0	790,8	1 028,0
C2	628,0	856,3	1 113,2
C3	646,8	881,9	1 146,4
C4	667,3	909,8	1 182,7
D2	690,9	942,1	1 224,7
D3	706,5	963,4	1 252,4
D4	725,0	988,5	1 285,0

==>

Poměr (A-D)/UIC
0,57
0,63
0,66
0,72
0,74
0,76
0,79
0,81
0,83

Rozdělení svislých sil na 2 nosníky od zatížení vlakem v oblouku

$r =$	400	m	
$v =$	50	km/h	$=$ 13,9 m/s
T vlaku od tem. kol. =	1800	mm	vzd. těžiště vlaku od temene kolejnice
$h =$	1360	mm	výška hlavního nosníku NK v 1/2 L
$h_m =$	220	mm	výška mostnice v 1/2 L
$h_{kol} =$	180	mm	výška kolejnice+podkladnice
$T' =$	0,50		poloha T NK od horních vláken (poměr)
TK =	1080	mm	vzdálenost těžiště NK od TK
$a =$	1800	mm	osová vzdálenost nosníků
D =	50	mm	převýšení kolejnic
=> posun T =	60	mm	"+" do oblouku
$e_M =$	-67	mm	posun osy koleje ve výšce TK od osy NK, v 1/2 L pro výpočet M
("+" do oblouku, "-" z oblouku)			
$e_V =$	-56	mm	posun osy koleje ve výšce TK od osy NK, před podporou pro výpočet V
("+" do oblouku, "-" z oblouku)			

Horizontální síly:

$$a = v^2/r = 0,48 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{odstř.k}} = m \cdot a$$

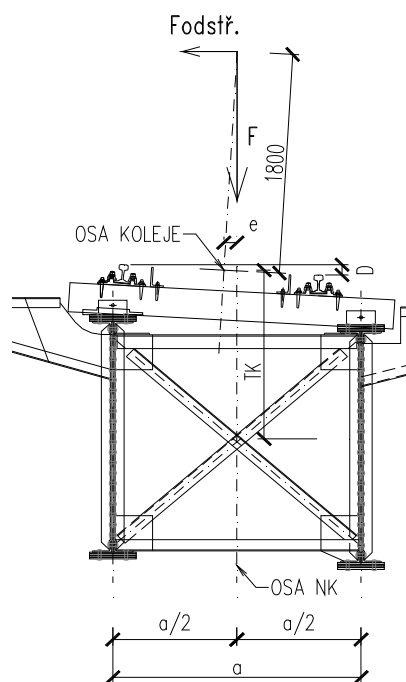
$$F_{\text{odstř.k}} = 12,06 \text{ F}_k(\text{kN}) \text{ odstředivá síla}$$

Svislé síly:

$F_k =$	250,00	- (kN)	svislé zatížení, pro poměr zadej 1,0
$F_{k,\text{přítiz.}} =$	$F_{\text{odstř.k}} \cdot (1,80 + TK)/a$		
$F_{k,\text{přítiz.}} =$	19,29	$F_k(\text{kN})$	svislé přitížení vnějšího nosníku bez vlivu e

1/2 L pro výpočet M			
Stojící vlak:			
$F_{k,e} =$	125,97	$F_k(\text{kN})$	vnější nosník
$F_{k,i} =$	124,03	$F_k(\text{kN})$	vnitřní nosník
Jedoucí vlak:			
$F_{k,e} =$	145,26	$F_k(\text{kN})$	vnější nosník
$F_{k,i} =$	104,74	$F_k(\text{kN})$	vnitřní nosník
POMĚRY:			
Stojící vlak:			
$F_{k,e} =$	0,50	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník
Jedoucí vlak:			
$F_{k,e} =$	0,58	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,42	F_k	vnitřní nosník
Max. hodnoty:			
$F_{k,e} =$	0,58	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník

před podporou pro výpočet V			
Stojící vlak:			
$F_{k,e} =$	124,44	$F_k(\text{kN})$	vnější nosník
$F_{k,i} =$	125,56	$F_k(\text{kN})$	vnitřní nosník
Jedoucí vlak:			
$F_{k,e} =$	143,73	$F_k(\text{kN})$	vnější nosník
$F_{k,i} =$	106,27	$F_k(\text{kN})$	vnitřní nosník
POMĚRY:			
Stojící vlak:			
$F_{k,e} =$	0,50	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník
Jedoucí vlak:			
$F_{k,e} =$	0,57	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,43	F_k	vnitřní nosník
Max. hodnoty:			
$F_{k,e} =$	0,57	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník



Zatížení větrem

(a) $d_{tot} =$	1,76	m (h celá NK po TK)	<== zadej	(a) $b/d_{tot} =$	2,84	Nezatížený most
(b) $d_{tot} =$	5,76	m (+ doprava)		(b) $b/d_{tot} =$	0,87	Zatížený most
$b =$	5,0	m (šířka)	<== zadej	(a) $c_{ix,0} =$	1,66	Nezatížený most
	7,0	m (výška mostu)	<= dle rev.	(b) $c_{ix,0} =$	2,29	Zatížený most
$z_e =$	6,1	m (h stř. NK od ter.)				
	III	kategorie terénu	<== zadej I, II nebo III			

Součinitel expozice

$c_e =$	1,36	<== nazadávat nic, vše počítá samo
---------	------	------------------------------------

$C'_{kor} =$	5,42	světla výška otvoru	<== zadej
	0,67	prava C'_{kor} dle výšky (<2,5m...*1,1; <5m...*1,05)	
$C_{kor} =$	0,67	upravený korekční souč. pro zatížení větrem ve vodorovn. směru, pokud nejsme v rozmezí (b) b/d_{tot} je $C_{kor} = 1$	pokud nejsme v rozmezí (b) b/d_{tot} je $C_{kor} = 1$

$$C = c_e \cdot C_{kor} \cdot c_{ix,0}$$

(a) $C = 1,5$ součinitel zatížení větrem - nezatížený most

(b) $C = 2,1$ součinitel zatížení větrem - zatížený most

$v_b = v_{b0} =$	25	m/s (základní rychlost větru)	<== zadej
$\rho =$	1,25	kg/m ³	
$F_w =$	$0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$		
(a) $F_w =$	0,59	* $A_{ref,x}$ kN (síla větru)	
(b) $F_w =$	0,81	* $A_{ref,x}$ kN (síla větru)	

Horizontální zatížení	výška d_{tot} [m]	$F_w/m' [kN/m]$
pouze na NK	1,76	1,04
na NK vč. dopravy	5,76	4,68

Svislé přetížení nosníku:			
$(d_{tot}/2 - h/2) =$	2,20	m	rameno
$a =$	1,80	m	osová vzdálenost nosníků
$f_w =$	5,72	kN/m	svislé přetížení 1 nosníku

