

**Rekonstrukce mostu v km 2,316 na trati Strakonice – Volary**

**SO 20-01 Rekonstrukce mostu**

**DUSP+PDPS**

# **STATICKÝ VÝPOČET**

## Obsah

<b>1</b>	<b>Průvodní zpráva ke statickému výpočtu</b>	<b>3</b>
1.1	Úvod	3
1.2	Použitá literatura, podklady a výpočetní programy	3
1.3	Základní údaje pro návrh mostu	4
1.4	Materiál NK	4
1.5	Nosná konstrukce	5
1.6	Půdorys	5
1.7	Vzorový příčný řez	7
1.8	Podélný řez	7
<b>2</b>	<b>Zatížení</b>	<b>9</b>
2.1	Stálé a zbytek stálého	9
2.2	Nahodilé krátkodobé	9
2.2.1	Pohyblivé zatížení	9
2.2.2	Schéma LM-71	9
2.2.3	Boční rázy	10
2.2.4	Rozjezdové a brzdné síly	10
2.2.5	Zatížení teplotou	11
2.2.6	Síly od bezstykové koleje	11
2.2.7	Zatížení větrem	11
2.2.8	Vykolejený vlak	12
2.3	Dynamický součinitel	12
2.4	Součinitele $\psi$	12
2.5	Kombinace	12
<b>3</b>	<b>Popis statického modelu</b>	<b>13</b>
3.1	Pohled - model / axonometrie	13
<b>4</b>	<b>MSÚ</b>	<b>14</b>
4.1	Postup návrhu	14
4.2	Hlavní nosníky	14
4.2.1	Zatřídění	14
4.2.2	Omezení dýchání stěny	18
4.2.3	Vzpěr horního pasu	18
4.3	Napětí	21
4.3.1	Výpis hodnot napětí	21
4.3.2	Posouzení	23
4.4	Únava - mostovka	24
4.4.1	Výpis hodnot napětí	24
4.4.2	Posouzení	26
4.1	Únava – hl. nosníky	27
4.1.1	Výpis hodnot napětí	27
4.1.2	Posouzení	28
<b>5</b>	<b>MSP</b>	<b>29</b>
5.1	Průhyby	29
5.2	Natočení koncového průřezu konstrukce	30
5.3	Dynamické účinky	30
<b>6</b>	<b>Vykolejený vlak</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Návrh a posouzení mikropilot - založení</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>Zatížitelnost</b>	<b>33</b>
9.1	Výpočet zatížitelnosti	33
9.2	Tabulka zatížitelnosti	34

# 1 Průvodní zpráva ke statickému výpočtu

## 1.1 Úvod

Účelem tohoto statického výpočtu je návrh a posouzení nové konstrukce železničního mostu. Hlavní nosnou konstrukci tvoří ocelová trámová nosná konstrukce o rozpětí 16,0 m s dolní příčnickovou ortotropní mostovkou a plnostěnnými hlavními nosníky. Konstrukce je s průběžným kolejovým ložem. Příčníky jsou v modulu 600 mm. Žlab KL je příčně vyspádován do podélného úžlabí. Hlavní nosníky jsou z prostorového důvodu skloněny. Na koncích nosné konstrukce jsou ŽB příčníky, jejichž prostřednictvím je konstrukce uložena do ozubů nových úložných prahů. Most se nachází v ev. km 2,316, kolej na mostě je směrově vedena v oblouku  $R = 198,0$  m, VMP 2,5. Objekt umožňuje mimoúrovňové převedení železniční trati přes vodoteč.

## 1.2 Použitá literatura, podklady a výpočetní programy

Veškeré uvedené dokumenty jsou předepsány v aktuálním znění (platném v 05/2021), včetně všech vydaných změn a oprav.

č. 22/1997 Sb.	Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů
č. 137/1998 Sb.	Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o obecných technických požadavcích na výstavbu
č. 163/2002 Sb.	Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
č. 177/1995 Sb.	Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává stavební a technický řád drah
č. 266/1994 Sb.	Zákon o drahách
č. 268/2009 Sb.	Vyhláška o technických požadavcích na stavby
TKP	Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah, 3. aktualizované vydání, vč. změn
GŘ SŽDC s.o. 11	Směrnice GŘ SŽDC s.o., Dokumentace pro přípravu staveb na železničních tratích celostátních a regionálních
SŽDC S3	Železniční svršek
SŽDC S3/2	Bezстыková kolej
SŽDC S4	Železniční spodek
SŽDC S5	Správa mostních objektů
SŽDC (ČD) S5/4	Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí
SŽDC (ČD) SR5/7 (S)	Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů
ČSN EN 206+A1	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 1090-2	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou
ČSN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-2	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
ČSN 73 0037	Zemní tlak na stavební konstrukce
ČSN 73 2603	Ocelové mostní konstrukce - Doplnující specifikace pro provádění, kontrolu kvality a prohlídky
ČSN 73 6200	Mosty - Terminologie a třídění
ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů
ČSN 74 3305	Ochranná zábradlí
TNŽ 73 6280	Navrhování a provádění vodotěsných izolací železničních mostních objektů
TP 124	Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací
MP	Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (2015)
IDA NEXIS 32	program pro výpočet prutových, deskostěnových a skořepinových konstrukcí (Ida & spol. s.r.o. Brno, FEM consulting s.r.o. Brno, SCIA International, Belgie)

### 1.3 Základní údaje pro návrh mostu

- nová NK pro jednu kolej, trať v oblouku  $R = 198,0$  m
- hlavní nosníky tv. I, příčně ukloněné, mostovka z plechu s příčníky, nad opěrami koncové příčníky ze ŽB spřažené s deskou mostovky
- prostý nosník, rozpětí 16,0 m
- šikmost mostu  $90,0^\circ$
- niveleta na mostě vodorovná  $\pm 0,0\text{‰}$
- přemostňovanou překážkou je vodoteč – potok
- železniční svršek tvaru 49 E1 na ocelových Y-pražcích, tl. KL min. 300 mm pod pražcem
- nahodilé krátkodobé zatížení - model zatížení LM71, klasifikační součinitel  $\alpha = 1,10$  (zatížení dle ČSN EN 1991-2)
- rychlost 50 km/h, výhled 55 km/h ( $V_{130}=60$  km/h)

### 1.4 Materiál NK

**ocel S355 J2+N** dle EN 10025-2, pro nosné části konstrukce, plechy  $t \leq 40$  mm

$E = 210$  GPa – Modul pružnosti materiálu

$f_y = 355$  MPa pro plechy  $t \leq 16$  mm

$f_y = 345$  MPa pro plechy  $16 \text{ mm} < t \leq 40$  mm – jmenovitá hodnota meze kluzu materiálu

$f_u = 470$  MPa – jmenovitá hodnota meze pevnosti materiálu

**ocel S355 NL** dle EN 10025-3, pro nosné části konstrukce, plechy  $t > 40$  mm

$E = 210$  GPa – Modul pružnosti materiálu

$f_y = 335$  MPa pro plechy  $40 \text{ mm} < t \leq 63$  mm – jmenovitá hodnota meze kluzu materiálu

$f_u = 470$  MPa – Jmenovitá hodnota meze pevnosti materiálu

$$G = 81\,000 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,3$$

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_M$$

$\gamma_{M0}=1,00$  - Průřezy při nadměrném zplastizování včetně lokálního boulení

$\gamma_{M1}=1,10$  - Stabilitní posouzení prutu

$\gamma_{M2}=1,25$  - Průřezy v tahu oslabené otvory

$\gamma_{MF}=1,35$  - Součinitel spolehlivosti únavové pevnosti: Bezpečná životnost, závažné důsledky porušení

$\gamma_{MF}=1,15$  - Součinitel spolehlivosti únavové pevnosti: Přípustná poškození, závažné důsledky porušení

$\gamma_{M2}=1,25$  - Únosnost spojů

### beton C30/37 (B 425)

$$f_{c,k} = 30 \text{ MPa}$$

$$\gamma_C = 1,50 \text{ pro základní kombinace zatížení}$$

$$\gamma_M = 1,30 \text{ pro mimořádné kombinace zatížení}$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$f_{c,d} = \alpha_{cc} * f_{c,k} / \gamma_M$$

$$E_{c,s} = 32\,000 \text{ MPa, } n=6,6 \quad \dots \text{ pro krátkodobé zatížení}$$

$$E_{c,l} = 10\,667 \text{ MPa, } n=19,7 \quad \dots \text{ pro dlouhodobé zatížení}$$

### výztuž B500B (10505 R)

$$f_{s,k} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,15 \text{ pro základní kombinace zatížení}$$

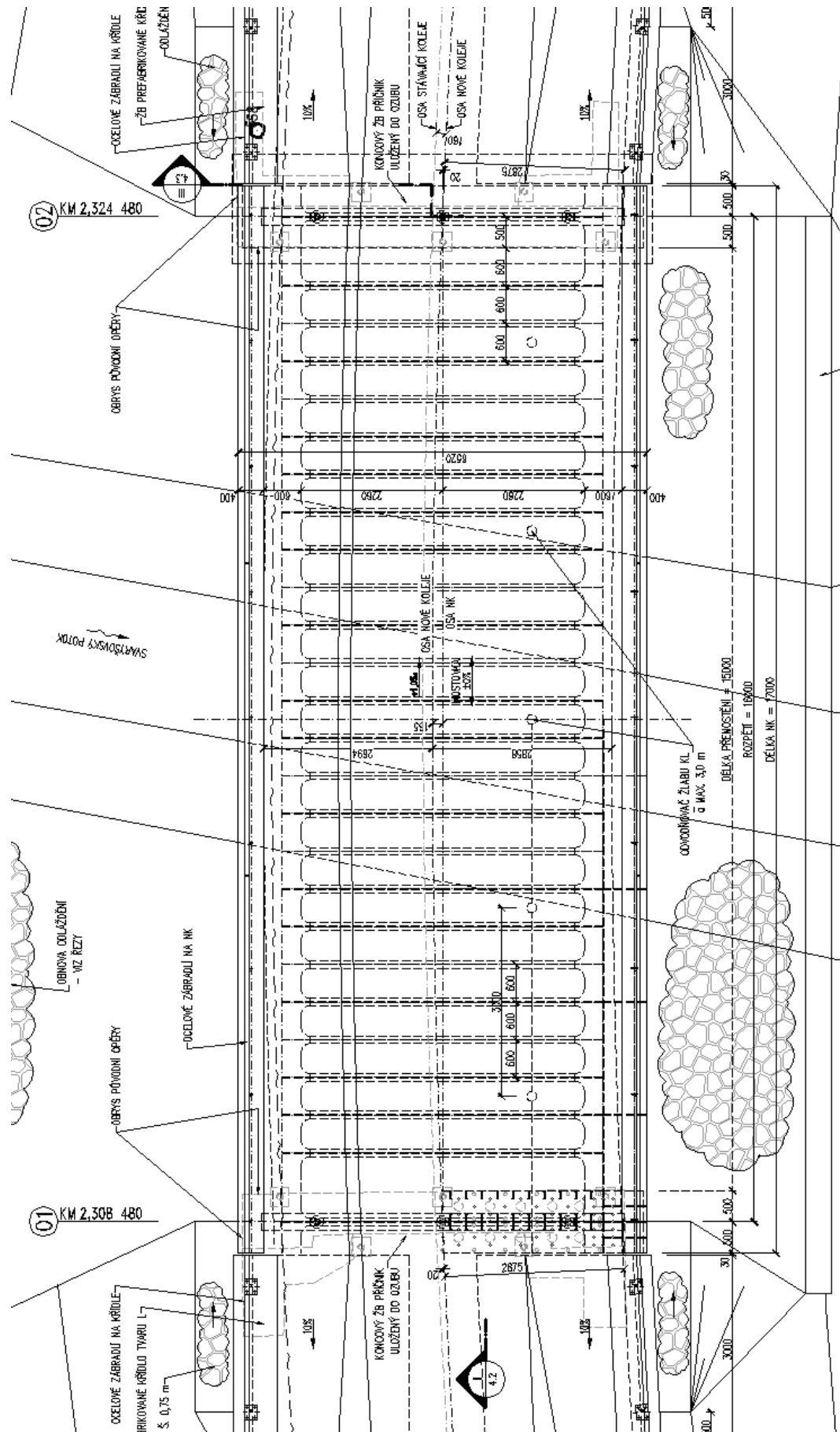
$$\gamma_M = 1,00 \text{ pro mimořádné kombinace zatížení}$$

