

**Oprava mostu v km 23,038
na trati Dobříš - Vrané nad Vltavou**

SO 101 - Oprava mostu

PROJEKT

STATICKÝ VÝPOČET

Obsah

1	Průvodní zpráva ke statickému výpočtu	4
1.1	Úvod	4
1.2	Použitá literatura, podklady a výpočetní programy	4
1.3	Základní údaje pro návrh mostu	5
1.4	Materiál NK	5
1.5	Nosná konstrukce	6
1.6	Půdorys	6
1.7	Vzorový příčný řez	8
1.8	Podélný řez	9
2	Zatížení	10
2.1	Stálé a zbytek stálého	10
2.2	Nahodilé krátkodobé	10
2.2.1	Pohyblivé zatížení	10
2.2.2	Schéma LM-71	10
2.2.3	Zatížení větrem	10
2.2.4	Zatížení teplotou	10
2.2.5	Síly od bezстыkové koleje	11
2.2.6	Boční rázy	11
2.2.7	Rozjezdové a brzdné síly	11
2.3	Dynamický součinitel	11
2.4	Součinitele ψ	11
2.5	Kombinace	11
3	Popis statického modelu	12
3.1	Pohled - model / axonometrie	12
4	MSÚ	13
4.1	Napětí	13
4.1.1	Výpis hodnot napětí	13
4.1.2	Posouzení	14
4.2	Únava	15
4.2.1	Výpis hodnot napětí	15
4.2.2	Posouzení	19
5	MSP	21
5.1	Průhyby	21
5.2	Natočení koncového průřezu konstrukce	22
5.3	Dynamické účinky	22
6	ŽB lávka pro nástupiště	23
6.1	Základní údaje pro návrh lávky	23
6.2	Materiál NK	23
6.3	Zatížení	23
6.3.1	Stálé a zbytek stálého	23
6.3.2	Nahodilé krátkodobé	23
6.4	Návrh a posouzení	24
6.5	Reakce	25
6.6	Dynamické účinky	25
7	Závěr	25
8	Zatížitelnost	26
8.1	Výpočet zatížitelnosti	26
8.2	Tabulka zatížitelnosti	27

1 Průvodní zpráva ke statickému výpočtu

1.1 Úvod

Účelem tohoto statického výpočtu je návrh a posouzení nové ocelové konstrukce železničního mostu a související ŽB lávky pro nástupiště. Hlavní nosnou konstrukci žel. mostu tvoří uzavřené hlavní nosníky (truhlíky), mostovka je z plechu podepřeného příčníky. Nad opěrami jsou koncové příčníky ze ŽB spřažené s deskou mostovky. Most se nachází v žst. Bojov v ev. km 23,038, kolej na mostě je směrově vedena v přechodnici k levostrannému oblouku. Most se nachází v traťovém úseku 1721 Dobříš (včetně) – Vrané nad Vltavou (mimo) v definičním úseku 08 Čísovice - Měchenice. Objekt umožňuje mimoúrovňové převedení železniční trati přes trvalý vodní tok - Bojovský potok.

1.2 Použitá literatura, podklady a výpočetní programy

- 1) ČSN EN 1990 (+ZMĚNA A1) Zásady navrhování konstrukcí
- 2) ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- 3) ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- 4) ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- 5) ČSN EN 1991-1-6 (+ZMĚNA Z1,Z2) Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění
- 6) ČSN EN 1991-1-7 (+ZMĚNA Z1) Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- 7) ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- 8) ČSN EN 1992-1-1 ed.2 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 9) ČSN EN 1993-1-1(+ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 10) ČSN EN 1993-1-5(+ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- 11) ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- 12) ČSN EN 1993-1-9(+ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-9: Únava
- 13) ČSN EN 1993-1-10(+Opr.1+2, ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
- 14) ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
- 15) ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- 16) ČSN 73 0037 (+Opr.1 + změna Z1) Zemní tlak na stavební konstrukce
- 17) ČSN 73 1001 (+ změna Z1) Zakládání staveb – Základová půda pod plošnými základy
- 18) ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů
- 19) Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (2015)
- 20) 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 začátku přechodnice k oblouku $R = 172,1$ m, bezprostředně vedle nové NK bude osazena lávka pro nástupiště (ŽB desková konstrukce)
- hlavní nosníky uzavřeného průřezu (truhlíky), mostovka z plechu s příčnicí, nad opěrami koncové příčnice ze ŽB spřažené s deskou mostovky
- prostý nosník, rozpětí 6,7 m
- šikmost mostu $90,0^\circ$
- niveleta na mostě klesá $17,8\text{‰}$
- přemostěvanou překážkou je Bojovský potok
- železniční svršek tvaru 49 E1 na betonových pražcích
- nahodilé krátkodobé zatížení - model zatížení LM71, klasifikační součinitel $\alpha = 1,10$ (zatížení dle ČSN EN 1991-2)
- rychlost 50 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

$G = 81\,000$ 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)

$f_{c,k} = 30$ MPa

$\gamma_C = 1,50$ pro základní kombinace zatížení

$\gamma_M = 1,30$ pro mimořádné kombinace zatížení

$\alpha_{cc} = 0,85$

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

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

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

výztuž B500B (10505 R)