Do výpočtů dále:

metoda		<== zadej
$f_w =$	5,72	kN/m svislé přetížení 1 nosníku

Materiál. charakteristiky, návrhové hodnoty NK

materiál	plávková ocel		<== zadej
$f_{y,k}$ =	230 MPa	mez kluzu materiálu	
NK vyrobena	do r. 1968		<== zadej
$\gamma_{M,0}$ =	1,10	průřezy třídy 1, 2, 3	
$\gamma_{M,1}$ =	1,20	stabilita	<== zkontroluj,
$\gamma_{M,2}$ =	1,30	průřezy v tahu oslabené otvory + běžné spoje	může být 1,1; 1
nýtovaná NK		příp. NK oslabena otvory	
=> γ_M =	ne		<== zadej
$f_{y,k}/\gamma_M$ =	209,1 MPa	výpočtová pevnost	

Údaje pro posouzení ohybu

W_{el} =	1,11E-02 m ³	vnější nosník	<== zadej
W_{el} =	1,11E-02 m ³	vnitřní nosník	<== zadej
$M_{Rd,el}$ =	$W_{el} * f_{y,k} / \gamma_M$		
$M_{Rd,el}$ =	2329,9 kNm	vnější nosník - návrh. M únosnosti	
$M_{Rd,el}$ =	2329,9 kNm	vnitřní nosník - návrh. M únosnosti	

Údaje pro posouzení smyku - vnější nosník

h_{w1} =	1300 mm	výška stěny nosníku	<== zadej
t_{w1} =	10 mm	tl. stěny nosníku	<== zadej
$t_{w1'}$ =	0 mm	korozní úbytek stěny (obě strany dohromady)	<== zadej
h_{w2} =	100 mm	výška svislé příruby pasového úhelníku	<== zadej
t_{w2} =	10 mm	tl. svislé příruby pasového úhelníku	<== zadej
$t_{w1'}$ =	0 mm	korozní úbytek svislé příruby	<== zadej
ϕ_{w1} =	21 mm	profil děr ve stěně nosníku	<== zadej
n_{w1} =	10 ks	počet děr ve stěně nosníku (bez děr u úhelníků)	<== zadej
ϕ_{w2} =	21 mm	profil děr v pas. úhelníku	<== zadej
n_{w2} =	2 ks	počet děr (nýtů) v pas. úhelnících	<== zadej
a' =	980 mm	vzdálenost výztuh	<== zadej
A_v =	13640 mm ²	plocha stěny a svisl. přírub - korozn. úbytek - díry	

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * f_y}{\gamma_{Mo} * 3^{0.5}}$$

$V_{pl,Rd}$ =	1 646,6 kN	stěna + příruby
---------------	------------	-----------------

JE NUTNO POSOUDIT NA ÚNOSNOST V BOULENÍ OD SMYKU

$$V_{pl,Rd} = 1569,3 \text{ kN} \quad (\text{jen stěna bez úhelníků})$$

$$\chi_w = 0,88$$

$$V_{cRd} = \chi_w f_{ywd} b_w t / 3^{0.5}$$

$$V_{cRd} = 1386,2 \text{ kN}$$

V_{Rd} =	1 454,4 kN	stěna + příruby
------------	------------	-----------------

(případné zvětšení smyk. únosnosti u staré konstrukce neuvažuji)

Zatížení

- stálé

vlastní váha OK

hlavní nosník, ztužení, konzoly
(zatížení vztaženo na 1 nosník)

nosník	charakter. zatížení	$\gamma_f \cdot \xi$	návrhové zatížení
vnější	5,00 kN/m	1,26	6,3 kN/m
vnitřní	5,00 kN/m	1,26	6,3 kN/m

- ostatní stálé

podlahy, zábradlí, kolejnice
a mostnice

(zatížení vztaženo na 1 nosník)

nosník	charakter. zatížení	$\gamma_f \cdot \xi$	návrhové zatížení
vnější	3,80 kN/m	1,26	4,8 kN/m
vnitřní	3,80 kN/m	1,26	4,8 kN/m

- nahodilé

model zatížení UIC (LM71)

$\alpha = 1,21$ (Zuic neovlivňuje)

$\delta_{UIC} = 1,36$ dyn. součinitel pro normálně udržovanou kolej

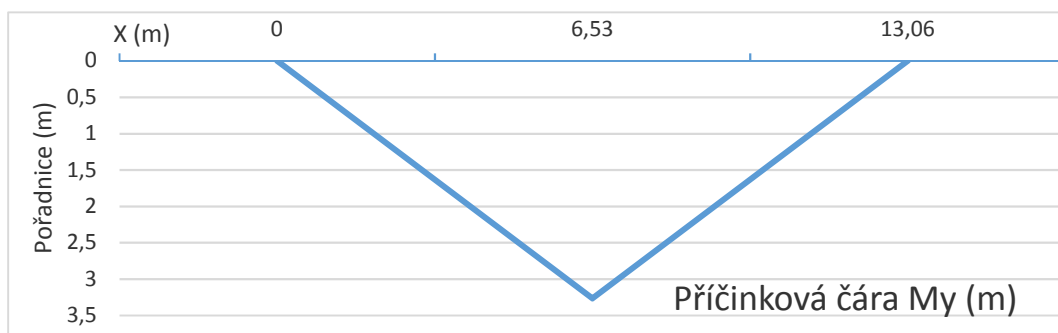
$\gamma_f = 1,16$

zatížení trať. tř. A - D4

$\delta_{f1} = 1,36$ dyn. součinitel pro standardní kvalitu jízdní dráhy

$\gamma_f = 1,30$

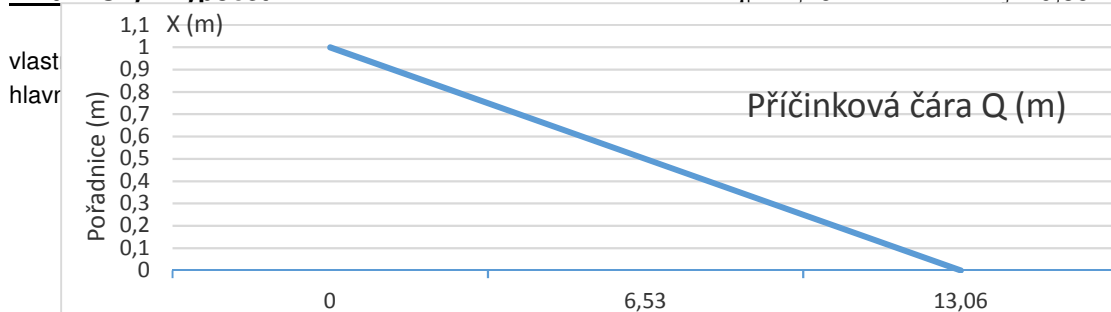
Příčinkové čáry pro ohybový moment a smykovou sílu na od soustav pohyblivého zatížení:



Vnitřní síly - výpočet

$\gamma_f = 1,26$

$\xi = 0,85$



podlahy, zábradlí, kolejnice
a mostnice

$$M_{Sd,q} = 1/8 \cdot f \cdot L^2 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Sd,q} = 101,7 \quad \text{kNm (vnější nosník)}$$

$$M_{Sd,q} = 101,7 \quad \text{kNm (vnitřní nosník)}$$

$$V_{Sd,q} = 1/2 \cdot f \cdot L \quad \text{kN}$$

$$V_{Sd,q} = 31,1 \quad \text{kN (vnější nosník)}$$

$$V_{Sd,q} = 31,1 \quad \text{kN (vnitřní nosník)}$$

boční rázy

(vodorovné zatížení v úrovni TK)

redukce síly dle Z_{LM71} **zatížení větrem**

(svislé zatížení nosníku)

charakter. zatížení	γ_f	návrhové zatížení
69,5 kN	1,30	90,4 kN

charakter. zatížení	γ_f	návrhové zatížení
5,7 kN/m	1,16	6,6 kN/m

- nahodilé

$$F_{1d,B.R.} = \gamma_f \cdot (100 \cdot \text{red}) \cdot TK/a \quad (\text{přepočet na svislé přitížení})$$

boční rázy

$$M_{d,B.R.} = 1/4 \cdot F_{1d,B.R.} \cdot L$$

$$M_{d,B.R.} = \mathbf{177,1} \quad \text{kNm (jeden nosník svisle)}$$

$$F_{1d,B.R.} = V_{d,B.R.} = \mathbf{54,2} \quad \text{kN (na jeden nosník svisle)}$$

vítr

$$M_{d,w} = 1/8 \cdot f \cdot L^2 \quad \text{kNm}$$

$$M_{d,w} = \mathbf{141,4} \quad \text{kNm (jeden nosník)}$$

$$V_{d,w} = 1/2 \cdot f \cdot L \quad \text{kN}$$

$$V_{d,w} = \mathbf{43,3} \quad \text{kN}$$

před podporou pro výpočet V			
Max. hodnoty:			
$F_{k,e} =$	0,57	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník

viz Odstř s

viz Odstř s

viz Odstř s

1/2 L pro výpočet M			
Max. hodnoty:			
$F_{k,e} =$	0,58	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník
rozpětí $L_d =$	13,06	m	

viz Odstř s

viz Odstř s

viz Odstř s

viz A-D4

Kombinace:

$$M_{Sd} = \text{suma stálé+ostatní st.+LM-71 vč. odstř. sil+boč.ráz+0,75*vítr}$$

$$M_{Sd} = M_{Sd,g} + M_{Sd,q} + \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk} + M_{d,B.R.} + 0,75 \cdot M_{d,w}$$

Vnitřní síly - kombinace**kombinace s modelem zatížení UIC (LM71)**

M - vnější nosník [kNm]						Kombinace - vnější nosník	
Kombin. s	$M_{Sd,g}$	$M_{Sd,q}$	$M_{Sd,UIC}$	$M_{d,B.R.}$	$M_{d,w}$		M_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$	133,8	101,7	2 686,5	177,1	141,4		3 205,1
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$			3 250,7				3 769,3

M - vnitřní nosník [kNm]						Kombinace - vnitřní nosník	
Kombin. s	$M_{Sd,g}$	$M_{Sd,q}$	$M_{Sd,UIC}$	$M_{d,B.R.}$	$M_{d,w}$		M_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$	133,8	101,7	2 293,8	177,1	141,4		2 812,4
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$			2 775,5				3 294,1

V - vnější nosník [kN]						Kombinace - vnější nosník	
Kombin. s	$V_{Sd,g}$	$V_{Sd,q}$	$V_{Sd,UIC}$	$V_{d,B.R.}$	$V_{d,w}$		V_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$	41,0	31,1	893,9	54,2	43,3		1 052,7
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$			1 081,6				1 240,5

V - vnitřní nosník [kN]						Kombinace - vnitřní nosník	
Kombin. s	$V_{Sd,g}$	$V_{Sd,q}$	$V_{Sd,UIC}$	$V_{d,B.R.}$	$V_{d,w}$		V_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$	41,0	31,1	780,8	54,2	43,3		939,7
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$			944,8				1 103,7

kombinace se zatížením trať. tř. A - D4

M - vnější nosník [kNm]						Kombinace - vnější nosník		
Kombin. s	M _{Sd,g}	M _{Sd,q}	$\gamma_f \cdot \delta_{f1} \cdot M_{sk}$	M _{d,B.R.}	M _{d,w}			M _{Sd}
A	133,8	101,7	1 361,2	177,1	141,4			1 879,8
B1			1 531,3					2 049,9
B2			1 538,7					2 057,3
C2			1 701,5					2 220,1
C3			1 725,1					2 243,7
C4			1 879,6					2 398,2
D2			1 914,1					2 432,7
D3			1 914,1					2 432,7
D4			1 923,4					2 442,0

M - vnitřní nosník [kNm]						Kombinace - vnitřní nosník		
Kombin. s	M _{Sd,g}	M _{Sd,q}	$\gamma_f \cdot \delta_{f1} \cdot M_{sk}$	M _{d,B.R.}	M _{d,w}			M _{Sd}
A	133,8	101,7	1 162,2	177,1	141,4			1 680,8
B1			1 307,5					1 826,1
B2			1 313,8					1 832,4
C2			1 452,7					1 971,3
C3			1 473,0					1 991,6
C4			1 604,9					2 123,5
D2			1 634,3					2 152,9
D3			1 634,3					2 152,9
D4			1 642,2					2 160,8

V - vnější nosník [kN]						Kombinace - vnější nosník		
Kombin. s	V _{Sd,g}	V _{Sd,q}	$\gamma_f \cdot \delta_{f1} \cdot V_{sk}$	V _{d,B.R.}	V _{d,w}			V _{Sd}
A	41,0	31,1	509,4	54,2	43,3			668,3
B1			561,1					720,0
B2			591,0					749,9
C2			640,0					798,9
C3			659,1					818,0
C4			680,0					838,8
D2			704,1					863,0
D3			720,0					878,9
D4			738,8					897,6

V - vnitřní nosník [kN]						Kombinace - vnitřní nosník		
Kombin. s	V _{Sd,g}	V _{Sd,q}	$\gamma_f \cdot \delta_{f1} \cdot V_{sk}$	V _{d,B.R.}	V _{d,w}			V _{Sd}
A	41,0	31,1	445,0	54,2	43,3			603,8
B1			490,2					649,0
B2			516,3					675,1
C2			559,1					717,9
C3			575,8					734,6
C4			594,0					752,8
D2			615,1					773,9
D3			629,0					787,8
D4			645,4					804,2