## 1.5 Nosná konstrukce

Jedná se o ocelovou konstrukci s dolní mostovkou a průběžným kolejovým ložem. Nosná konstrukce je tvořena dvěma hlavními nosníky tv. I, příčně ukloněné, mezi nimi je mostovka z plechu tl. 20 mm s příčníky min. výšky 375 mm v úžlabí. Nad opěrami jsou koncové příčníky ze ŽB spřažené s deskou mostovky. Konstrukční výška činí 1,470 m, šířka NK 6,52 m. Šířka žlabu KL je 5,43 m v úrovni plechu mostovky. Celá NK je s ohledem na sklon nivelety podélně vodorovná. V příčném směru je mostovka vyspádovaná do úžlabí sklonem mostovky 5%, resp. 2%. Na NK je pět odvodňovačů. Konstrukce je kolmá. Na NK jsou navrženy podporové příčníky, jejichž prostřednictvím je konstrukce uložena do ozubů nových úložných prahů.

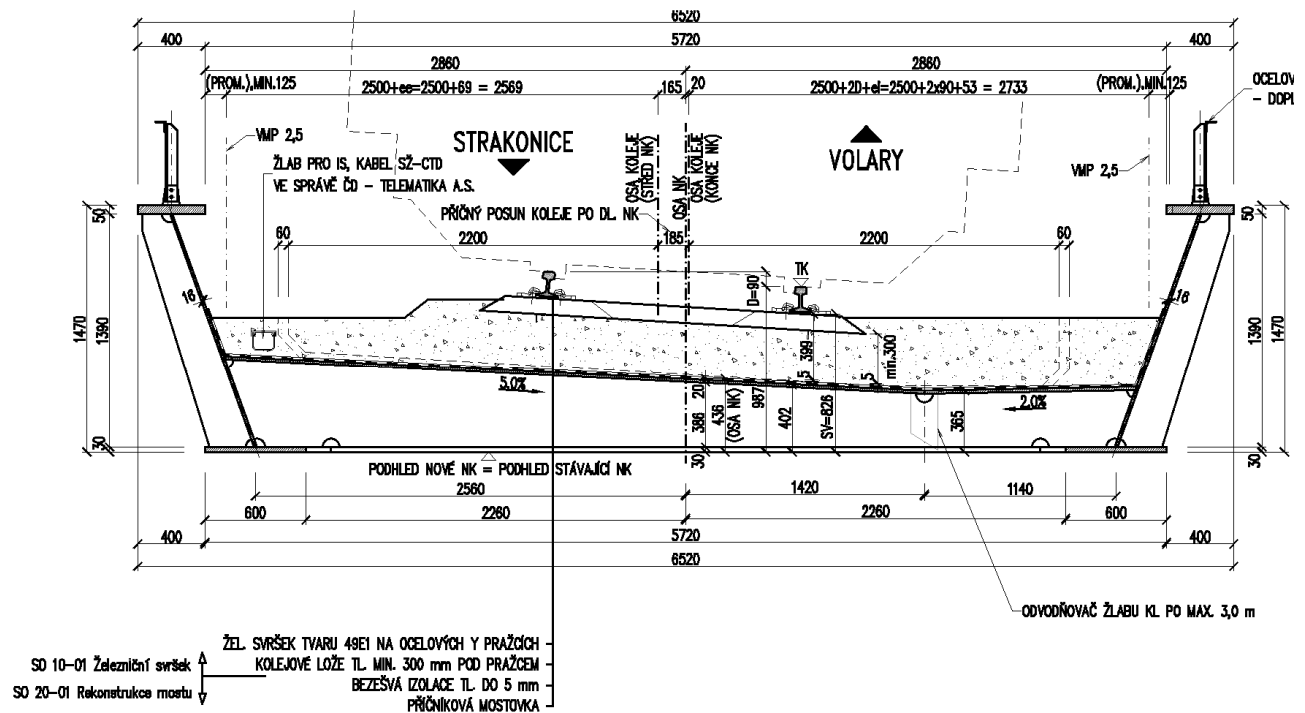
## 1.6 Půdorys

(viz následující strana)



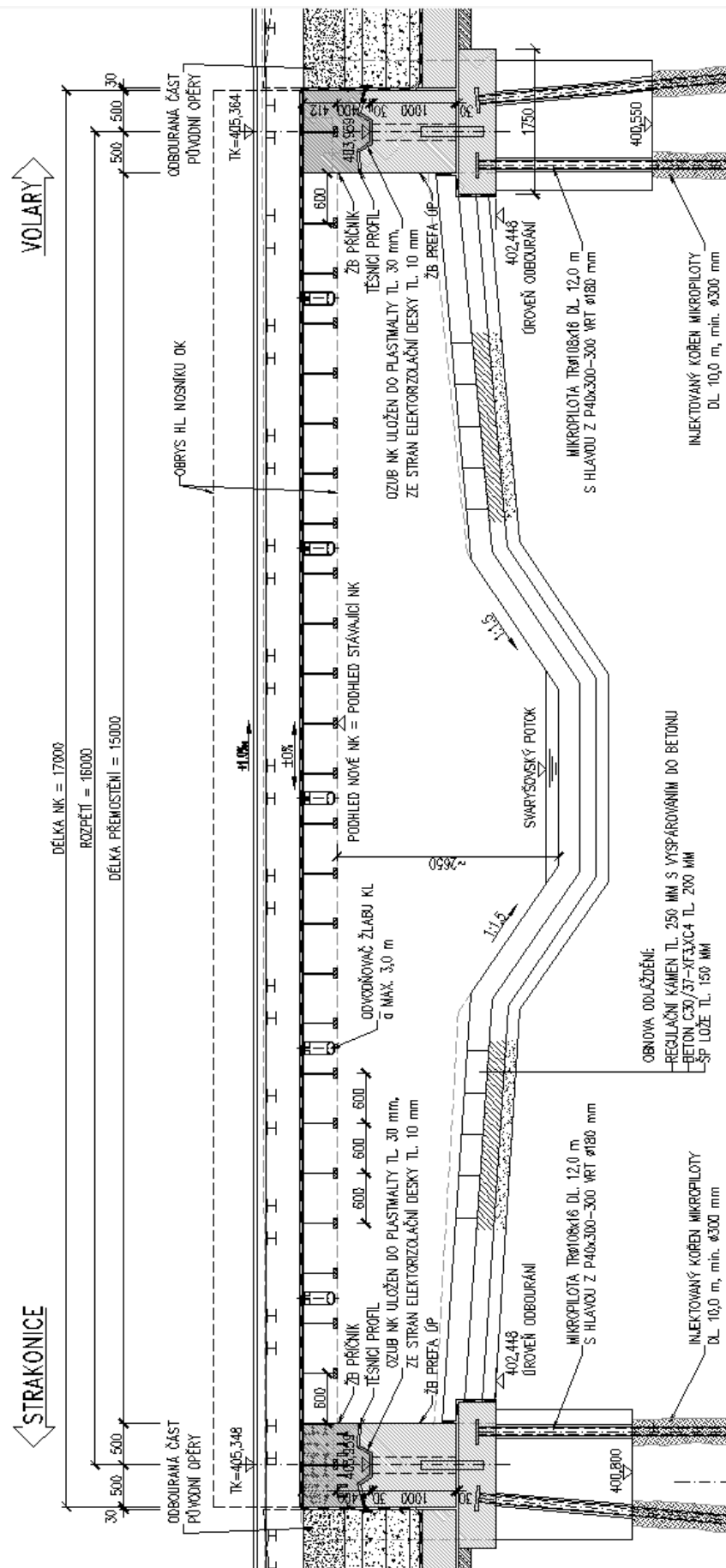
## 1.7 Vzorový příčný řez

(v 1/2 L)



## 1.8 Podélný řez

(viz následující strana)





## 2 Zatížení

### 2.1 Stálé a zbytek stálého

$$\gamma_f = 1,35$$

#### Zatížení

	<u>charakteristické zatížení</u>	
	kN/m	$\gamma_f$
OK (vl. tíha)	generováno programem	1,35
ŽB příčnice	generováno programem	1,35
kolej. lože (bez rezervy 30%, izolace)	0,4*20	8,0 kN/m <sup>2</sup>
přítížení kolejí (na š. 2,8 m)	2,5/2,8	0,9 kN/m <sup>2</sup>
zábradlí	neuvažují	

### 2.2 Nahodilé krátkodobé

#### 2.2.1 Pohyblivé zatížení

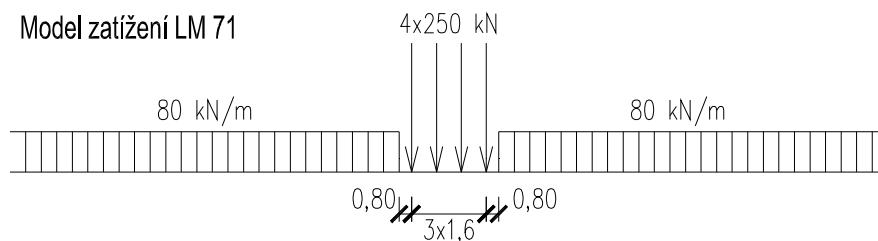
Pohyblivá zatížení jsou umístěna do polohy vyvolávající maximální účinky ve sledovaném průřezu.