$f_{s,k} = 500$ MPa

$\gamma_M = 1,15$ pro základní kombinace zatížení

$\gamma_M = 1,00$ pro mimořádné kombinace zatížení

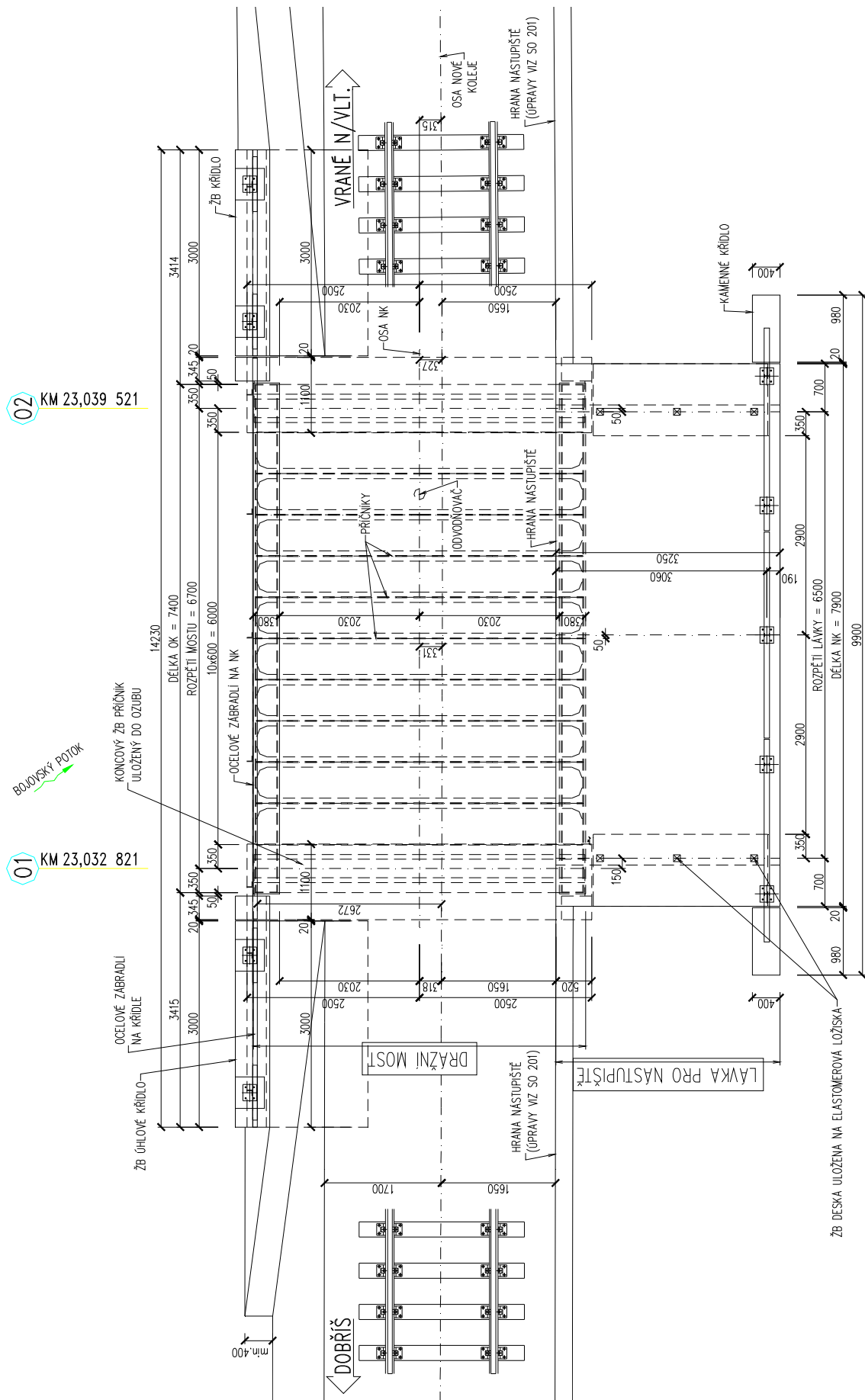
1.5 Nosná konstrukce

Jedná se o ocelovou konstrukci s dolní příčnickovou mostovkou a průběžným kolejovým ložem. Nosná konstrukce je tvořena dvěma hlavními nosníky uzavřeného profilu z plechů tl. 12, resp. 20 mm, mezi nimi je mostovka z plechu tl. 20 mm s příčníky tvaru obráceného T. Nad opěrami jsou koncové příčníky ze ŽB spřažené s deskou mostovky. Konstrukční výška činí 0,965 m, šířka NK 4,912 m (s konzolami pro uchycení zábradlí). Celá NK je v podélném sklonu 17,8‰. V příčném směru je mostovka vyspádovaná do úžlabí uprostřed NK. Konstrukce je kolmá. Na NK jsou navrženy podporové příčníky, jejichž prostřednictvím je konstrukce uložena do ozubů nových úložných prahů. Působí jako rozpěráková konstrukce.

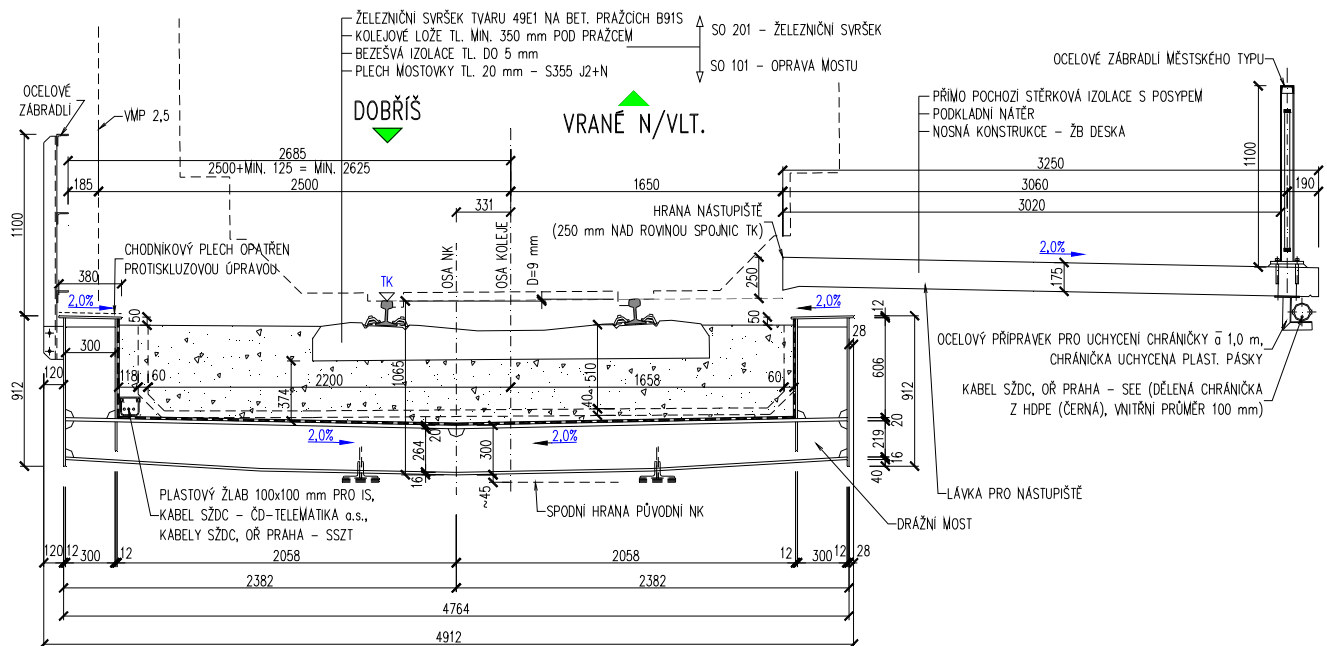
Bezprostředně vedle nové OK drážního mostu bude osazena lávka pro nástupiště - ŽB desková konstrukce.

1.6 Půdorys

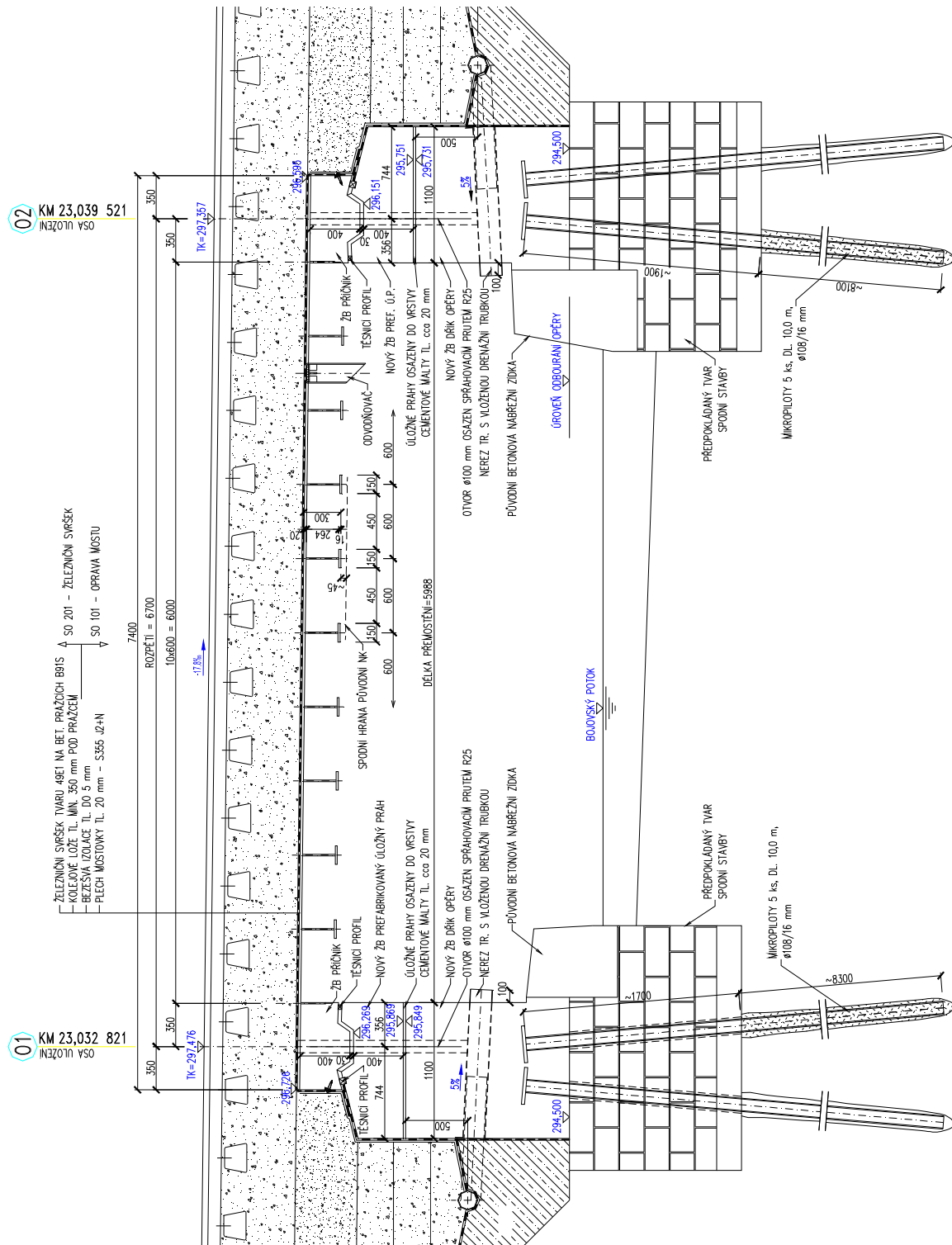
(viz následující strana)