Posouzení

Vnější nosník [kNm, kN]							
	Kombin. s	M _{Sd,max.}	M _{Rd,el}	Vyhovuje	V _{Sd,max.}	V _{Rd,el}	Vyhovuje
Traťová třída / 50 km/h	A	1 879,8	2 329,9	Ano	668,3	1 454,4	Ano
	B1	2 049,9		Ano	720,0		Ano
	B2	2 057,3		Ano	749,9		Ano
	C2	2 220,1		Ano	798,9		Ano
	C3	2 243,7		Ano	818,0		Ano
	C4	2 398,2		! NE !	838,8		Ano
	D2	2 432,7		! NE !	863,0		Ano
	D3	2 432,7		! NE !	878,9		Ano
	D4	2 442,0		! NE !	897,6		Ano
	LM71	γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	1 052,7		Ano
		α*γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	1 240,5		Ano
Z _{LM71}				0,67			1,45

$$Z_{uic} = M_{Rd,el} - (M_{Sd,g} + M_{Sd,q} + M_{d,B.R.} + 0,75 * M_{d,w}) / \gamma_f * \delta * M_{sk}$$

Vnitřní nosník [kNm, kN]							
	Kombin. s	M _{Sd,max.}	M _{Rd,el}	Vyhovuje	V _{Sd,max.}	V _{Rd,el}	Vyhovuje
Traťová třída / 50 km/h	A	1 680,8	2 329,9	Ano	603,8	1 454,4	Ano
	B1	1 826,1		Ano	649,0		Ano
	B2	1 832,4		Ano	675,1		Ano
	C2	1 971,3		Ano	717,9		Ano
	C3	1 991,6		Ano	734,6		Ano
	C4	2 123,5		Ano	752,8		Ano
	D2	2 152,9		Ano	773,9		Ano
	D3	2 152,9		Ano	787,8		Ano
	D4	2 160,8		Ano	804,2		Ano
	LM71	γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	939,7		Ano
		α*γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	1 103,7		Ano
Z _{LM71}				0,79			1,66

Smyková únosnost - vnější nosník

<== nazadavat nic, vse poč

$$\begin{aligned}
 V_{sd} &= \text{dle tab.} \quad \text{kN} && - \text{posouvající síla nad podporou} \\
 f_y &= 230,0 \quad \text{MPa} && - \text{materiál stěny} \\
 h_w &= 1300 \quad \text{mm} && - \text{výška stěny (} b_w \text{)} \\
 t_w &= 10 \quad \text{mm} && - \text{tloušťka stěny} \\
 a' &= 980 \quad \text{mm} && - \text{vzdálenost výztuh} \\
 \gamma_{Mw} &= 1,1 \\
 f_{ywd} &= 209,1 \\
 V_{pl.Rd} &= \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{Mo} \cdot 3^{0,5}} = 1569,3 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{pl.Rd} = 1569,3 \quad \text{kN} < V_{sd} = \text{dle tab.} \quad \text{kN}$$

(jen stěna)

Boulení stěn při namáhání smykem - pole bez podélné výztuhy

$$\begin{aligned}
 b_w / t &= 130,0 \\
 \eta &= 1,2 && (\text{pro S235, S355}) \\
 \varepsilon &= 1,0 \\
 72 \cdot \varepsilon / \eta &= 60,6 < 130,0 && (\text{pro nevyztužené stěny}) \\
 31 \cdot \varepsilon k_\tau^{0,5} / \eta &= 95,6 < 130,0 && (\text{pro vyztužené stěny}) \\
 k_\tau &= 13,4 && (\text{bez vlivu př. výztuh})
 \end{aligned}$$

JE NUTNO POSODIT NA ÚNOSNOST V BOULENÍ OD SMYKU

výpočet k_τ

$$\begin{aligned}
 a / b_w &= 0,8 \\
 k_{rst} &= 0,0 \\
 k_\tau &= 13,4
 \end{aligned}$$

$$I_{sl} = 0,00E+00 \quad \text{mm}^4 \quad (\text{podélná výztuha})$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_E &= 11,23 \quad \text{MPa} \\
 \tau_{cr} &= 150,5 \quad \text{MPa} \\
 \lambda_w &= 0,76 \cdot (f_y / \tau_{cr})^{0,5} = 0,94 \\
 0,83 / \eta &= 0,69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \chi_w &= 0,88 \\
 \chi_v &= \chi_w = 0,88 && (\text{bez příspěvku pásnic}) \\
 V_{cRd} &= \chi_v f_{ywd} b_w t / 3^{0,5} < V_{sd}
 \end{aligned}$$

$$1386,2 \quad \text{kN} < \text{dle tab.} \quad \text{kN} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

(jen stěna)

$\lambda_w = 0,94$	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$< 0,83 / \eta = 0,69$	1,20	1,20
$0,83 / \eta < \lambda_w < 1,08$	0,88	0,88
$> 1,08$	0,84	0,88
$\chi_w =$	0,88	0,88

$$0,5 \cdot V_{cRd} = 693,1 \quad \text{kN} < \text{dle tab.} \quad \text{kN}$$

Průřez je třeba posuzovat na kombinaci posouvající síly a ohybového momentu.

Přehled zatížitelnosti částí mostu

A Identifikace mostu
TÚ (číslo, název): 0491 Rožnov (mimo) - Černý DÚ: 24 Nová Pec - Černý Kříž km 72,519
Kříž (mimo)

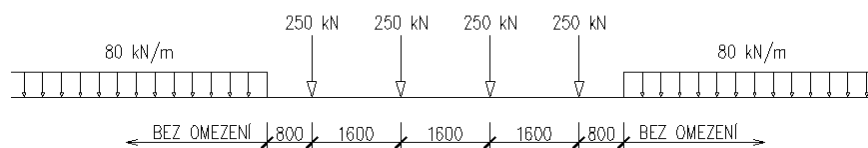
B Identifikace části mostu
část mostu: nosná konstrukce poř. číslo (ve směru staničení): pod kolejí č. 1

C Doplnující data pro část mostu
Kategorie zatížitelnosti: C etní model: Analytický model
Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)
na začátku uprostřed na konci
poloměr oblouku [m] 400 m 400 m 400 m
převýšení koleje [mm] 50 mm 50 mm 50 mm
excentricita koleje vůči ose mostu [m] -22 mm -67 mm -56 mm
Popis závad uvažovaných v přepočtu: Průřezy oslabené korozí.
Poznámka k části mostu: Výpočet proveden pro nosnou konstrukci bez opravených prvků (nové úhelníky, pásnice, apod.)
Byly použity dílčí součinitele zatížení pro zbytkovou životnost 5 let.