Návrhové zatížení pro schéma LM-71:

součinitel zatížení  $\gamma_f = 1,45$

klasifikační součinitel  $\alpha = 1,10$

dynamický součinitel  $\phi_2, \phi_3 = \text{viz dále}$



#### 2.2.2 Schéma LM-71

##### Odstředivá síla:

$$F_k = 250/1,6 = 156,25 \quad \text{kN/m} \quad (\text{nápravy } 250 \text{ kN})$$

$$F_{k'} = 80,00 \quad \text{kN/m} \quad (\text{spojité } 80 \text{ kN/m})$$

$$r = 198,0 \quad \text{m}$$

$$v = 60 \quad \text{km/h} = 16,67 \quad \text{m/s}$$

##### Horizontální síly:

$$a = v^2/r = 1,40 \quad \text{m/s}^2$$

$$F = m \cdot a$$

$$F_{\text{odstř,max,k}} = 21,92 \quad \text{kN/m}$$

$$F_{\text{odstř,max,k'}} = 11,22 \quad \text{kN/m}$$

**Svislé síly:**

vzdálenost T vlaku od TK =	1,80	m	
vzd. mostovky od TK =	0,60	m	
roznos na š. =	<b>2,80</b>	m	
D =	90	mm	(převýšení kolejnic)
posun T =	108,00	mm	
$f_{k,přit.}$ =	25,05	kN/m <sup>2</sup>	(svislé přitížení od náprav 250 kN)
$f_{k,přit.}'$ =	12,83	kN/m <sup>2</sup>	(svislé přitížení od spojitého 80 kN/m)

**Stojící vlak:**

1,4 m od osy koleje - strana do oblouku:

$f_k$ =	<b>63,84</b>	kN/m <sup>2</sup>	(nápravy 250 kN)
$f_k'$ =	<b>32,69</b>	kN/m <sup>2</sup>	(spojité 80 kN/m)

1,4 m od osy koleje - strana z oblouku:

$f_k$ =	47,77	kN/m <sup>2</sup>	(nápravy 250 kN)
$f_k'$ =	24,46	kN/m <sup>2</sup>	(spojité 80 kN/m)

**Jedoucí vlak:**

1,4 m od osy koleje - strana do oblouku:

$f_k$ =	38,79	kN/m <sup>2</sup>	(nápravy 250 kN)
$f_k'$ =	19,86	kN/m <sup>2</sup>	(spojité 80 kN/m)

1,4 m od osy koleje - strana z oblouku:

$f_k$ =	<b>72,82</b>	kN/m <sup>2</sup>	(nápravy 250 kN)
$f_k'$ =	<b>37,28</b>	kN/m <sup>2</sup>	(spojité 80 kN/m)

Vliv posunu koleje – pro jedoucí vlak uvažují zvětšení zatížení od vlaku oproti poloze v ose NK pro levý nosník:

$$1-2395/5120 = 0,53 \text{ (posun osy koleje vůči ose NK)}$$

$$0,53/0,50 = 1,064 \text{ (+6,4\%)}$$

**2.2.3 Boční rázy**

$$\gamma_f = 1,45$$

Osamělá síla v nejúčinnější poloze ve výšce temene kolejnice

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}, e = 0,60 \text{ m}, \alpha = 1,10$$

$$B_{w,1} = \pm 100 * 1,10 * 0,6/1,5/1,4/1,2 = \pm 26,2 \text{ kN/m}^2 \text{ (svisle na plochu 1,4 m x 1,2 m plechu mostovky)}$$

**2.2.4 Rozjezdové a brzdné síly**

K účinku na konstrukci se nepřihlíží. Pro návrh příčníků nosné konstrukce se uvažuje:

$$\gamma_f = 1,45$$

Rozjezdová síla:

$$Q_{lak} = 33 \text{ kN/m}$$

$$F_{f,k}' = \alpha \cdot 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$$

$$F_{f,k}' = 1,10 \cdot 33 \cdot 17 = 471,9 \text{ kN} \rightarrow$$

$$F_{f,k} = 617,1 \text{ kN}$$

Brzdná síla:

$$Q_{lbk} = 20 \text{ kN/m}$$

$$F_{f,k}' = \alpha \cdot 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$$

$$F_{f,k}' = 1,10 \cdot 20 \cdot 17 = 286,0 \text{ kN} \rightarrow$$

$$F_{f,k} = 374,0 \text{ kN}$$

## 2.2.5 Zatížení teplotou

$$\gamma_f = 1,5$$

### Rovnoměrná složka teploty

Konstrukce: 1. typ

$$T_{\max} = 37 \text{ °C} \dots \text{max. teplota vzduchu ve stínu}$$

$$T_{\min} = -33 \text{ °C} \dots \text{min. teplota vzduchu ve stínu}$$

$$T_{e,\max} = 37 + 15 = 52,0 \text{ °C} \dots \text{max. teplota mostu}$$

$$T_{e,\min} = -33 - 2 = -35,0 \text{ °C} \dots \text{min. teplota mostu}$$

(pro výpočet uvažují oteplení i ochlazení od 45°C)

### Nerovnoměrná složka teploty

S ohledem na využití prvků konstrukce, kdy u NK rozhoduje MSÚ – únavy, nerovnoměrnou složku teploty dále neuvažují.

## 2.2.6 Síly od bezstykové koleje

Podélné síly od bezstykové koleje jsou do konstrukce přenášeny rovnoměrně a jejich vliv na nosnou konstrukci není tedy uvažován, pro návrh příčniců nosné konstrukce se uvažuje:

pro namáhání kolejnic:  $\gamma_f = 1,0$  (ČSN EN 1991-2)

$$F_{t,k} = 0,6 \cdot k \cdot L_t = 0,6 \cdot 20 \cdot 17,0$$

$$F_{t,k} = 204,0 \text{ kN}$$

$$(F_{t,k} = 12,0 \text{ kN/m})$$

## 2.2.7 Zatížení větrem

(a) $d_{\text{tot}} = 1,00$ m (výška)*	(a) $b/d_{\text{tot}} = 6,52$	Nezatížený most
(b) $d_{\text{tot}} = 5,00$ m (výška)**	(b) $b/d_{\text{tot}} = 1,30$	Zatížený most
$b = 6,52$ m (šířka)	(a) $c_{fx,0} = 1,30$	Nezatížený most
$m$ (výška nad zemí)	(b) $c_{fx,0} = 2,15$	Zatížený most
cca $z = 2$		
* NK po TK	** NK po TK + doprava	

Souč. zatížení větrem dle H, kat. terénu II			
	$b/d_{\text{dot}}$	$z_e < 20$	$z_e = 50$
Nezatížený	4,0	3,6	4,5
Zatížený	1,3	6,0	7,4

(a)  $C = 3,6$  součinitel zatížení větrem  
 (b)  $C = 6,0$  součinitel zatížení větrem  
 $v_b = v_{b0} = 25$  m/s (základní rychlost větru)  
 $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>

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

(a)  $F_w = 1,41 \cdot A_{ref,x}$  kN (síla větru)  
 (b)  $F_w = 2,34 \cdot A_{ref,x}$  kN (síla větru)

Zatížení	výška $d_{tot}$ [m]	$F_w/m'$ [kN/m]
pouze na NK	1,00	1,41
na NK vč. dopravy	5,00	11,70

## 2.2.8 Vykojený vlak

Viz dále.

## 2.3 Dynamický součinitel

$$\phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_d} - 0,2) + 0,73 = 1,30 \quad (L_d = 16,0 \text{ m, hlavní nosník})$$

$$\phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_d} - 0,2) + 0,73 = 1,90 \quad (L_d = 2 \cdot 0,6 + 3,0 \text{ m} = 4,2 \text{ m, plech mostovky, příčníky})$$

## 2.4 Součinitele $\psi$

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Vlak LM-71	0,8	0,8	0,0
Vlak SW0	0,8	0,8	0,0
Nezatížený vlak	1,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	0,8	0,8	0,0
Boční rázy	1,0	0,8	0,0
Vítr	0,75	0,5	0,0
Teplota	0,6	0,6	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

## 2.5 Kombinace

statický výpočet uvádí kombinace zatížení:

**zatížení č. 1:** kombinace stálé+zbytek st.+LM-71\* $\alpha \cdot \phi_3$  vč. odstř. sil+boč.ráz+0,6\*teplota+0,75\*vítr (max. zatížení levé části NK od jedoucího vlaku)

**zatížení č. 2:** kombinace stálé+zbytek st.+LM-71\* $\alpha \cdot \phi_3$ +boč.ráz+0,6\*teplota+0,75\*vítr (max. zatížení pravé části NK od stojícího vlaku)

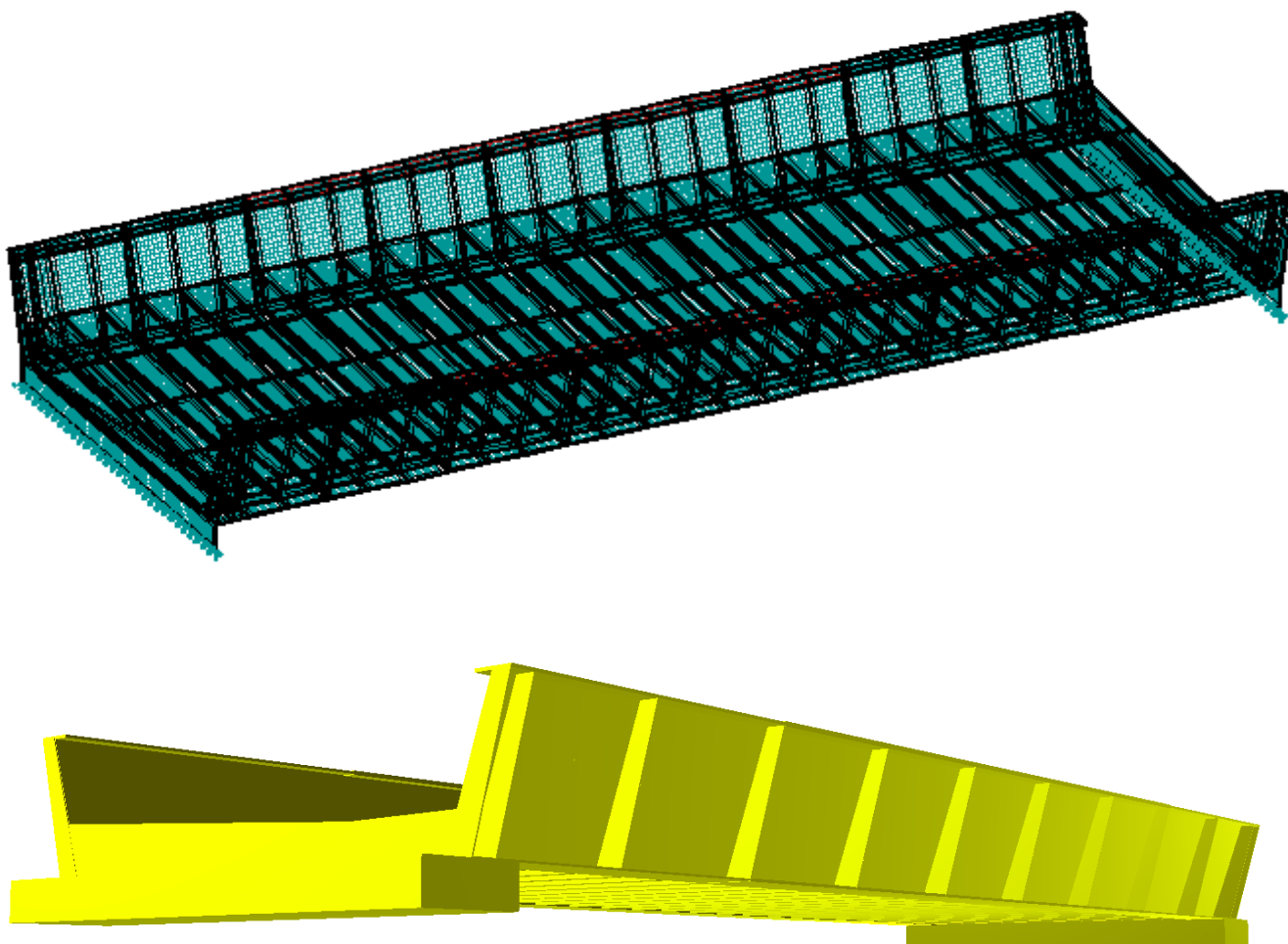
**zatížení č. 3:** samotné schéma LM-71 vč./bez odstř. sil

Pro výpočet kombinací je použit konzervativní výraz 6.10. Pro návrh dimenzí konstrukce je rozhodující únava materiálu, proto mezní stav únosnosti dle výrazu 6.10 neovlivní ekonomiku návrhu.