1.7 Vzorový příčný řez



1.8 Podélný řez



2 Zatížení

2.1 Stálé a zbytek stálého

$$\gamma_f = 1,35$$

Zatížení

	<u>charakteristické zatížení</u>	
	kN/m	γ_f
OK (vl. tíha)	generováno programem	1,35
ŽB příčnický	generováno programem	1,35
kolej. lože (bez rezervy 30%, izolace)	0,60*20 12,0 kN/m ²	1,35
přítížení kolejnicemi (na š. 2,5 m)	1,0/2,5 0,4 kN/m ²	1,35
zábradlí	neuvažují	

2.2 Nahodilé krátkodobé

2.2.1 Pohyblivé zatížení

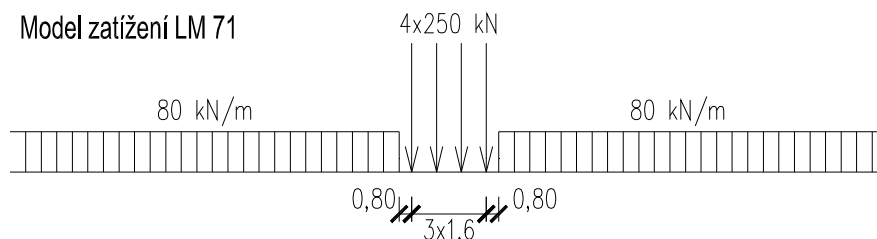
Pohyblivá zatížení jsou umístěna do polohy vyvolávající maximální účinky ve sledovaném průřezu.

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

Most je umístěn v přechodnici k levostrannému oblouku. Vzhledem k poloze 3,5 m až 10,2 m za začátkem přechodnice (dl. přechodnice je 62 m) budou odstředivé síly v tomto úseku zanedbatelné, nebudou je uvažovat. Stejně tak neuvažují malé převýšení kolejnic, jehož účinky se odečítají od účinků odstředivých sil.

Zatížení od vlaku je uvažováno na pás š. 2,6 m, který je posunut o 330 mm doprava vůči ose NK.

2.2.3 Zatížení větrem

Vzhledem k rozměrům mostu a využití prvků neuvažují. O dimenzích rozhodují průhyby a vlastní frekvence (viz MSÚ), na což zatížení větrem vliv nemá.

2.2.4 Zatížení teplotou

$$\gamma_f = 1,5$$

Rovnoměrná složka teploty

Konstrukce: 1. typ

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

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

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

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

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

Nerovnoměrná složka teploty

Neuvažují.

2.2.5 Síly od bezstykové koleje

Podélné síly od bezstykové koleje jsou do konstrukce přenášeny rovnoměrně a jejich vliv na nosnou konstrukci není tedy uvažován.

2.2.6 Boční rázy

$\gamma_f = 1,45$

Osamělá síla v nejúčinnější poloze ve výšce temene kolejnice

$Q_{sk} = 100\text{ kN}$, $e = 0,75\text{ m}$, $\alpha = 1,10$

$B_{w,1} = \pm 100 \cdot 1,10 \cdot 0,75/1,5/1,2/1,3 = \pm 35,2\text{ kN}$ (svisle na plochu 1,2 m x 1,3 m plechu mostovky)

2.2.7 Rozjezdové a brzdné síly

K účinku na konstrukci se nepřihlíží. Pro návrh ložisek a spodní stavby se uvažuje.

2.3 Dynamický součinitel

$\phi_3 = 2,16/(\sqrt{L_d} - 0,2) + 0,73 = 1,63$ ($L_d = 6,7\text{ m}$, hlavní nosník)

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

2.4 Součinitele ψ

	ψ_0	ψ_1	ψ_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 dvě kombinace zatížení:

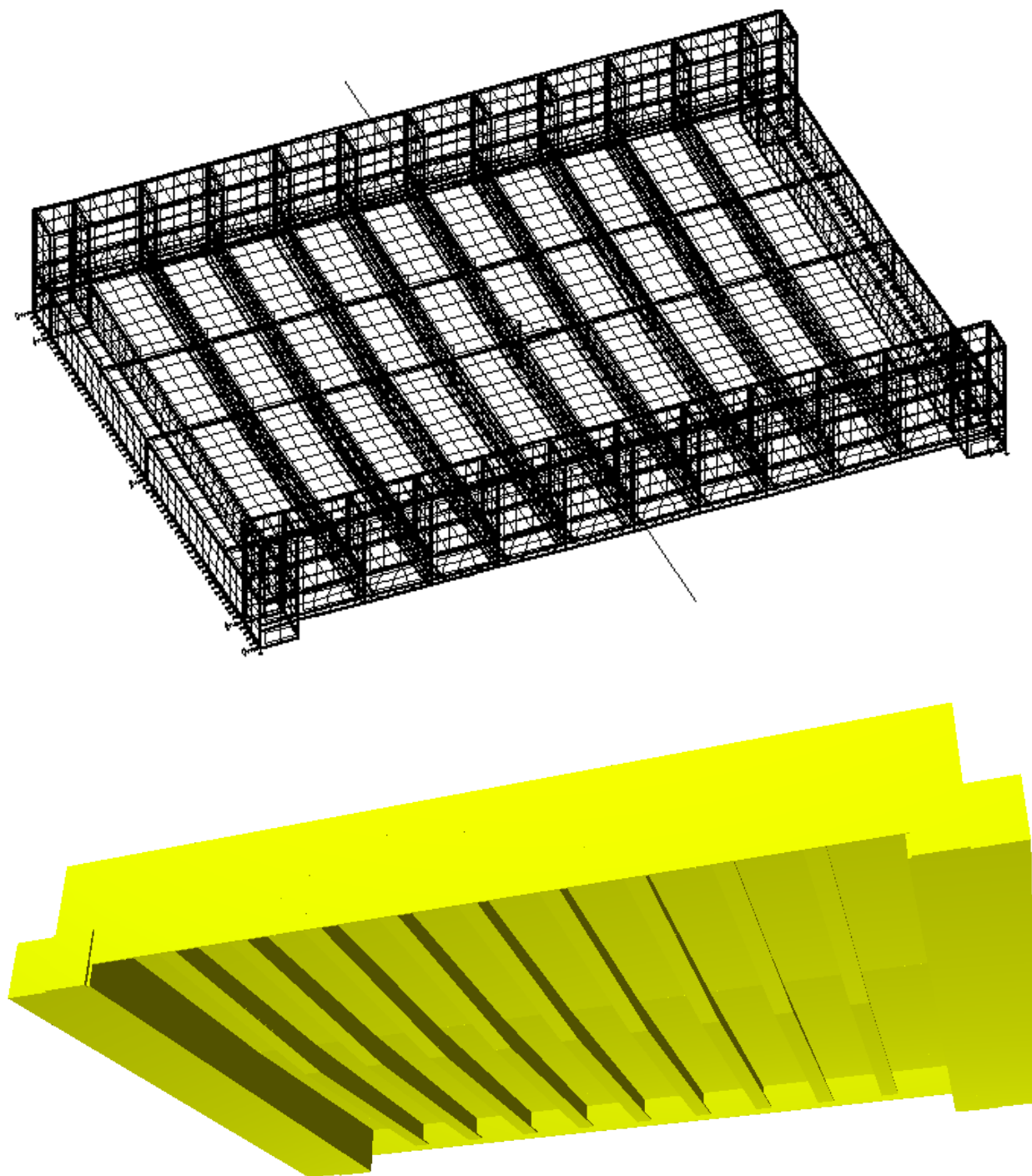
zatížení č. 1: kombinace stálé+zbytek st.+LM-71 $\cdot\alpha\cdot\phi_3$ +boč.ráz+0,6 \cdot teplota