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	k _i	typ	L _p	φ _i	L _φ	γ _{Q,LM71}	γ _{Q,LM71,E}	Viz číslo str. přepočtu	Z _{LM71}	Z _{LM71,E}	C2/65	C3/65	C2/50	C3/50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19
1	Vnější Hl. nosník	-	Ohyb	1,00	My	13,06	1,36	13,06	1,16	-	22	0,67	-	NE	NE	Ano	Ano
2	Vnější Hl. nosník	Stěna	Smyk	1,00	Vz	13,06	1,36	13,06	1,16	-	22	1,45	-	Ano	Ano	Ano	Ano
3	Vnitřní Hl. nosník	-	Ohyb	1,00	My	13,06	1,36	13,06	1,16	-	22	0,79	-	Ano	Ano	Ano	Ano
4	Vnitřní Hl. nosník	Stěna	Smyk	1,00	Vz	13,06	1,36	13,06	1,16	-	22	1,66	-	Ano	Ano	Ano	Ano

Dne: 21.12.2018 zatížitelnost určil: Ing. I. Heinz

Schéma zatížení - LM 71 - zbytková životnost



rozpětí L_d =	13,06	m
α =	1,21	
δ =	1,36	*
γ_f =	1,16	

<== zadej (ale Zuic neovlivňuje)

* dyn. součinitel pro normálně udržovanou kolej

viz Souč.zat

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

Zatěžovací schéma						
Zatížení	P [kN]	a [m]	b [m]	c [m]	l [m]	spojité
LM71	250	1,6	0,8			80,0

Momenty (hodnoty pro celý most)				
Zatížení	M_{sk}	$\delta \cdot M_{sk}$	$\gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$	$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$
LM71	2 934,2	3 998,4	4 623,5	5 594,5

Posouvající síly (hodnoty pro celý most)				
Zatížení	V_{sk}	$\delta \cdot V_{sk}$	$\gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$	$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$
LM71	986,7	1 344,6	1 554,8	1 881,3

Schéma zatížení - TTZ - zbytková životnost



rozpětí L_d =	13,06	m
rychlost =	65	km/h
δ_{t1} =	1,46	*
γ_t =	1,16	

<== zadej

<== zadej

* dyn. součinitel pro standardní kvalitu jízdní dráhy
viz Souč.zat

Zatížení	$\gamma_t \cdot \delta_t \cdot M_{sk}$	$\gamma_t \cdot \delta_t \cdot V_{sk}$
UIC	4 623,5	1 554,8

Zatěžovací schéma						
Trat. tř.	P [kN]	a [m]	b [m]	c [m]	l [m]	spojité
A	160	1,8	1,5	6,20	12,80	50,0
B1	180	1,8	1,5	7,80	14,40	50,0
B2	180	1,8	1,5	4,65	11,25	64,0
C2	200	1,8	1,5	5,90	12,50	64,0
C3	200	1,8	1,5	4,50	11,10	72,1
C4	200	1,8	1,5	3,40	10,00	80,0
D2	225	1,8	1,5	7,45	14,05	64,1
D3	225	1,8	1,5	5,90	12,50	72,0
D4	225	1,8	1,5	4,65	11,25	80,0

Momenty (hodnoty pro celý most)			
Trat. tř.	M_{sk}	$\delta_{t1} \cdot M_{sk}$	$\gamma_t \cdot \delta_{t1} \cdot M_{sk}$
A	1 321,6	1 933,6	2 235,9
B1	1 486,8	2 175,3	2 515,4
B2	1 494,0	2 185,9	2 527,6
C2	1 652,0	2 417,0	2 794,9
C3	1 675,0	2 450,7	2 833,8
C4	1 825,0	2 670,2	3 087,6
C4	1 858,5	2 719,2	3 144,3
D2	1 858,5	2 719,2	3 144,3
D3	1 858,5	2 719,2	3 144,3
D4	1 867,5	2 732,3	3 159,5

==>

Poměr (A-D)/UIC
0,48
0,54
0,55
0,60
0,61
0,67
0,68
0,68
0,68
0,68

0

Posouvající síly (hodnoty pro celý most)			
Trat. tř.	V_{sk}	$\delta_{t1} \cdot V_{sk}$	$\gamma_t \cdot \delta_{t1} \cdot V_{sk}$
A	499,9	731,4	845,7
B1	550,6	805,6	931,6
B2	580,0	848,5	981,2
C2	628,0	918,9	1 062,5
C3	646,8	946,3	1 094,2
C4	667,3	976,3	1 128,9
D2	690,9	1 010,9	1 168,9
D3	706,5	1 033,8	1 195,4
D4	725,0	1 060,7	1 226,5

==>

Poměr (A-D)/UIC
0,54
0,60
0,63
0,68
0,70
0,73
0,75
0,77
0,79

boční rázy - zbytková životnost

(vodorovné zatížení v úrovni TK)

redukce síly dle Z_{LM71} **0,64 * 100 kN****zatížení větrem**

(svislé zatížení nosníku)

charakter. zatížení	γ_f	návrhové zatížení
64,2 kN	1,16	74,3 kN
charakter. zatížení	γ_f	návrhové zatížení
7,1 kN/m	1,16	8,2 kN/m

- nahodilé

$$F_{1d,B.R.} = \gamma_f \cdot (100 \cdot \text{red}) \cdot TK/a \quad (\text{přepočet na svislé přitížení})$$

boční rázy

$$M_{d,B.R.} = 1/4 \cdot F_{1d,B.R.} \cdot L$$

$$M_{d,B.R.} = \mathbf{145,5} \quad \text{kNm} \quad (\text{jeden nosník svisle})$$

$$F_{1d,B.R.} = V_{d,B.R.} = \mathbf{44,6} \quad \text{kN} \quad (\text{na jeden nosník svisle})$$

vítr

$$M_{d,w} = 1/8 \cdot f \cdot L^2 \quad \text{kNm}$$

$$M_{d,w} = \mathbf{175,1} \quad \text{kNm} \quad (\text{jeden nosník})$$

$$V_{d,w} = 1/2 \cdot f \cdot L \quad \text{kN}$$

$$V_{d,w} = \mathbf{53,6} \quad \text{kN}$$

před podporou pro výpočet V			
Max. hodnoty:			
$F_{k,e} =$	0,63	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník

viz Odstř s

viz Odstř s

viz Odstř s

1/2 L pro výpočet M			
Max. hodnoty:			
Max. hodnoty:			0
$F_{k,e} =$	0,63	F_k	vnější nosník
$F_{k,i} =$	0,50	F_k	vnitřní nosník
rozpětí $L_d =$			13,06 m

viz Odstř s

viz Odstř s

viz Odstř s

viz Odstř s

viz A-D4

Kombinace:

$$M_{Sd} = \text{suma stálé+ostatní st.} + LM-71 \text{ vč. odstř. sil} + \text{boč.ráz} + 0,75 \cdot \text{vítr}$$

$$M_{Sd} = M_{Sd,g} + M_{Sd,q} + \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk} + M_{d,B.R.} + 0,75 \cdot M_{d,w}$$

Vnitřní síly - kombinace - zbytková životnost**kombinace s modelem zatížení UIC (LM71)**

M - vnější nosník [kNm]						Kombinace - vnější nosník		
Kombin. s	$M_{Sd,g}$	$M_{Sd,q}$	$M_{sd,UIC}$	$M_{d,B.R.}$	$M_{d,w}$			M_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$	133,8	101,7	2 932,7	145,5	175,1			3 445,0
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$			3 548,5					4 060,8