### 3 Popis statického modelu

Výpočet napětí sil byl proveden s reálnými průřezy a odpovídajícím zatížením na desku mostovky, zatížení od vlaku je uvažováno na pás š. 2,8 m. Konstrukce je modelována deskostěnovými prvky i s ŽB příčníky vč. podélné tuhosti opěr při uložení v ozubu. Výpočty napětí, deformací a vlastních frekvencí byly provedeny pomocí programu IDA NEXIS 32.

#### 3.1 Pohled - model / axonometrie



## 4 MSÚ

### 4.1 Postup návrhu

- hodnoty zatížení jsou uvažovány v návrhových hodnotách – vč. souč. zatížení (zatížení č. 1 a č. 2)
- o dimenzích prvků rozhoduje MSÚ – únavy
- všechny průřezy OK jsou tř. 1 nebo tř. 2, kromě
  - plechu mostovky v podélném směru, ke zplastizování však s ohledem na výše uvedené v žádném průřezu nedochází
  - hlavních nosníků, kde je stěna nepatrně ve tř. 4, zohledněno dále
- s ohledem na tvar NK a její využití v MSÚ jsou provedeny kombinace zatěžovacích stavů přímo v programu IDA NEXIS 32, program při výpočtu zohledňuje smyk. ochabnutí
- teplota – uvažováno rovnoměrné ochlazení NK o 45°C, které s ohledem na podepření v ozubu zatěžuje NK steným směrem jako ostatní svislá zatížení

### 4.2 Hlavní nosníky

#### 4.2.1 Zatřídění

##### 4.2.1.1 Levý hl. nosník v L/2

##### Průřezové charakteristiky

Ocel	b	t	
horní pásnice	400	50	mm
stěna	1390	16	mm
dolní pásnice	600	30	mm
celkem $h_s =$		<b>1470</b>	mm
	$E_a =$	210000	MPa
horní pásnice $f_y$			MPa
=		335	MPa
stěna $f_y =$		355	MPa
dolní pásnice $f_y$			MPa
=		345	MPa

	Plocha mm <sup>2</sup>	Vzdálenost od neutrálních os			
		$e_{1s}$ mm	$e_{2s}$ mm	$e_{1a}$ mm	$e_{2a}$ mm
Ocelový nosník	60240	-	-	-718	752
Ocelový nosník $A_a =$	60240	mm <sup>2</sup>			

	Statické momenty				$I_y$
	h.p. + bet. mm <sup>3</sup>	dol. p. mm <sup>3</sup>	dolní část mm <sup>3</sup>	bet. deska mm <sup>3</sup>	mm <sup>4</sup>
Ocelový nosník				-	2,298E+10
	$I_{0a} = 3,586E+09$				

**Zatřídění**

$\psi =$	-0,90	(tah/tlak)	
$d/t_w =$	92,0		prodloužení stěny vlivem uklonění
podmínka pro třídu 3	91,8		1,068
nosník je třídy:	<b>4</b>		

	tlak	50
	232	
	89	668
1390	347,6	
	n.o.	
	16	722
	tah	30

$k_{\sigma} =$	21,57	pro psí 1 až -1
$k_{\sigma} =$	21,64	pro psí -1 až -2
$k_{\sigma} =$	21,57	
$\lambda_p =$	0,86	
$\rho =$	0,87	
$b_{eff} =$	579,4	mm
$b_{e,1} =$	231,8	mm (u pásnice)
$b_{e,2} =$	347,6	mm (u n.o.)

**4.2.1.2 Pravý hl. nosník v L/2****Průřezové charakteristiky**

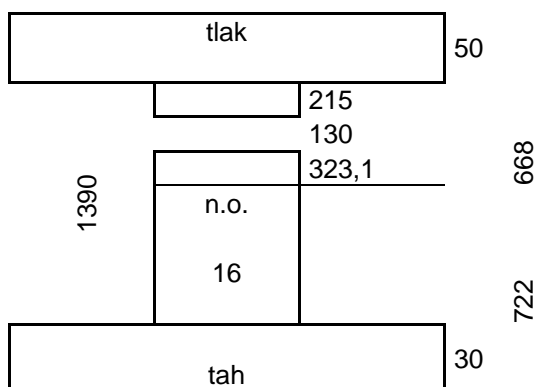
<b>Ocel</b>	<b>b</b>	<b>t</b>	
horní pásnice	400	50	mm
stěna	1390	16	mm
dolní pásnice	600	30	mm
celkem $h_s =$		<b>1470</b>	mm
	$E_a =$	210000	MPa
horní pásnice $f_y$			
=		335	MPa
stěna $f_y =$		355	MPa
dolní pásnice $f_y$			
=		345	MPa

	Plocha mm <sup>2</sup>	Vzdálenost od neutrálních os			
		$e_{1s}$ mm	$e_{2s}$ mm	$e_{1a}$ mm	$e_{2a}$ mm
Ocelový nosník	60240	-	-	-718	752
Ocelový nosník $A_a =$	60240	mm <sup>2</sup>			

	Statické momenty				$I_y$ mm <sup>4</sup>
	h.p. + bet. mm <sup>3</sup>	dol. p. mm <sup>3</sup>	dolní část mm <sup>3</sup>	bet. deska mm <sup>3</sup>	
Ocelový nosník				-	2,298E+10
					$I_{0a} = 3,586E+09$

**Zatřídění**

$\psi =$	-0,72	(tah/tlak)	
$d/t_w =$	92,0		prodloužení stěny vlivem uklonění
podmínka pro třídu 3	79,0		1,068
nosník je třídy:	<b>4</b>		



$k_{\sigma} =$	17,38	pro psí 1 až -1
$k_{\sigma} =$	17,68	pro psí -1 až -2
$k_{\sigma} =$	17,38	
$\lambda_p =$	0,95	
$\rho =$	0,81	
$b_{eff} =$	538,5	mm
$b_{e,1} =$	215,4	mm (u pásnice)
$b_{e,2} =$	323,1	mm (u n.o.)

**4.2.1.3 Levý hl. nosník v místě změny tl. HP****Průřezové charakteristiky****Ocel**

	b	t	
horní pásnice	400	30	mm
stěna	1390	16	mm
dolní pásnice	600	20	mm
celkem $h_s =$		<b>1440</b>	mm
$E_a =$		210000	MPa
horní pásnice $f_y$			
$=$		345	MPa
stěna $f_y =$		355	MPa
dolní pásnice $f_y$		345	MPa

**Beton**

$h =$	1
$b =$	1
$b_{eff} =$	1
$y_{eb} =$	0,5
$E_b =$	32000
$f_{ck} =$	30
$f_{ctm} =$	2,9



=

	Plocha mm <sup>2</sup>	Vzdálenost od neutrálních os			
		e <sub>1s</sub> mm	e <sub>2s</sub> mm	e <sub>1a</sub> mm	e <sub>2a</sub> mm
Ocelový nosník	46240	-	-	-724	716

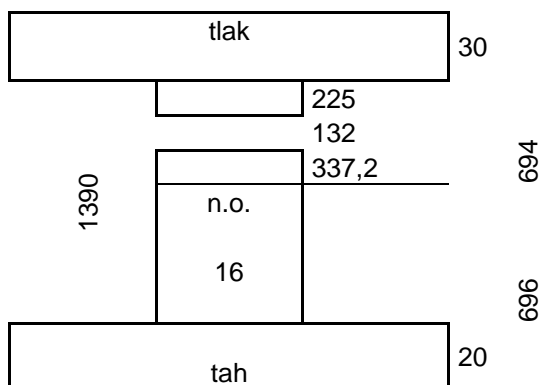
Ocelový nosník  $A_a = 46240 \text{ mm}^2$ 

	Statické momenty				$I_y$ mm <sup>4</sup>
	h.p. + bet. mm <sup>3</sup>	dol. p. mm <sup>3</sup>	dolní část mm <sup>3</sup>	bet. deska mm <sup>3</sup>	
Ocelový nosník				-	1,560E+10

 $I_{0a} = 3,582E+09$ **Zatřídění**

$\psi = -0,73$  (tah/tlak)  
 $d/t_w = 92,0$   
 podmínka pro třídu 3 79,7  
 nosník je třídy: **4**

prodloužení stěny vlivem uklonění  
 1,068



$k_\sigma = 17,64$  pro psí 1 až -1  
 $k_\sigma = 17,93$  pro psí -1 až -2  
 $k_\sigma = 17,64$   
 $\lambda_p = 0,95$   
 $\rho = 0,81$   
 $b_{eff} = 562,0$  mm  
 $b_{e,1} = 224,8$  mm (u pásnice)  
 $b_{e,2} = 337,2$  mm (u n.o.)

Stěna hlavních nosníků je vždy nepatrně ve tř. 4, při odečtení nepůsobící tlač. části (uvedeno pro 150 mm) se vlivem změny modulu průřezu  $W_h$  a  $W_d$  zvětší napětí v horních vláknech do cca 3%. Přídavný moment neuvažuji, odečtená napětí budou zvětšena o 3% - viz dále.

	I - hore	I - dole
<b>nosník - plný průřez</b>		
$I_y$	$e_{1a}$	$e_{2a}$
mm <sup>4</sup>	mm	mm

	2,613E+10	718,66	751,34
$\sigma_a$	2,750E-05	2,875E-05	

<b>nosník - tř.</b>			
<b>4</b>			
$I_y$	$e_{1a}$	$e_{2a}$	
mm <sup>4</sup>	mm	mm	
2,583E+10	729,9	740,1	
$\sigma_a$	2,826E-05	2,866E-05	

poměr  
napětí                      102,8%                      99,7%

#### 4.2.2 Omezení dýchání stěny

$b/t < 55+3,3L < 250$  (drážní most)  
 $L = 20,00$  m (L, anebo min. 20 m)  
 $b/t = 92,0$   
 $55+3,3L = 121$

92,0	<	121	<	250
vyhovuje		vyhovuje		

#### 4.2.3 Vzpěr horního pasu

Pro výpočet klopení resp. vzpěru horní pásnice hl. nosníku byl využit prostorový model, na kterém byly ověřeny tuhosti příčných rámců, které jsou rozhodující pro určení vzpěrné délky horního pasu hl. nosníku. Uveden i výpočet dle platných norem.