zatížení č. 2: samotné schéma LM-71

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. 2,6 m, který je posunut o 330 mm doprava vůči ose NK. Konstrukce je modelována deskostěnovými prvky vč. ŽB příčnicku a uložení v ozubu. Výpočty napětí, deformací a vlastních frekvencí byly provedeny pomocí programu IDA NEXIS 32.

3.1 Pohled - model / axonometrie



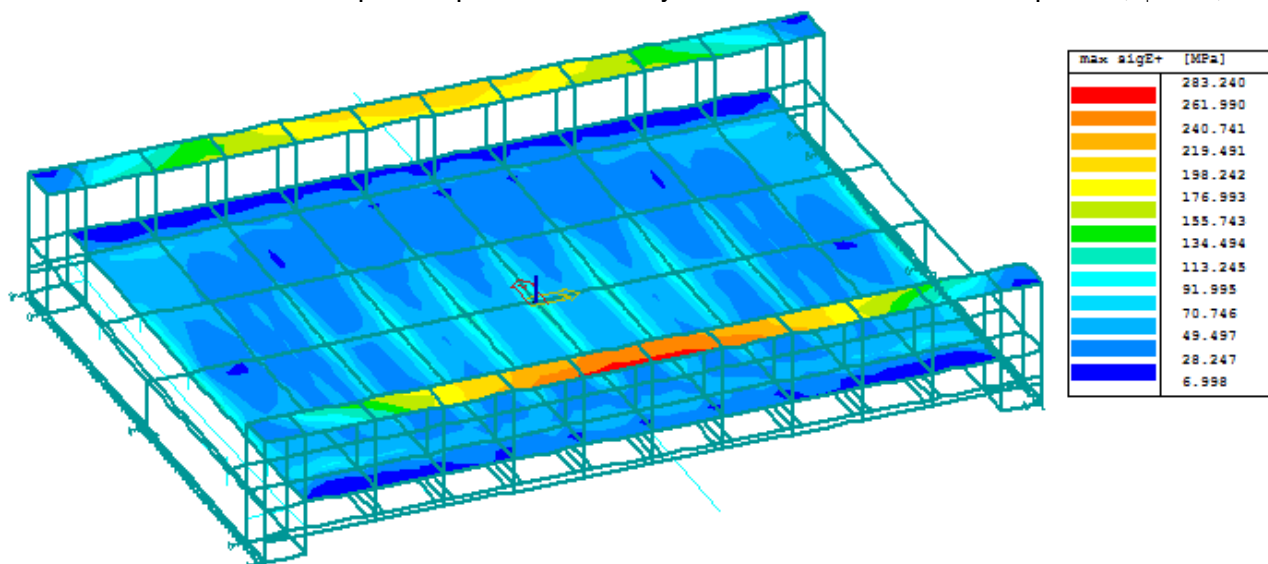
4 MSÚ

4.1 Napětí

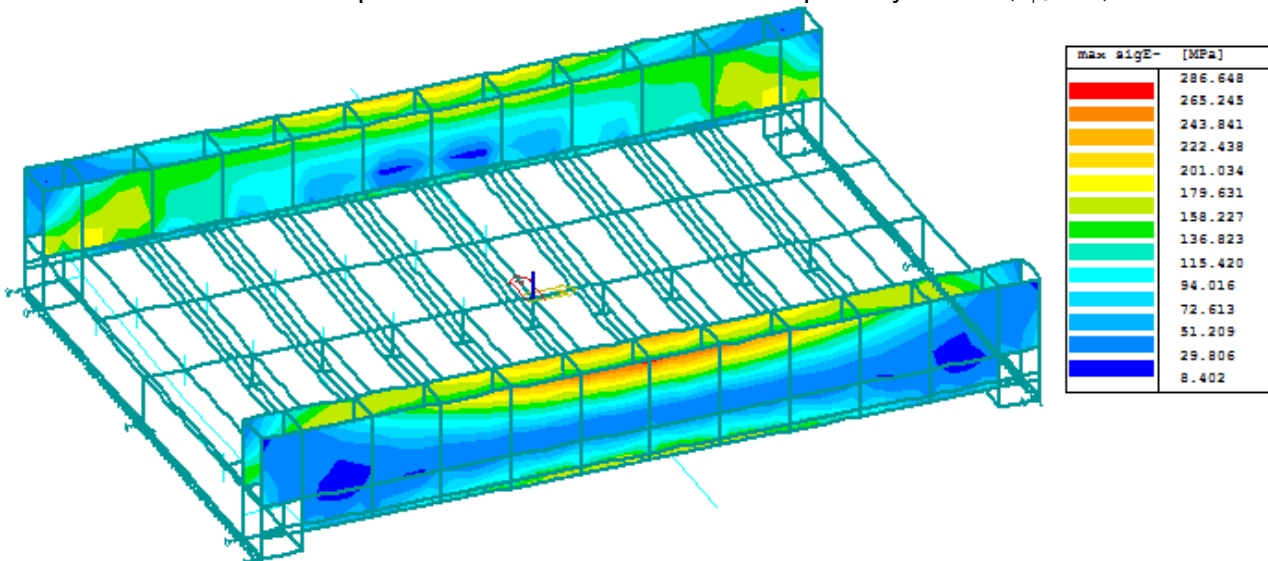
- hodnoty zatížení jsou uvažovány v návrhových hodnotách – vč. součinitelů zatížení
- o dimenzích prvků rozhoduje MSÚ – únavy a MSP: svislé deformace a vlastní frekvence
- všechny průřezy OK jsou tř. 1 nebo tř. 2, kromě plechu mostovky v podélném směru (tažený prvek) a stěny truhlíků jsou tř. 3, ke zplastizování však s ohledem na výše uvedené v žádném průřezu nedochází
- 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 obdobně jako ostatní svislá zatížení