M - vnitřní nosník [kNm]						Kombinace - vnitřní nosník		
Kombin. s	$M_{Sd,g}$	$M_{Sd,q}$	$M_{sd,UIC}$	$M_{d,B.R.}$	$M_{d,w}$			M_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$	133,8	101,7	2 293,8	145,5	175,1			2 806,1
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$			2 775,5					3 287,8

V - vnější nosník [kN]						Kombinace - vnější nosník		
Kombin. s	$V_{Sd,g}$	$V_{Sd,q}$	$V_{sd,UIC}$	$V_{d,B.R.}$	$V_{d,w}$			V_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$	41,0	31,1	976,7	44,6	53,6			1 133,6
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$			1 181,8					1 338,7

V - vnitřní nosník [kN]						Kombinace - vnitřní nosník		
Kombin. s	$V_{Sd,g}$	$V_{Sd,q}$	$V_{sd,UIC}$	$V_{d,B.R.}$	$V_{d,w}$			V_{Sd}
$\gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$	41,0	31,1	780,8	44,6	53,6			937,7
$\alpha \cdot \gamma_f \cdot \delta \cdot V_{sk}$			944,8					1 101,7

kombinace se zatížením trať. tř. A - D4 - zbytková životnost

M - vnější nosník [kNm]						Kombinace - vnější nosník		
Kombin. s	M _{Sd,g}	M _{Sd,q}	$\gamma_f \delta_{f1} M_{sk}$	M _{d,B.R.}	M _{d,w}			M _{Sd}
A	133,8	101,7	1 418,2	145,5	175,1			1 930,5
B1			1 595,5					2 107,8
B2			1 603,2					2 115,5
C2			1 772,8					2 285,1
C3			1 797,5					2 309,8
C4			1 958,4					2 470,7
D2			1 994,4					2 506,7
D3			1 994,4					2 506,7
D4			2 004,0					2 516,3

M - vnitřní nosník [kNm]						Kombinace - vnitřní nosník		
Kombin. s	M _{Sd,g}	M _{Sd,q}	$\gamma_f \delta_{f1} M_{sk}$	M _{d,B.R.}	M _{d,w}			M _{Sd}
A	133,8	101,7	1 109,3	145,5	175,1			1 621,6
B1			1 247,9					1 760,2
B2			1 254,0					1 766,3
C2			1 386,6					1 898,9
C3			1 405,9					1 918,2
C4			1 531,8					2 044,1
D2			1 559,9					2 072,2
D3			1 559,9					2 072,2
D4			1 567,5					2 079,8

V - vnější nosník [kN]						Kombinace - vnější nosník		
Kombin. s	V _{Sd,g}	V _{Sd,q}	$\gamma_f \delta_{f1} V_{sk}$	V _{d,B.R.}	V _{d,w}			V _{Sd}
A	41,0	31,1	531,3	44,6	53,6			688,2
B1			585,2					742,1
B2			616,4					773,3
C2			667,5					824,4
C3			687,4					844,3
C4			709,1					866,0
D2			734,3					891,2
D3			750,9					907,8
D4			770,5					927,4

V - vnitřní nosník [kN]						Kombinace - vnitřní nosník		
Kombin. s	V _{Sd,g}	V _{Sd,q}	$\gamma_f \delta_{f1} V_{sk}$	V _{d,B.R.}	V _{d,w}			V _{Sd}
A	41,0	31,1	424,8	44,6	53,6			581,7
B1			467,8					624,8
B2			492,8					649,7
C2			533,6					690,5
C3			549,5					706,4
C4			567,0					723,9
D2			587,1					744,0
D3			600,3					757,2
D4			616,0					772,9

Posouzení - zbytková životnost

Vnější nosník [kNm, kN]							
	Kombin. s	M _{Sd,max.}	M _{Rd,el}	Vyhovuje	V _{Sd,max.}	V _{Rd,el}	Vyhovuje
65 km/h Traťová třída /	A	1 930,5	2 329,9	Ano	688,2	1 454,4	Ano
	B1	2 107,8		Ano	742,1		Ano
	B2	2 115,5		Ano	773,3		Ano
	C2	2 285,1		Ano	824,4		Ano
	C3	2 309,8		Ano	844,3		Ano
	C4	2 470,7		! NE !	866,0		Ano
	D2	2 506,7		! NE !	891,2		Ano
	D3	2 506,7		! NE !	907,8		Ano
	D4	2 516,3		! NE !	927,4		Ano
	LM71	γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	1 133,6		Ano
		α*γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	1 338,7		Ano
Z _{LM71}				0,62			1,33

$$Z_{uic} = M_{Rd,el} - (M_{Sd,g} + M_{Sd,q} + M_{d,B.R.} + 0,75 \cdot M_{d,w}) / \gamma_f \cdot \delta \cdot M_{sk}$$

Vnitřní nosník [kNm, kN]							
	Kombin. s	M _{Sd,max.}	M _{Rd,el}	Vyhovuje	V _{Sd,max.}	V _{Rd,el}	Vyhovuje
65 km/h Traťová třída /	A	1 621,6	2 329,9	Ano	581,7	1 454,4	Ano
	B1	1 760,2		Ano	624,8		Ano
	B2	1 766,3		Ano	649,7		Ano
	C2	1 898,9		Ano	690,5		Ano
	C3	1 918,2		Ano	706,4		Ano
	C4	2 044,1		Ano	723,9		Ano
	D2	2 072,2		Ano	744,0		Ano
	D3	2 072,2		Ano	757,2		Ano
	D4	2 079,8		Ano	772,9		Ano
	LM71	γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	937,7		Ano
		α*γ _f *δ*M _{sk}		! NE !	1 101,7		Ano
Z _{LM71}				0,79			1,66

Smyková únosnost - vnější nosník - zbytková životnost

<== nazadávat nic, vše poč

$$\begin{aligned}
 V_{sd} &= \text{dle tab.} \quad \text{kN} && - \text{posouvající síla nad podporou} \\
 f_y &= 230,0 \quad \text{MPa} && - \text{materiál stěny} \\
 h_w &= 1300 \quad \text{mm} && - \text{výška stěny (b}_w\text{)} \\
 t_w &= 10 \quad \text{mm} && - \text{tloušťka stěny} \\
 a' &= 980 \quad \text{mm} && - \text{vzdálenost výztuh} \\
 \gamma_{Mw} &= 1,1 \\
 f_{ywd} &= 209,1 \\
 V_{pl.Rd} &= \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{Mo} \cdot 3^{0.5}} = 1569,3 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{pl.Rd} = 1569,3 \quad \text{kN} < V_{sd} = \text{dle tab.} \quad \text{kN}$$

(jen stěna)

Boulení stěn při namáhání smykem - pole bez podélné výztuhy

$$\begin{aligned}
 b_w / t &= 130,0 \\
 \eta &= 1,2 && (\text{pro S235, S355}) \\
 \varepsilon &= 1,0 \\
 72 \cdot \varepsilon / \eta &= 60,6 < 130,0 && (\text{pro nevyztužené stěny}) \\
 31 \cdot \varepsilon k_\tau^{0.5} / \eta &= 95,6 < 130,0 && (\text{pro vyztužené stěny}) \\
 k_\tau &= 13,4 && (\text{bez vlivu př. výztuh})
 \end{aligned}$$