□		Řez
		1
$I_z$ pásu	mm <sup>4</sup>	2,67E+08
$h_{hl.n.}$	mm	1465
$C_z$ příčnicku	mm	306
$A_h$	mm	2,31E+04
$h_A$	mm	244,4
$C_A$	mm	203,0
$C_z$ vyz. Troj.		0
$h_v$	mm	1117,8
$I_v$	mm <sup>4</sup>	5,75E+07
$I_q$	mm <sup>4</sup>	5,65E+08
$b_q$	mm	6100
$h$	mm	1117,8
$E$	Mpa	210 000

##### Příčník

$C_z = e_d$	306	mm
$I_y$	5,647E+08	mm <sup>4</sup>

##### Horní pás

$A$	23110	mm <sup>2</sup>
$C_z = e_d$	203	mm
$I_z$	2,667E+08	mm <sup>4</sup>
$i$	107	mm

$C_i$	kNm	<b>14 141</b>
$I$	mm	<b>1800</b>
$c$	kN	7856
$L$	m	<b>16</b>
$\gamma$		9,19E+03
$m$		19
$N_E$	kN	2157
$N_{cr}$	kN	41955
$\lambda_{LT}'$		0,430
$L_{cr}$	m	3,628
křivka	k ose y	<b>c</b>
$\alpha$		0,49
$\phi$		0,65
$\chi_z$		<b>0,882</b>

**Příčník**

<b>Ocel</b>	<b>b</b>	<b>t</b>	
horní pásnice	<b>600</b>	<b>20</b>	mm
stěna	<b>385</b>	<b>12</b>	mm
dolní pásnice	<b>120</b>	<b>30</b>	mm
celkem $h_s =$	<b>435</b>		mm
	$E_a =$	210000	MPa

## Ocelový nosník:

$A$	20220	mm <sup>2</sup>
$I_y$	5,647E+08	mm <sup>4</sup>
$W_{el}$	1,85E-03	m <sup>3</sup>
$W_{pl}$	2,15E-03	m <sup>3</sup>
$I_{0a} =$	5,774E+07	mm <sup>4</sup>

## Vzdálenost od neutrálních os:

$e_{1a}$	-129	mm (nahore)
$e_{2a}$	306	mm (dole)

**Výztuha**

<b>Ocel</b>	<b>b</b>	<b>t</b>	
horní pásnice	<b>388,8</b>	<b>16</b>	mm
stěna	<b>240</b>	<b>16</b>	mm
dolní pásnice	<b>0</b>	<b>0</b>	mm
celkem $h_s =$	<b>256</b>		mm
	$E_a =$	210000	MPa

## Ocelový nosník:

A	10060,8	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	5,747E+07	mm <sup>4</sup>
W <sub>el</sub>	2,89E-04	m <sup>3</sup>
W <sub>pl</sub>	4,22E-04	m <sup>3</sup>
I <sub>0a</sub> =	1,856E+07	mm <sup>4</sup>

## Vzdálenost od neutrálních os:

e <sub>1a</sub>	-57	mm (nahore)
e <sub>2a</sub>	199	mm (dole)

## Horní pás - L HP

Ocel	b	t	
horní pásnice	400	50	mm
stěna	194,4	16	mm
dolní pásnice	0	0	mm
celkem h <sub>s</sub> =	244,4		mm
E <sub>a</sub> =	210000		MPa

## Ocelový nosník:

A	23110,4	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	5,416E+07	mm <sup>4</sup>
W <sub>el</sub>	2,67E-04	m <sup>3</sup>
W <sub>pl</sub>	-3,65E-03	m <sup>3</sup>
I <sub>0a</sub> =	1,396E+07	mm <sup>4</sup>

## Vzdálenost od neutrálních os:

e <sub>1a</sub>	-41	mm (nahore)
e <sub>2a</sub>	203	mm (dole)

## Hodnoty z modelu:

L hl. nosník

def. z modelu od 1000 kN

47      0,047 mm/kN  
5E-05 m/kN

P hl. nosník

def. z modelu od 1000 kN

73      0,073 mm/kN  
0,000073 m/kN

C <sub>i</sub>	kNm	21 277
----------------	-----	--------

C <sub>i</sub>	kNm	13 699
----------------	-----	--------

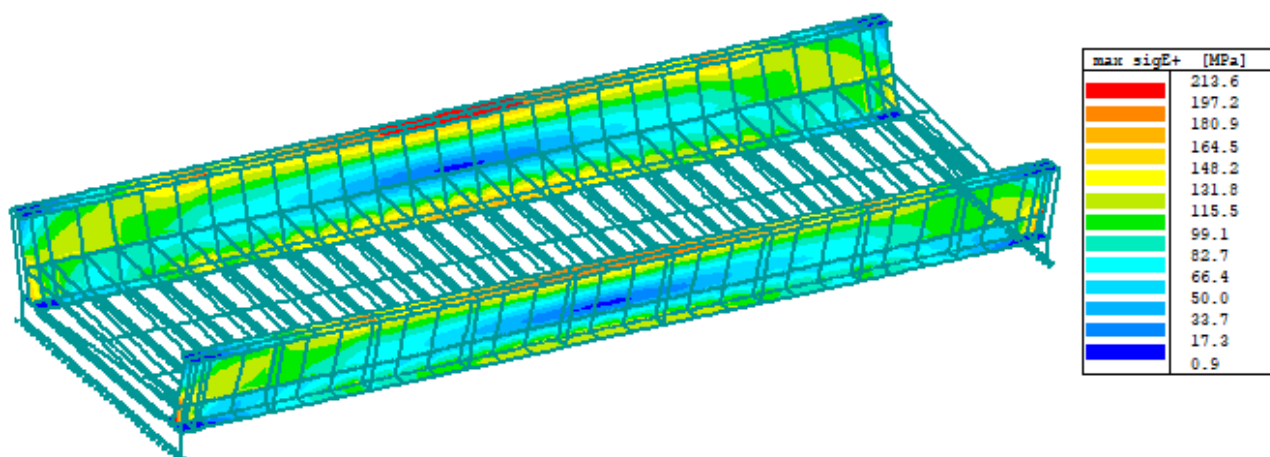
Levý nosník vychází z modelu výrazně tužší, protože je zde v místě napojení do stěny významně vyšší mostovka i vyšší příčníky. V tab. je uvedena průměrná výška příčníku a též polorámy i svislé výztuhy jsou v rastru každého 3. příčníku. V modelu se též do tuhosti mostovky zapojují i mezilehé příčníky. Hodnoty si takto poměrně dobře odpovídají a pro výpočet obou hl. nosníků bude použita nižší vypočtená hodnota.

## 4.3 Napětí

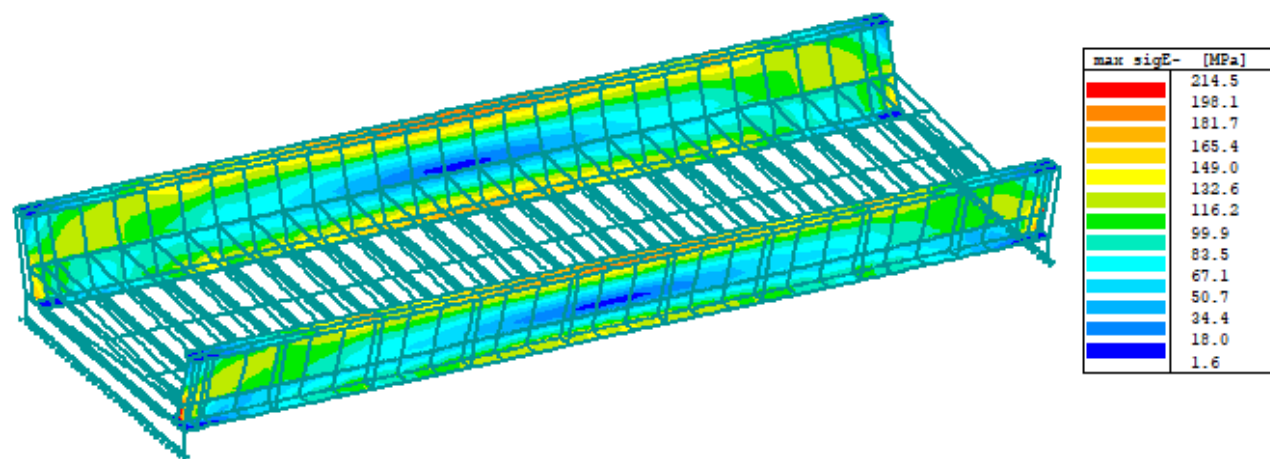
### 4.3.1 Výpis hodnot napětí

- plech mostovky je zatížen nahod. zatížením dle příč. ploch
- v obrázcích uváděny buď obálky, nebo stavy vyvolávající max. napětí v prvku
- zvětšení napětí v HP vlivem klopení a průřezu tř. 4 – viz dále

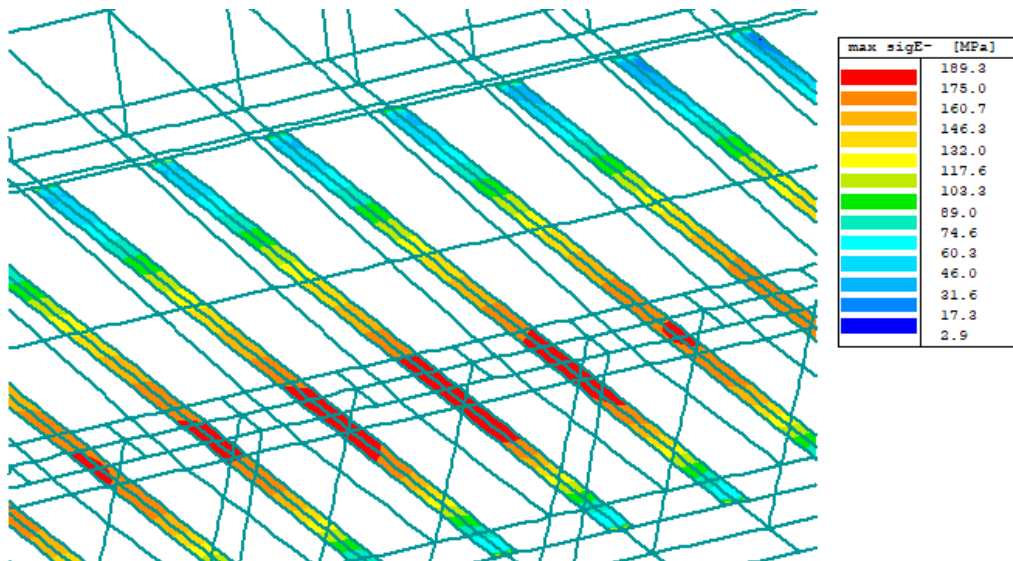
obálka zatížení č. 1 a č. 2: redukované napětí na HP hlavních nosníků – horní povrch,  $\phi_3 = 1,30$



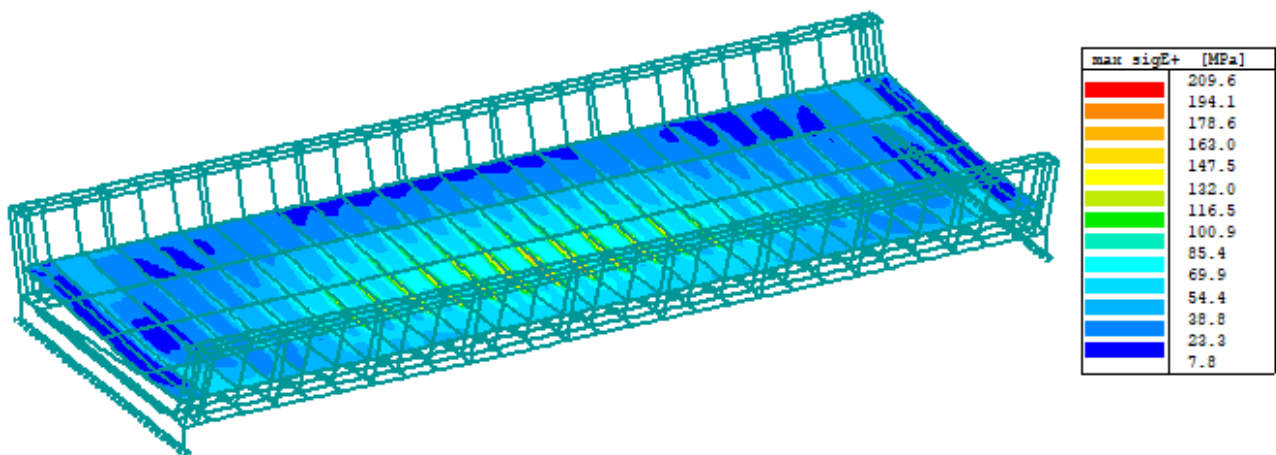
obálka zatížení č. 1 a č. 2: redukované napětí na DP hlavních nosníků – dolní povrch,  $\phi_3 = 1,30$