4.1.1 Výpis hodnot napětí

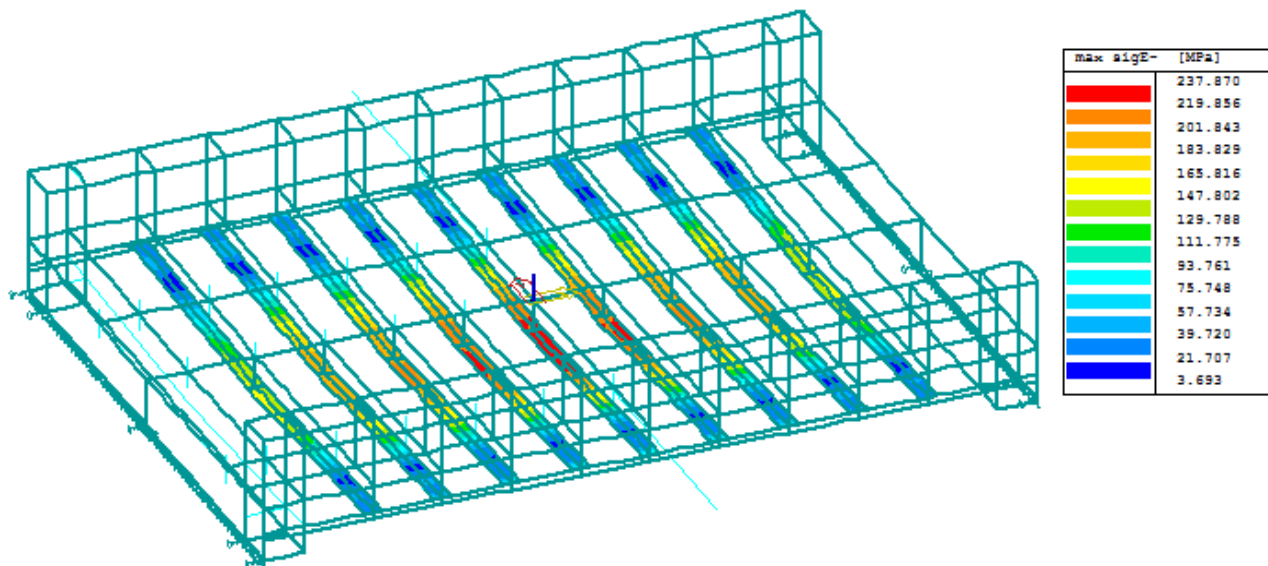
zatížení č. 1: srovnávací napětí na plechu mostovky a hlavních nosníků – horní povrch, $\phi_3 = 1,63$



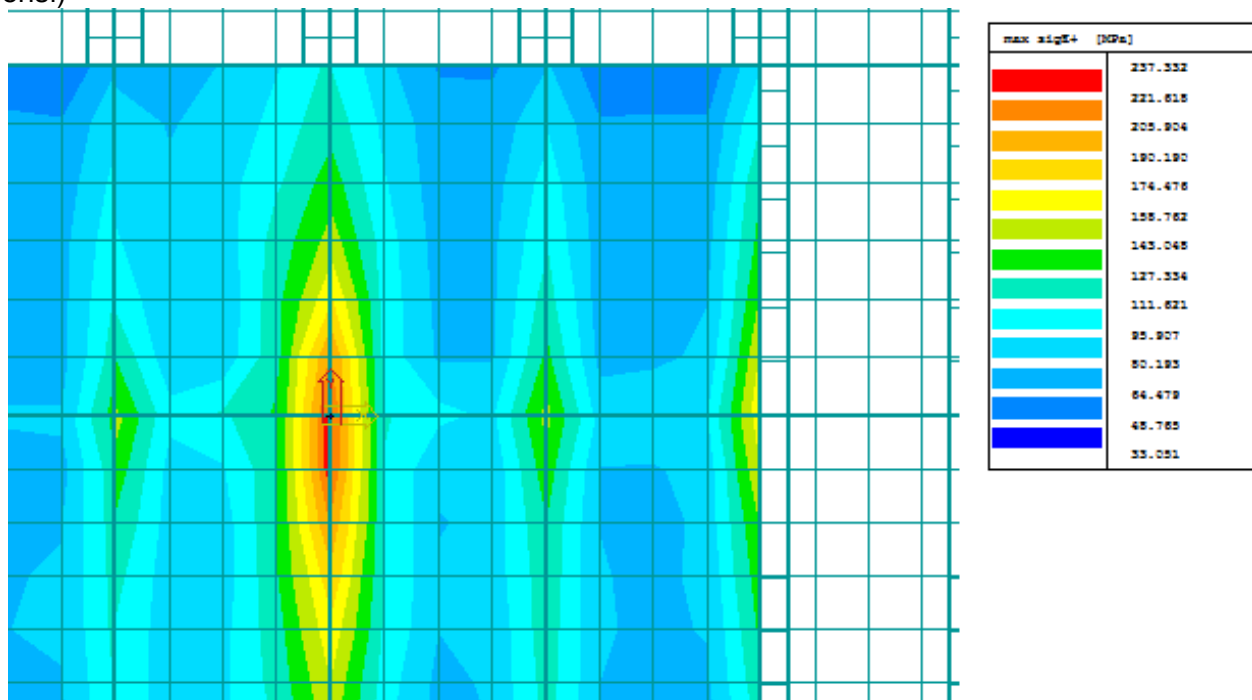
zatížení č. 1: srovnávací napětí na bocích hlavních nosníků – povrchy zezadu, $\phi_3 = 1,63$



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



zatížení č. 1: srovnávací napětí na plechu mostovky – horní povrch nad střed. příčníkem, $\phi_3 = 1,90$, plech zatížen dle příč. ploch (napětí na dolním povrchu plechu v poli mezi příčnky je menší)



4.1.2 Posouzení

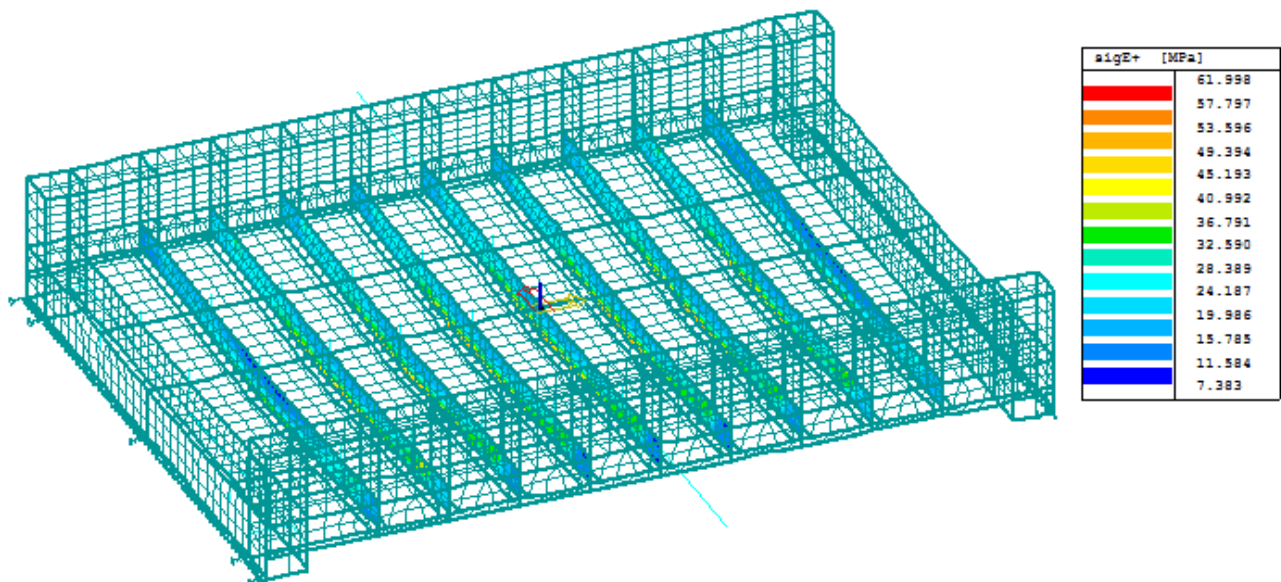
$\sigma_{red,d,max} = 286,6 \text{ MPa} < 345 \text{ MPa} = f_{y,d} \dots \text{vyhovuje}$