JE NUTNO POSODIT NA ÚNOSNOST V BOULENÍ OD SMYKU

výpočet k_τ

$$\begin{aligned}
 a / b_w &= 0,8 \\
 k_{rst} &= 0,0 \\
 k_\tau &= 13,4
 \end{aligned}$$

$$I_{sl} = 0,00E+00 \quad \text{mm}^4 \quad (\text{podélná výztuha})$$

0

$$\begin{aligned}
 \sigma_E &= 11,23 \quad \text{MPa} \\
 \tau_{cr} &= 150,5 \quad \text{MPa} \\
 \lambda_w &= 0,76 \cdot (f_y / \tau_{cr})^{0.5} = 0,94 \\
 0,83 / \eta &= 0,69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \chi_w &= 0,88 \\
 \chi_v &= \chi_w = 0,88 && (\text{bez příspěvku pásnic}) \\
 V_{cRd} &= \chi_v f_{ywd} b_w t / 3^{0.5} < V_{sd}
 \end{aligned}$$

$$1386,2 \quad \text{kN} < \text{dle tab.} \quad \text{kN} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

(jen stěna)

$\lambda_w = 0,94$	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$< 0,83 / \eta = 0,69$	1,20	1,20
$0,83 / \eta < \lambda_w < 1,08$	0,88	0,88
$> 1,08$	0,84	0,88
$\chi_w =$	0,88	0,88

$$0,5 \cdot V_{cRd} = 693,1 \quad \text{kN} < \text{dle tab.} \quad \text{kN}$$

Průřez je třeba posuzovat na kombinaci posouvající síly a ohybového momentu.

Přehled zatížitelnosti částí mostu - zbytková životnost

A Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 0491 Rožnov (mimo) - Černý DÚ: 24 Nová Pec - Černý Kříž km 72,519

Kříž (mimo)

B Identifikace částí mostu

část mostu: nosná konstrukce poř. číslo (ve směru staničení): pod kolejí č. 1

C Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: C šetní model: Analytický model

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku [m]	400 m	400 m	400 m
převýšení koleje [mm]	50 mm	50 mm	50 mm
excentricita koleje vůči ose mostu [m]	-22 mm	-67 mm	-56 mm

Popis závad uvažovaných v přepočtu: Průřezy oslabené korozí.

Poznámka k části mostu: Výpočet proveden pro nosnou konstrukci bez opravených prvků (nové úhelníky, pásnice, apod.)
Byly použity dílčí součinitele zatížení pro zbytkovou životnost 5 let.

Pro přechodnost byl použit součinitel zatížení od traťové třídy dle MP příloha F pro zbytkovou životnost 5 let.

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	k _i	typ	L _p	φ _i	L _φ	γ _{Q,LM71}	γ _{Q,LM71,E}	Viz číslo str. přepočtu	Z _{LM71}	Z _{LM71,E}	C2/65	C3/65	C3/40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Vnější Hl. nosník	-	Ohyb	1,00	My	13,06	1,36	13,06	1,16	-	29	0,62	-	Ano	Ano	Ano
2	Vnější Hl. nosník	Stěna	Smyk	1,00	Vz	13,06	1,36	13,06	1,16	-	29	1,33	-	Ano	Ano	Ano
3	Vnitřní Hl. nosník	-	Ohyb	1,00	My	13,06	1,36	13,06	1,16	-	29	0,79	-	Ano	Ano	Ano
4	Vnitřní Hl. nosník	Stěna	Smyk	1,00	Vz	13,06	1,36	13,06	1,16	-	29	1,66	-	Ano	Ano	Ano
4	Příčné ztužidlo	-	Tlak	1,00	N	13,06	1,36	13,06	1,16	-	33	-	-	NE	NE	Ano
4	Příčné ztužidlo	-	Tlak	1,00	N	13,06	1,16	13,06	1,16	-	35	-	-	NE	NE	Ano

Dne: 21.12.2018 zatížitelnost určil: Ing. I. Heinz

Vnitřní síly na příčné ztužení v=40 km/h

Charakteristické hodnoty

		γ_F	ϕ_d	LM71 α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,26			-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1,26			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak UIC-71 stojící	$Q_{71\ st}$	1,16	1,29	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak UIC-71 jedoucí	$Q_{71\ mov}$	1,16	1,29	1,00	-30,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nezatížený vlak	Q_{lak}	1,00		1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{NV}	1,16		1,00	-1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Boční rázy	X_{Sk}	1,16		1,00	-27,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Vítr	X_w	1,50			-17,5	0,0	0,0	0,0	0,0

redukované dle MP

redukované dle MP

redukované dle MP

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	-1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak LM-71 stojící (vč.ods.sil)	$Q_{71\ st}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak LM-71 jedoucí (vč.ods.sil)	$Q_{71\ mov}$	-44,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nezatížený vlak	Q_{NV}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	-1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boční rázy	Q_{Sk}	-31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vítr	Q_w	-26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LM-71							
gr11 - max. svislá 1	Q_{gr11-7}	-62,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gr12 - max. svislá 2	Q_{gr12-7}	-77,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gr13 - maximální podélná	Q_{gr13-7}	-62,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gr14 - maximální boční	Q_{gr14-7}	-77,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nezatížený vlak							
gr15 - boční stabilita	Q_{gr15-N}	-31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

LM-71 max

	ψ_0	ψ_1	ψ_2	g_{11}	g_{12}	g_{13}	g_{14}
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Nezatížený vlak	1,0						
Rozjezdové a brzdné síly	0,8	0,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5
Boční rázy	1,0	0,8		0,5	1,0	0,5	1,0
Vítr	0,5						
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]
1 $G_k + Q_{71} + (\psi_0 \cdot Q_{Lak} + \psi_0 Q_{Sk} + \psi_0 Q_w + \psi_0 Q_T + \psi_0 Q_u)$	-92	0	0	0	0
3 $G_k + Q_{gr11-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_T)$	-77	0	0	0	0
4 $G_k + Q_{gr12-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_T)$	-92	0	0	0	0
5 $G_k + Q_{gr13-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_T)$	-77	0	0	0	0
6 $G_k + Q_{gr14-71} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_T)$	-92	0	0	0	0
7 $G_k + Q_{gr15-NV} + (\psi_0 Q_w + \psi_0 Q_T)$	-46	0	0	0	0

My
1

min -92 kNm

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	-92,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Posouzení příčného ztužení - zbytková životnost

plocha profilu	A=	1,07000E+03	mm ²	L70x8
momenty setrvačnosti	I _y =	4,75000E+05	mm ⁴	
	I _z =	4,75000E+05	mm ⁴	
	L=	1680,00	mm	délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
materiál	f _y =	230	MPa	E= 2,10E+08 kPa
	f _u =	360	MPa	G= 8,07E+07 kPa
	γ _{M,0} =	1,1		
	γ _{M,1} =	1,2		
	γ _{M,2} =	1,3		
	ε= (235/f _y) ^{0,5} =	1,00		