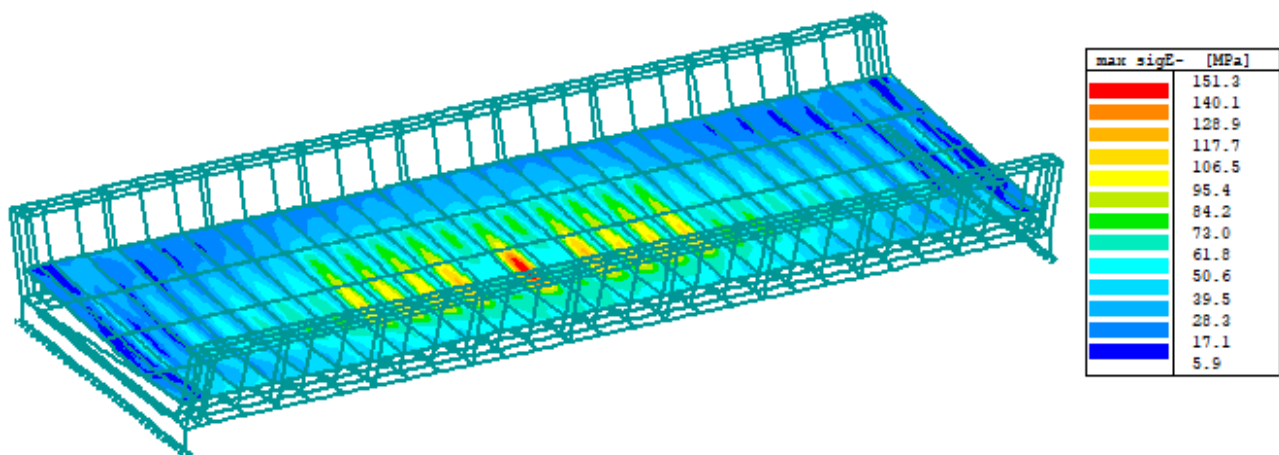
zatížení č. 2: redukované napětí na dolních pásnicích příčníků – dolní povrch,  $\phi_3 = 1,90$



zatížení č. 2: redukované napětí na plechu mostovky – horní povrch,  $\phi_3 = 1,90$



zatížení č. 2: redukované napětí na plechu mostovky – dolní povrch,  $\phi_3 = 1,90$



#### 4.3.2 Posouzení

Rovinná napjatost – ekvivalentní, redukované napětí (Mises podmínka plasticity)

$$\sqrt{(\sigma_{x,Sd})^2 + (\sigma_{z,Sd})^2 - \sigma_{x,Sd} * \sigma_{z,Sd} + 3(\tau_{Sd})^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_M}$$

HP hlavních nosníků:

$$\sigma_{E,d, \max} = 212,6 * 1,03 / 0,878 = 249,4 < 335 \text{ MPa} = f_{y,d} \dots \text{vyhovuje}$$

DP hlavních nosníků:

$$\sigma_{E,d, \max} = 214,5 / 0,878 = 244,3 < 345 \text{ MPa} = f_{y,d} \dots \text{vyhovuje}$$

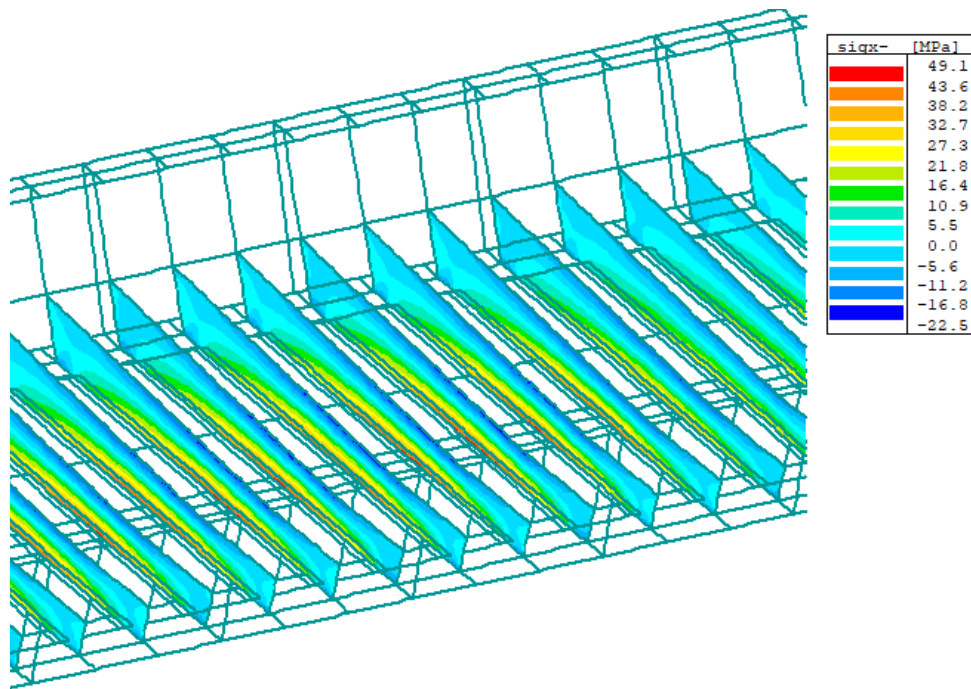
$$\sigma_{E,d, \max} = \max. \text{ redukované napětí od kombinace zatížení na NK}$$

V místě přechodu tl. pásnic bude menší namáhání, zde nevypisováno, zřejmé z kap. Únava.

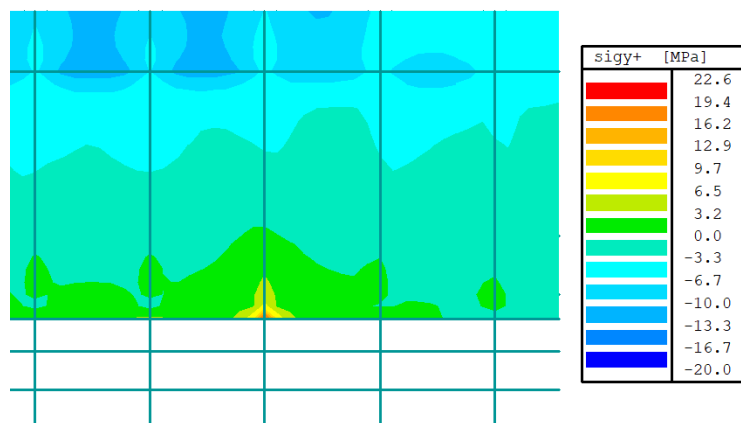
## 4.4 Únava - mostovka

### 4.4.1 Výpis hodnot napětí

zatížení č. 3: normálové napětí na stěnách příčníků – det. 1-4

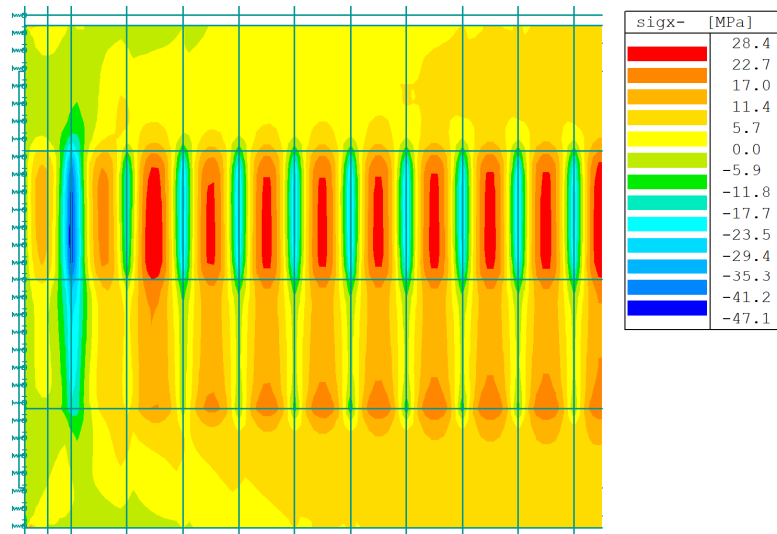


zatížení č. 3: normálové napětí – plech mostovky nahoře – det. 5

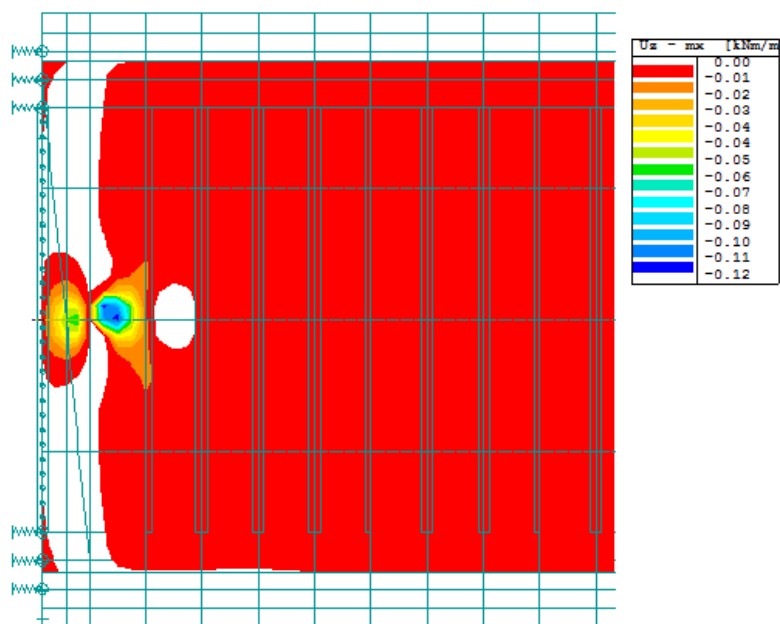




zatížení č. 3: normálové napětí – plech mostovky dole – det. 6



příčinkové plochy pro  $m_x (+)$  na plechu mostovky nad středem stěny 1. příčniku