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

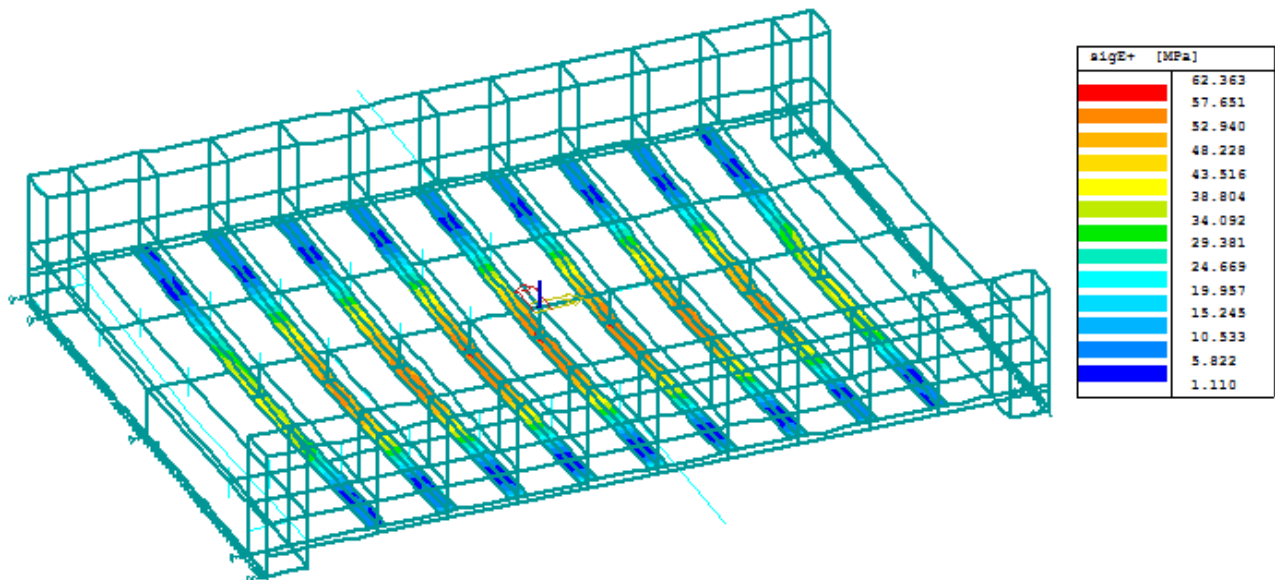
4.2 Únava

4.2.1 Výpis hodnot napětí

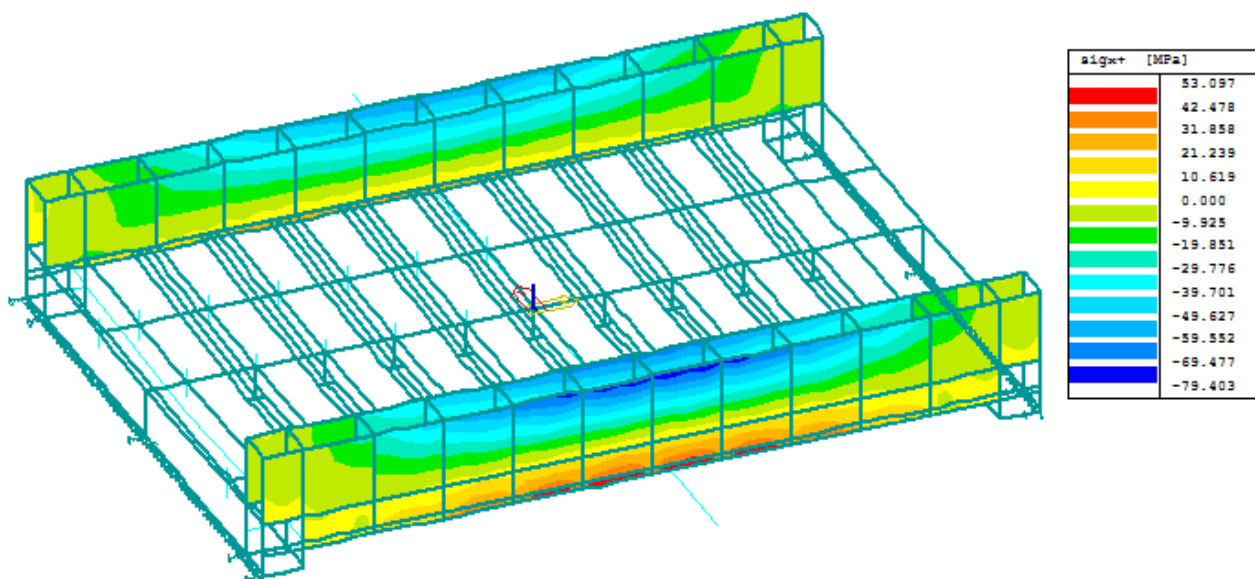
zatížení č. 2: srovnávací napětí na stěnách příčníků – v místě styku s dolní pásnicí a mostovkou, det. 1,2



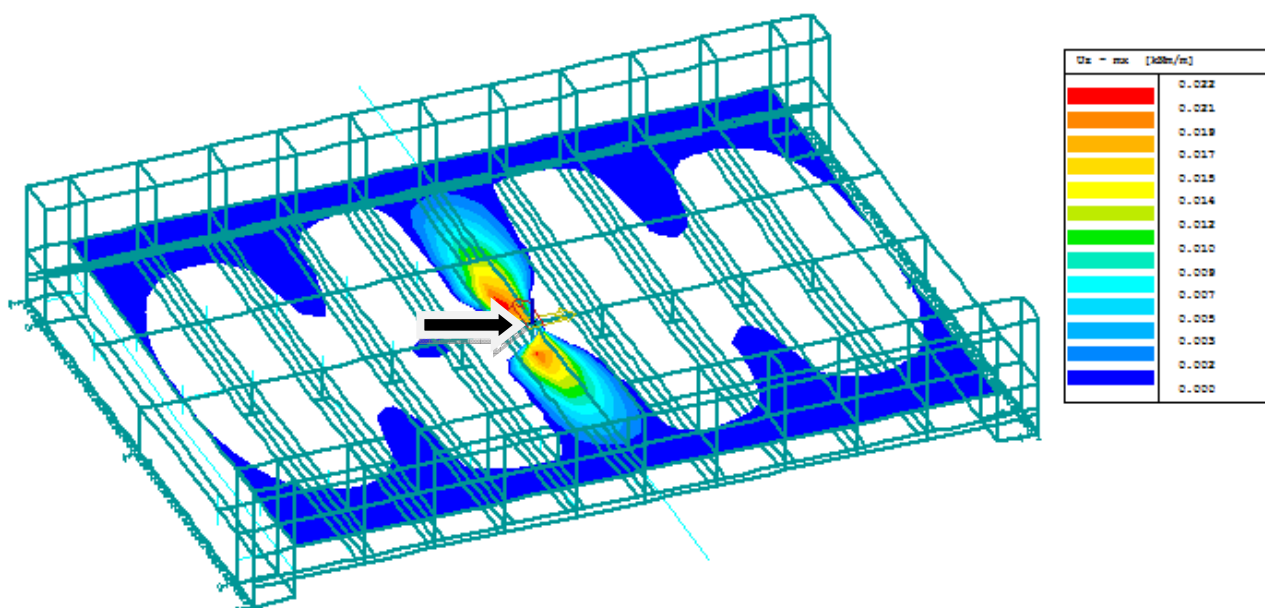
zatížení č. 2: srovnávací napětí na dolních pásnicích příčníků – dolní povrch, max. ve vetknutí do bočního plechu truhlíku, det. 3