VZPĚR

štíhlostní poměry	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$	
	λ ₁ = 93,9ε= 93,9	
	L _{cr,y} = 840 mm	L _{cr} = 0,5 x L
	L _{cr,z} = 840 mm	L _{cr} = 0,5 x L
	i _y = 21,1 mm	
	i _z = 21,1 mm	
	λ _y = 0,42	> 0,2 - účinky vzpěru není možné zanedbat
	λ _z = 0,42	> 0,2 - účinky vzpěru není možné zanedbat

součinitel vzpěrnosti $\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \chi \leq 1,0$

$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$

křivka vzpěrné pevnosti	y-y	b	α= 0,34	φ= 0,63	χ _y = 0,92
	z-z	b	α= 0,34	φ= 0,63	χ _z = 0,92

χ_{min}= 0,92

$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$

vzpěrná únosnost	N _{c,Rd} =	187,90	kN	>=	N _{Ed} = 92,2	kN	VYHOVÍ
				vyhovuje - využití	0,49	%	

N_{Ed}= 92,22 kN

M_{y,Ed}=N_{Ed} x 0,25= 2,31 kNm

KOMBINACE TLAK + OHYB

	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y A f_y / \gamma_{M1}}$	+	$\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} I_{y,y} / b \cdot f_y / \gamma_{M1}}$	<	1	
Horní vlákna						
	$\frac{-92,2}{187,90}$	+	$\frac{2,31}{1,00 \cdot 1,82083E+00}$	<	1	
Pro α=1,0	-0,49	+	1,27	=	0,78	< 1,00 Vyhovuje
Dolní vlákna						
	$\frac{92,2}{187,90}$	+	$\frac{2,31}{1,00 \cdot 4,55}$	<	1	
Pro α=1,0	0,49	+	0,51	=	1,00	< 1,00 Vyhovuje

Vnitřní síly na vodorovné ztužení v=40 km/h

Charakteristické hodnoty

		γ_F	ϕ_d	LM71 α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,26			-2,2	0,0	0,1	-0,2	0,0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1,26			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak UIC-71 stojící	$Q_{71\ st}$	1,16	1,36	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Odstředivé síly	$Q_{71\ mov}$	1,16	1,36	1,00	-33,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Nezatížený vlak	Q_{lak}	1,00		1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{NV}	1,16		1,00	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boční rázy	X_{Sk}	1,16		1,00	-19,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vítr	X_w	1,50			-7,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	-2,7	0,0	0,1	0,0	-0,2	0,0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak LM-71 stojící (vč.ods.sil)	$Q_{71\ st}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlak LM-71 jedoucí (vč.ods.sil)	$Q_{71\ mov}$	-53,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nezatížený vlak	Q_{NV}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{Lak}	-1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boční rázy	Q_{Sk}	-22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vítr	Q_w	-11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LM-71							
gr11 - max. svislá 1	Q_{gr11-7}	-65,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gr12 - max. svislá 2	Q_{gr12-7}	-75,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gr13 - maximální podélná	Q_{gr13-7}	-65,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gr14 - maximální boční	Q_{gr14-7}	-75,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nezatížený vlak							
gr15 - boční satbilita	Q_{gr15-N}	-22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

LM-71 max							
	ψ_0	ψ_1	ψ_2	gr11	gr12	gr13	gr14
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Nezatížený vlak	1,0						
Rozjezdové a brzdné síly	0,8	0,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5
Boční rázy	1,0	0,8		0,5	1,0	0,5	1,0
Vítr	0,5						
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]
1 $G_k+Q_{71}+(\psi_0*Q_{Lak}+\psi_0Q_{Sk}+\psi_0Q_w+\psi_0Q_T+\psi_0Q_u)$	-84	0	0	0	0
3 $G_k+Q_{gr11-71}+(\psi_0Q_w+\psi_0Q_T)$	-74	0	0	0	0
4 $G_k+Q_{gr12-71}+(\psi_0Q_w+\psi_0Q_T)$	-84	0	0	0	0
5 $G_k+Q_{gr13-71}+(\psi_0Q_w+\psi_0Q_T)$	-74	0	0	0	0
6 $G_k+Q_{gr14-71}+(\psi_0Q_w+\psi_0Q_T)$	-84	0	0	0	0
7 $G_k+Q_{gr15-NV}+(\psi_0Q_w+\psi_0Q_T)$	-30	0	0	0	0

My
1

min -84 kNm

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	-84,3	0,0	0,1	0,0	-0,2

Posouzení vodorovného ztužení - zbytková životnost

plocha profilu	A=	1,07000E+03	mm ²	L70x8
momenty setrvačnosti	I _y =	4,75000E+05	mm ⁴	
	I _z =	4,75000E+05	mm ⁴	
	L=	2338	mm	délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
materiál	f _y =	230	MPa	E= 2,10E+08 kPa
	f _u =	360	MPa	G= 8,07E+07 kPa
	γ _{M,0} =	1,1		
	γ _{M,1} =	1,2		
	γ _{M,2} =	1,3		
	ε= (235/f _y) ^{0,5} =	1,00		

VZPĚR

štíhlostní poměry
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$$

λ ₁ =	93,9	ε=	93,9	
L _{cr,y} =	1169	mm		L _{cr} = 0,5 x L
L _{cr,z} =	1169	mm		L _{cr} = 0,5 x L
i _y =	21,1	mm		
i _z =	21,1	mm		
λ _y =	0,59		> 0,2 - účinky vzpěru není možné zanedbat	
λ _z =	0,59		> 0,2 - účinky vzpěru není možné zanedbat	

součinitel vzpěrnosti
$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \chi \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

křivka vzpěrné pevnosti	y-y	b	α=	0,34	φ=	0,74	χ _y =	0,84
	z-z	b	α=	0,34	φ=	0,74	χ _z =	0,84

χ_{min}= 0,84

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

vzpěrná únosnost	N _{c,Rd} =	172,60	kN	>=	N _{Ed} =	84,3	kN	VYHOVÍ
						0,49	%	
								vyhovuje - využití

N_{Ed}= 84,33 kN
M_{y,Ed}=N_{Ed} x 0,25= 2,11 kNm

KOMBINACE TLAK + OHYB

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} I_y / b \cdot f_y / \gamma_{M1}} < 1$$

Horní vlákna								
	-84,3		2,11					
	172,60	+	1,00	.	1,97060E+00	<	1	
Pro α=1,0	-0,49	+	1,07	=	0,58	<	1,00	Vyhovuje
Dolní vlákna								
	84,3		2,11					
	172,60	+	1,00	.	4,84	<	1	
Pro α=1,0	0,49	+	0,44	=	0,92	<	1,00	Vyhovuje