## 4.4.2 Posouzení

### Posouzení únavy - příčník, plech mostovky:

$L_1 =$	4,20	pro určení $\lambda_1$ v poli
$L_2 =$		pro určení $\lambda_1$ nad podporou
$L_\phi =$	4,20	pro určení $\phi_2$
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$		součinitel ekvivalentního poškození
$\lambda_1 =$	1,06	vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy
$\lambda_2 =$	0,72	vliv objemu dopravy < 1,825e6 t/rok
$\lambda_3 =$	1,00	součinitel návrhové doby života
$\lambda_4 =$	1,00	vliv zatížení konstrukčního prvku více než 1 kolejí
$\lambda_{pole,max} =$	1,40	maximální hodnota ( $L < 30$ m)
$\lambda_{pole} =$	0,76	$< \lambda_{pole,max} \Rightarrow \lambda = 0,76$
$\phi_2 =$	1,60	
$\gamma_{Ff} =$	1,00	součinitel zatížení na únavu
$\gamma_{Mf} =$	1,15	součinitel materiálu
$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_P$		

### Posuzované detaily :

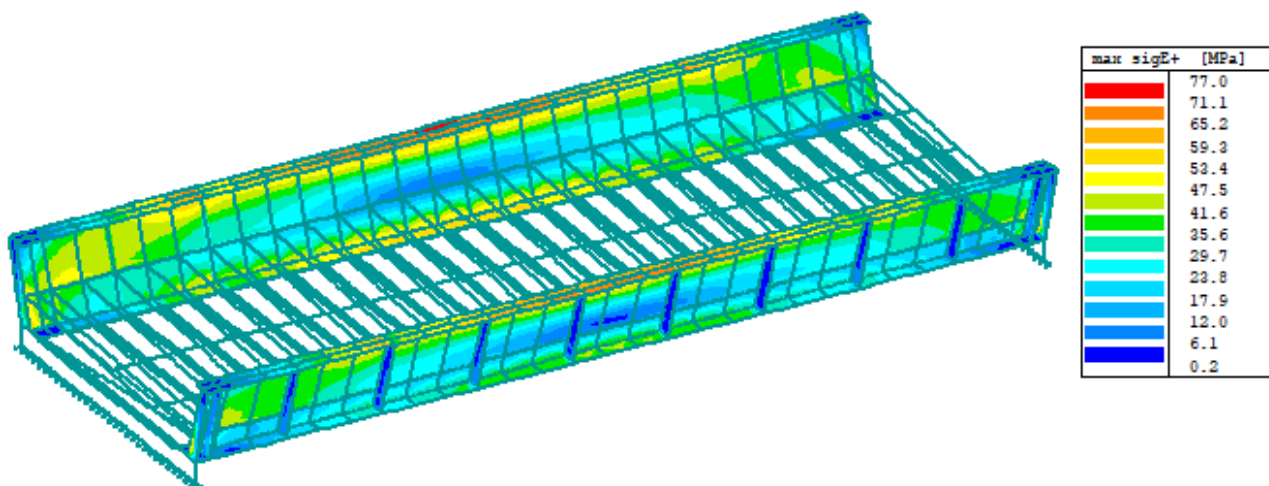
<b>Detail 1</b>	příčník - podélný kout. svar, styk DP/stěna v L/2
<b>Detail 2</b>	příčník - podélný kout. svar, styk plech mostovky/stěna v L/2
<b>Detail 3</b>	příčník - ukončení kout. svar u výřezu pod stykem plechu mostovky 1,14 m od osy hl. n.
<b>Detail 4</b>	příčník - svar stěny příčníku na stěnu hl. n., max. u L hl. n. dole
<b>Detail 5</b>	plech mostovky na stěnu hl. n., max. u P hl. n. naproti sv. výztuze
<b>Detail 6</b>	plech mostovky na stěnu příčníku, nad střední částí stěny 1. příčníku
<b>Detail 7</b>	plech mostovky na stěnu příčníku, nad střední částí stěny příčníku v L/2 NK

Číslo detailu		1	2	3	4	5	6	7
náhradní délka (pro $\lambda_1$ )	$L =$	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
náhradní délka (pro $\phi_2$ )	$L_\phi =$	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
vliv rozpětí	$\lambda_1 =$	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
vliv objemu dopravy	$\lambda_2 =$	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	$\lambda_3 =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	$\lambda_4 =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole} =$	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
souč. ekvival. poškození	$\lambda =$	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
maximální napětí (LM71)	$\sigma_{P,k,max}$	49,3	0,0	0,0	0,0	22,6	3,9	2,5
minimální napětí (LM71)	$\sigma_{P,k,min}$	0,0	-22,5	-18,9	-22,2	0,0	-47,1	-24,5
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_P$	49,3	22,5	18,9	22,2	22,6	51,0	27,0
dyn. souč. ekv. zatížení	$\phi_2$	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	60,1	27,5	23,1	27,1	27,6	62,2	32,9
tloušťka materiálu	$t$	-	-	-	-	-	-	-
vliv tloušťky materiálu	$\phi_t$	-	-	-	-	-	-	-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	100	100	71	36	80	80	80
	$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} =$	60,1	27,5	23,1	27,1	27,6	62,2	32,9
	$\phi_t \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} =$	87,0	87,0	61,7	31,3	69,6	69,6	69,6
		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
	využití	0,69	0,32	0,37	0,87	0,40	0,89	0,47

## 4.1 Únava – hl. nosníky

### 4.1.1 Výpis hodnot napětí

obálka zadaných poloh zatížení č. 3: redukované napětí na hlavních nosnících – horní povrch do posouzení dále použity hodnoty norm. napětí ve směru x, red. napětím lze takto vykreslit najednou hodnoty tahu i tlaku, obr. pro jednotlivé hodnoty dále uvedeny nebudou



#### L HP - L/2

##### vliv vzpěru/klopení

$\chi_z$	0,882
----------	-------

	HP hore	DP dole
napětí UIC z modelu	-76,9	70,5
napětí vč. $\chi_z$	-89,8	80,0

	stěna hore	stěna dole
napětí UIC z modelu	-72,2	67,1
napětí vč. $\chi_z$	-84,4	76,1

$$\psi = -0,90 \quad (\text{tah/tlak})$$

#### P HP - L/2

##### vliv vzpěru/klopení

$\chi_z$	0,900
----------	-------

	HP hore	DP dole
napětí UIC z modelu	-73,5	53,6
napětí vč. $\chi_z$	-84,1	59,6

	stěna hore	stěna dole
napětí UIC z modelu	-68,0	50,4
napětí vč. $\chi_z$	-77,8	56,0

$$\psi = -0,72 \quad (\text{tah/tlak})$$

#### L HP - 2,0 m od osy ulož, před změnou tl. HP

##### vliv vzpěru/klopení

$\chi_z$	0,882
----------	-------

	HP hore	DP dole
napětí UIC z modelu	-51,5	41,3

#### nosník - tř. 4

zvětšení napětí v HP

103,0%

napětí vč. $\chi_z$	<b>-60,2</b>	<b>46,8</b>
---------------------	--------------	-------------

	stěna hore	stěna dole
napětí UIC z modelu	<b>-46,3</b>	<b>37,6</b>
napětí vč. $\chi_z$	<b>-54,1</b>	<b>42,7</b>

$$\psi = -0,79 \quad (\text{tah/tlak})$$

#### L HP - změna tl. HP

##### vliv vzpěru/klopení

$\chi_z$	<b>0,882</b>
----------	--------------

	HP hore	DP dole
napětí UIC z modelu	<b>-78,9</b>	<b>65,0</b>
napětí vč. $\chi_z$	<b>-92,2</b>	<b>73,7</b>

	stěna hore	stěna dole
napětí UIC z modelu	<b>-74,2</b>	<b>55,9</b>
napětí vč. $\chi_z$	<b>-86,7</b>	<b>63,4</b>

$$\psi = -0,73 \quad (\text{tah/tlak})$$

## 4.1.2 Posouzení

### Posouzení únavy - hl. nosník:

$L_1 =$	16,00	pro určení $\lambda_1$ v poli
$L_2 =$		pro určení $\lambda_1$ nad podporou
$L_\phi =$	16,00	pro určení $\phi_2$
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$		součinitel ekvivalentního poškození
$\lambda_1 =$	<b>0,74</b>	vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy
$\lambda_2 =$	<b>0,72</b>	vliv objemu dopravy < 1,825e6 t/rok
$\lambda_3 =$	<b>1,00</b>	součinitel návrhové doby života
$\lambda_4 =$	<b>1,00</b>	vliv zatížení konstrukčního prvku více než 1 kolejí
$\lambda_{\text{pole,max}} =$	1,40	maximální hodnota ( $L < 30$ m)
$\lambda_{\text{pole}} =$	0,53	$< \lambda_{\text{pole,max}} \Rightarrow \lambda = 0,53$
$\phi_2 =$	1,20	
$\gamma_{Ff} =$	1,00	součinitel zatížení na únavu
$\gamma_{Mf} =$	1,35	součinitel materiálu
$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_P$		

### Posuzované detaily :

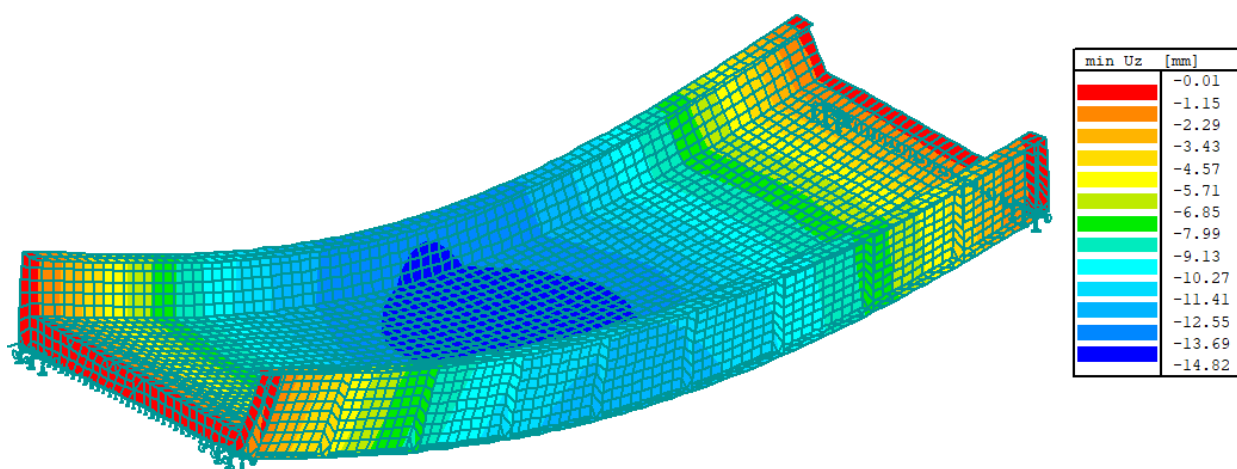
<b>Detail 11</b>	hl. nosník - navaření konzol zabr na HP L hl. nosníku v L/2
<b>Detail 12</b>	hl. nosník - navaření výztuh stěny na HP L hl. nosníku v L/2
<b>Detail 13</b>	hl. nosník - navaření výztuh stěny/stoj. příčn. na DP L hl. nosníku v L/2

- Detail 14** hl. nosník - navaření konzol zabr na HP P hl. nosníku v L/2
- Detail 15** hl. nosník - navaření konzol zabr na HP L hl. nosníku, 2,0 m od osy uložení
- Detail 16** hl. nosník - navaření výztuh stěny na HP L hl. nosníku, 2,0 m od osy uložení
- Detail 17** hl. nosník - X svar na HP L hl. nosníku, změna tl.  
HP
- Detail 18** hl. nosník - navaření stoj. příčn. na DP L hl. nosníku, před změnou tl.  
pásnice