zatížení č. 2: napětí σ_x na stěnách truhlíků – det. 4, 5, 6

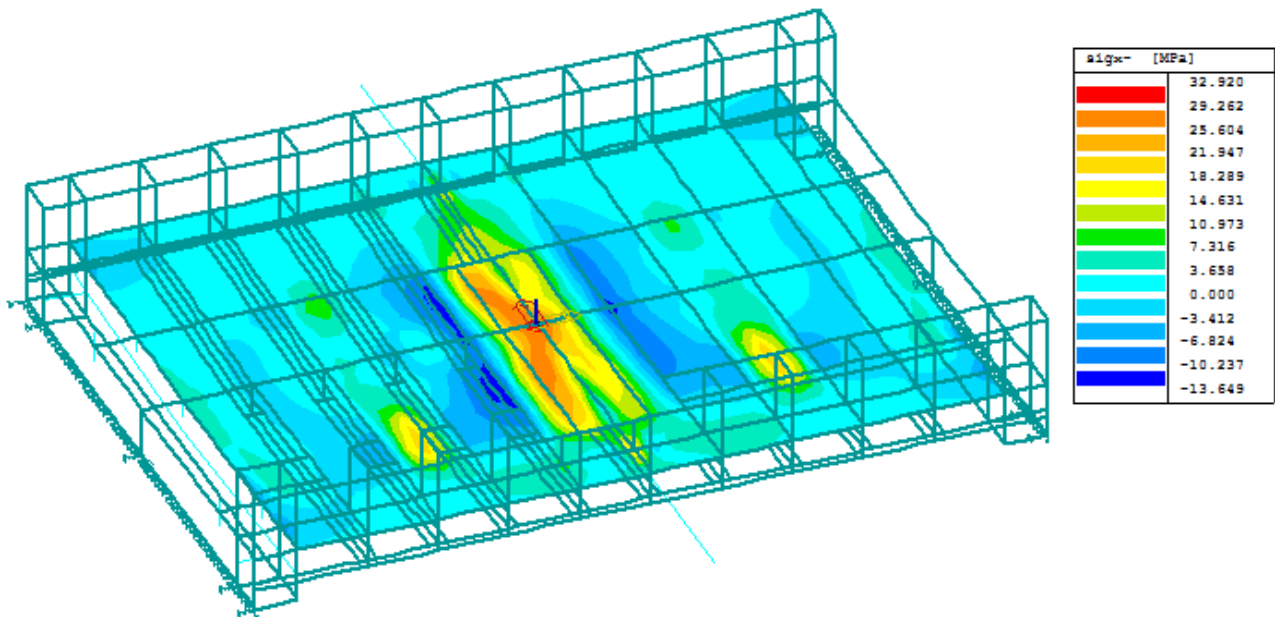


příčinkové plochy pro m_x (+) na plechu mostovky nad středem stěny středního příčnicku

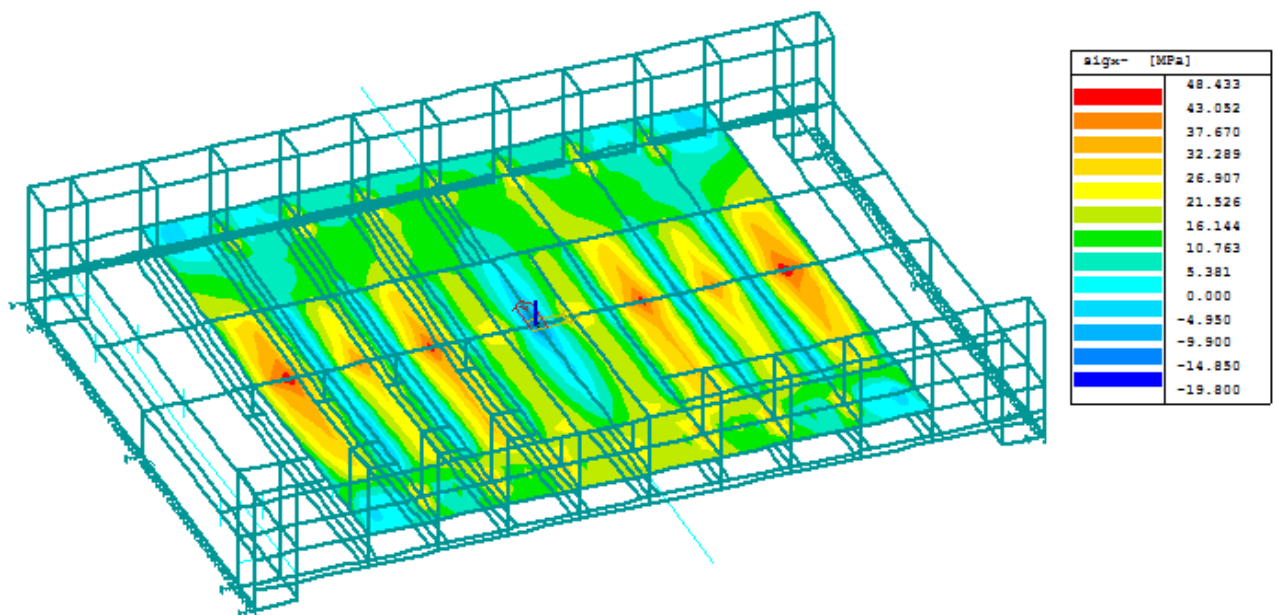


(extrémy hodnot napětí plynoucí z těchto příč. ploch jsou pro cyklické zatížení na únavu od zatížení dopravou nereálné, pro max. tahové napětí v dolních vláknech plechu mostovky nad příčnickem jsem uvažoval zatížení v zobrazené ploše pro m_x (+), tzn. dle příčinkových ploch, pro max. tlak. napětí v dolních vláknech plechu mostovky nad příčnickem jsem uvažoval zatížení dopravou ve zbývající ploše šíře pásu 2,6 m, ale bez délky 0,3 m před a 0,3 m za středním příčnickem)

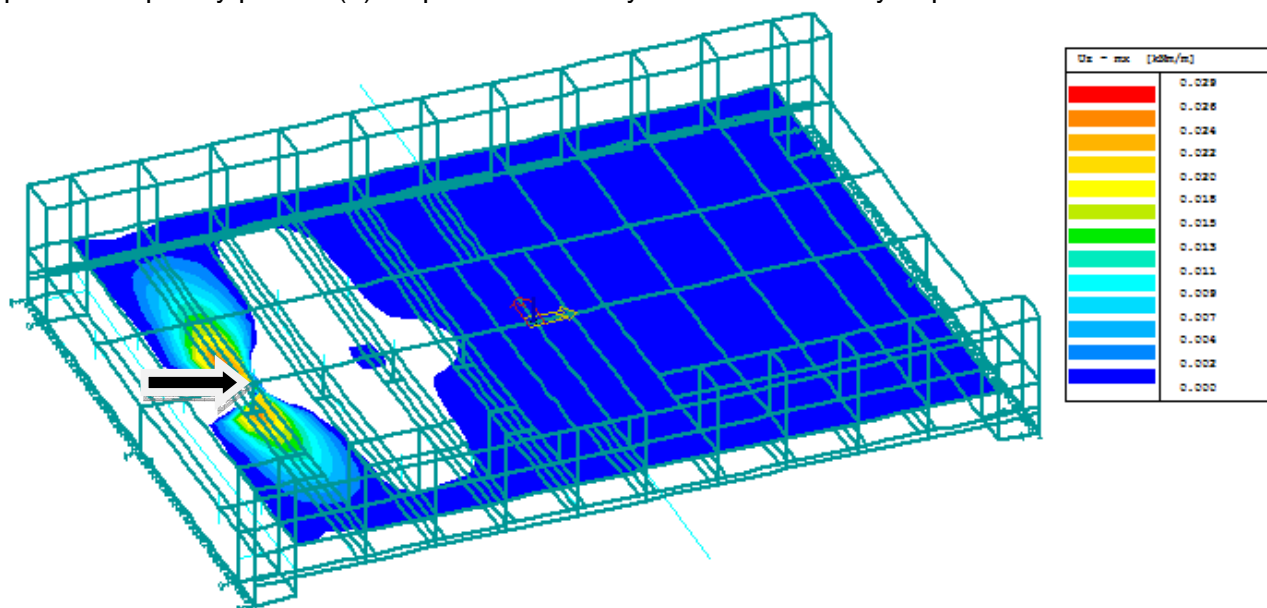
zatížení č. 2: max. napětí σ_x v dolních vláknech plechu mostovky nad stěnou středního příčnicku – det. 7



zatížení č. 2: min. napětí σ_x v dolních vláknech plechu mostovky nad stěnou středního příčnicku – det. 7