Číslo detailu		11	12	13	14	15	16	17	18
náhradní délka (pro $\lambda_1$ )	L =	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
náhradní délka (pro $\phi_2$ )	$L_\phi$ =	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
vliv rozpětí	$\lambda_1$ =	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
vliv objemu dopravy	$\lambda_2$ =	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	$\lambda_3$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	$\lambda_4$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole}$ =	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
souč. ekvival. poškození	$\lambda_s$ =	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
maximální napětí (LM71)	$\sigma_{P,K,max}$	0,0	0,0	76,1	0,0	0,0	0,0	0,0	63,4
minimální napětí (LM71)	$\sigma_{P,K,min}$	-89,8	-84,4	0,0	-84,1	-60,2	-54,1	-92,2	0,0
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_P$	89,8	84,4	76,1	84,1	60,2	54,1	92,2	63,4
dyn. souč. ekv. zatížení	$\phi_2$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	57,4	53,9	48,6	53,7	38,4	34,6	58,9	40,5
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-	-	-	-
vliv tloušťky materiálu	$\phi_t$	-	-	-	-	-	-	-	-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	80	80	80	80	80	80	90	80
	$\gamma_{F1} \cdot \Delta\sigma_{E,2}$	57,4	53,9	48,6	53,7	38,4	34,6	58,9	40,5
	$\phi_t \Delta\sigma_C / \gamma_{MF}$	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3	66,7	59,3
		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
	využití	0,97	0,91	0,82	0,91	0,65	0,58	0,88	0,68

## 5 MSP

### 5.1 Průhyby



$$L = 16,00 \text{ m}$$

$$L_{\phi} = 16,00 \text{ m}$$

$$\phi_2 = 1,20 \text{ dyn. součinitel pro pečlivě udržovanou kolej}$$

$$\phi_3 = 1,30 \text{ dyn. součinitel pro normálně udržovanou kolej}$$

$$\begin{aligned} L/600 &= 26,67 \text{ mm} \\ \text{skutečná deformace} &= 14,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### Svislé deformace:

##### 1. Hledisko bezpečnosti dopravy:

LM-71 vč. odstř. sil

$$\text{vč. } \alpha, \phi_3 = 21,1 < \begin{aligned} &1/600 L = \\ &16000/600 = 26,7 \text{ mm} \\ &\text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

##### 2. Hledisko pohodlí cestujících:

LM-71 vč. odstř. sil

$$\text{vč. } \phi_3 = 19,2 < \begin{aligned} &1/600 L = \\ &16000/600 = 26,7 \text{ mm} \\ &\text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

## 5.2 Natočení koncového průřezu konstrukce

Od zatížení železniční dopravou (pro schéma LM-71 (vč.odstř. síly), včetně  $\alpha * \phi_3$ )

Pootočení plechu u podporového příčnicku:

$$\Phi_{p, \max} = 4,3 * 1,10 * 1,30 = 6,1 \text{ mrad} < \Phi_{p, \lim} = 6,5 \text{ mrad} \dots \text{VYHOVUJE}$$

## 5.3 Dynamické účinky

### 1. vlastní frekvence dle ČSN EN 1991-2

$$\delta_{0,1} = 2,0 \text{ mm (vlastní váha)}$$

$$\delta_{0,2} = 5,0 \text{ mm (KL)}$$

$$\delta_0 = 7 \text{ mm (skutečný průhyb od stálých zatížení)}$$

$$n_{0,d} = 17,75/\sqrt{\delta_0}$$

$$n_{0,d} = 6,71 \text{ Hz (1. vl. frekvence pro prostě podepřený most namáhaný pouze ohybem)}$$

#### Meze vlastních frekvencí:

dle ČSN EN 1991-2, 6.4.4

Horní mez  $n_{0,h}$

$$n_{0,h} = 94,76 * L^{-0,748}$$

$$n_{0,h} = 11,91 \text{ Hz}$$

**Dolní mez  $n_{0,d}$** 

$n_{0,d} = 80/L$	(pro $4 \text{ m} \leq L \leq 20 \text{ m}$ )	$n_{0,d} =$	<b>5,00</b>	Hz
$n_{0,d} = 23,58 \cdot L^{-0,592}$	(pro $20 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$ )	$n_{0,d} =$	<b>4,57</b>	Hz

1. vlastní frekvence pro kmitání ve svislém směru dle IDA NEXIS 32:  $n_{0,1} = 6,5 \text{ Hz}$  (zatížení stálé a zbytek stálého), podélná tuhost podpření nemá na hodnoty frekvencí významný vliv

$$n_{0,d} < n_{0,1} < n_{0,h}$$

$$5,0 < 6,7 < 11,9 \dots \text{vyhovuje}$$

## 6 Vykojený vlak

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

Při umístění vykol. vlaku, situace I, nemohou být prvky mostovky ani hl. nosníky zatíženy více než v běžných návrhových situacích, vyhovuje.

Při umístění vykol. vlaku, situace II, zcela ke stěně pravého hl. nosníku bude v mimořádné návrhové situaci v HP napětí na úrovni 190 MPa vč. uvažování klopení => NK bude zatížena méně než při běžných návrhových situacích, vyhovuje.

## 7 Návrh a posouzení mikropilot - založení

Opěry mostu budou pro výrazně zvýšené zatížení od mostu s průběžným KL a od nahodilého zatížení od dopravy dle EC posíleny mikropilotami. Hloubka základové spáry byla zjištěna vrty do opěry, nicméně půdorysné rozměry základů nejsme schopni ověřit. Nová opěra je navíc vůči stávajícím o 0,25 m příčně vyosena. Hlubinné založení bude též zajišťovat bezpečnou ochranu proti podemletí velkou vodou. I při uvažování NK s opěrami jako ideálně rozepřené konstrukce s tím, že veškeré podélné síly budou přeneseny pasivním tlakem za rubem zatlačované opěry, jen od svislé reakce bychom byli s novou NK a zatížením dopravou dle EC na zákl. spáře na hodnotách okolo 450 kPa.

Posouzení založení pod podpěrami je provedeno zjednodušeně za následujících předpokladů:

- zatížení po šířce je rovnoměrné
- příčný moment v základové spáře je zanedbán
- zatížení základem a dřikem přenáší plošný základ, do MP nevstupuje
- podélné síly budou přeneseny pasivním tlakem za rubem zatlačované opěry

		<b>Zatížení opěra</b>	
		<b>char.</b>	<b><math>\gamma_f</math></b>
OK vč. příčníků		<b>310,0</b>	<b>1,35</b>
KL		<b>355,3</b>	<b>1,35</b>
LM71 vč. $\alpha$		<b>1 287,0</b>	<b>1,45</b>
Celkem		<b>1 952,3</b>	
			<b>1 866,2</b>
			<b>2 764,3</b> kN

<b>1 MP</b>				
písek jílovitý ulehlý, pl. tření	<b>135,0</b>	kPa		
dl.	<b>3,0</b>		405,0	kN
jíl se stř. plasticitou, pevný, pl. tření	<b>125,0</b>	kPa		
dl.	<b>2,4</b>		300,0	kN
hlína se stř. plast., pevná, pl. tření	<b>125,0</b>	kPa		
dl.	<b>4,6</b>		575,0	kN
prof. vrtu MP	<b>0,25</b>			
		plocha	0,79	m2/m

<b>Opěra</b>		
počet MP (symetricky ks)	<b>4</b>	
únosnost 1 MP (tření)	1 005,3	kN
únosnost MP celkem (tření)	4 021,2	kN
únosnost 1 MP (ocel tr.108/16)	<b>1 086,4</b>	kN
únosnost MP celkem (ocel tr.108/16)	4 345,6	kN
únosnost všech MP celkem	<b>4 021,2</b>	kN
využití	68,7%	

#### Zakotvení trubky MP v kořeni:

beton (značka bez B)	170	$min l_k =$	1080	mm
ocel (písmeno)	E	$l_b/D =$	57	
namáhání - (TAH/TLAK)	tlak			
profil	108	$l_b =$	6156	mm
využití (0 až 1)	0,5	$k_d =$	0,60	
dobré podmínky* (A/N)	a	$k_p =$	1	
<b>kotevní délka</b>		<b><math>l_k =</math></b>	<b>3694</b>	<b>mm</b>

(využití 0,5: plocha tr.108/16 / plný prof. 108)

## 8 Závěr

Statický výpočet prokázal, že navržená konstrukce vyhovuje pro všechna návrhová zatížení. S ohledem na využití materiálů v jednotlivých mezních stavech se daná konstrukce navržená ekonomicky.



## 9 Zatížitelnost

### 9.1 Výpočet zatížitelnosti

Poř. číslo	vlak char. MPa	vlak bez alfa, návrh. h., vč. dyn.	návrh. h. komb. vše MPa	fy,d MPa	Zuic
1	90,3	170,3	249,4	335,0	<b>1,50</b>
2	83,1	156,7	244,3	345,0	<b>1,64</b>
3	52,0	143,3	189,2	345,0	<b>2,09</b>
4	50,0	137,8	209,6	345,0	<b>1,98</b>

Zatížení základové spáry – viz 4.5 Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (2015) – spodní stavba je bez statických závad, nová NK bude provedena jako rozpěrák. Přetížení od NK s KL a nahodilého zatížení vlakem bude přeneseno mikropilotami.

## 9.2 Tabulka zatížitelnosti

### Přehled zatížitelnosti částí mostu

#### A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 0381 Strakonice (mimo) - Volary  
(mimo)

DÚ: 02 Strakonice - Strunkovice  
nad Volyňkou

km 2,316

#### B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř  
(ve směru staničení)

pod kolejí č. 1

#### C. Doplňující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C, A Výpočtový model: deskostěnový

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

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku		198 m	
převýšení koleje		90 mm	
excentricita osy koleje	20 mm vpravo	165 mm vlevo	20 mm vpravo

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

nová NK, bez závad a oslabení

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽDC, s.o.:  
zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k části mostu: Přepočet je proveden pro novou nosnou konstrukci.

Poř. číslo	Prvek	Detail	Namáhání	$k_i$	Typ	$L_p$	$\psi_i$	$L_\phi$	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$	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	levý hl. nosník, střed rozpětí	horní povrch HP	ekvivalent. napětí	1,00	M	16,0	1,30	16,0	1,45		21	1,50		
2	levý hl. nosník, střed rozpětí	dolní povrch DP	ekvivalent. napětí	1,00	M	16,0	1,30	16,0	1,45		21	1,64		
3	střední příčník	dolní povrch DP	ekvivalent. napětí	1,00	M	5,1	1,90	4,2	1,45		22	2,09		
4	plech mostovky nad stř. příčníkem	horní povrch plechu mostovky	ekvivalent. napětí	1,00	M	0,6	1,90	4,2	1,45		22	1,98		
5	plech mostovky - střed NK		průhyb (bezpečnost dopr.)	1,00	M	16,0	1,30	16,0	1,00		30	1,39		
6	plech mostovky - nad příčníkem		natočení	1,00	M	16,0	1,30	16,0	1,00		30	1,17		
7	Spodní stavba	-	napětí v základové spáře	1,00			1,00	16,0	1,00			>1,10		

Dne: 27. 5. 2021

zatížitelnost určil: Ing. Š. Jakeš