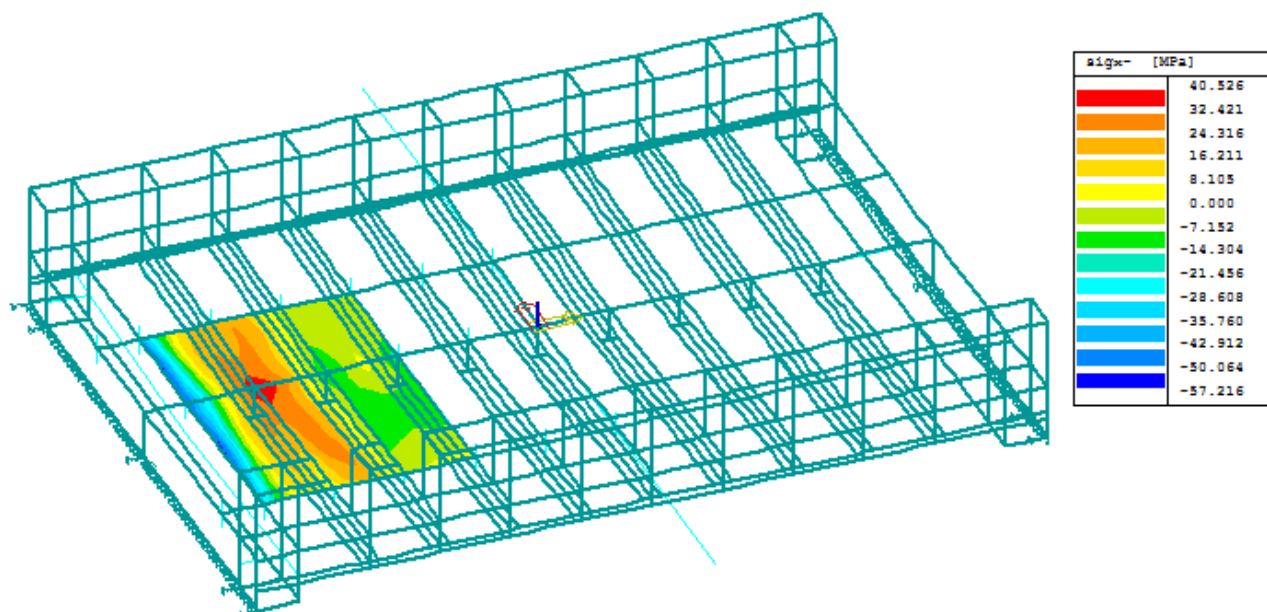


příčinkové plochy pro $m_x (+)$ na plechu mostovky nad středem stěny 1. příčniku

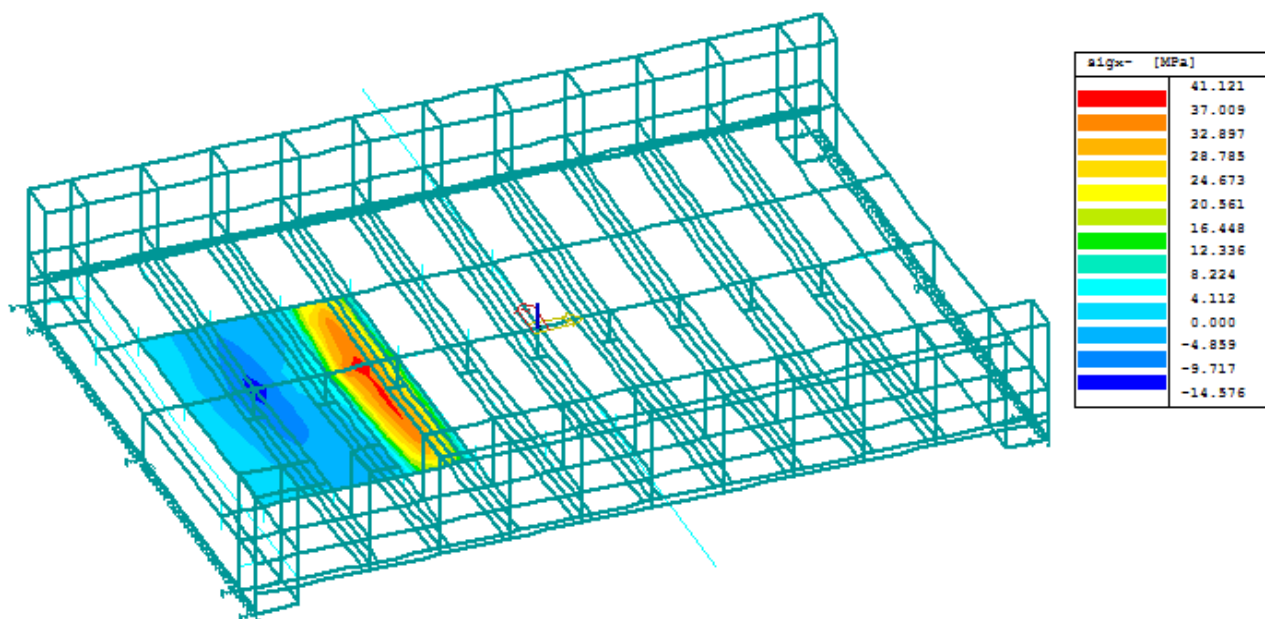


(extrémy hodnot napětí plynoucí z těchto příč. ploch jsou pro cyklické zatížení na únavu od zatížení dopravou nereálné, pro max. tahové napětí v dolních vláknech plechu mostovky nad příčником jsem uvažoval zatížení v zobrazené ploše pro $m_x (+)$, tzn. dle příčinkových ploch, pro max. tlak. napětí v dolních vláknech plechu mostovky nad příčником jsem uvažoval zatížení dopravou v ploše šíře pásu 2,6 m dle příčinkových ploch, ale bez délky 0,6 m před a 0,6 m za 1. příčником, kde by zatížení od dopravy působilo jak tlak, tak i tah)

zatížení č. 2: max. napětí σ_x v dolních vláknech plechu mostovky nad stěnou 1. příčniku – det. 8



zatížení č. 2: min. napětí σ_x v dolních vláknech plechu mostovky nad stěnou 1. příčnicku – det. 8



4.2.2 Posouzení

Posouzení únavy - příčník, plech mostovky:

$L_1 =$	4,20	pro určení λ_1 v poli	
$L_2 =$		pro určení λ_1 nad podporou	
$L_\phi =$	4,20	pro určení ϕ_2	
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$		součinitel ekvivalentního poškození	
$\lambda_1 =$	1,13	vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy	
$\lambda_2 =$	0,65	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)	
$\lambda_{pole} =$	0,73	$< \lambda_{pole,max} \Rightarrow \lambda =$	0,73
$\phi_2 =$	1,60		
$\gamma_{Ff} =$	1,00	součinitel zatížení na únavu	
$\gamma_{Mf} =$	1,15	součinitel materiálu	
$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_P$			

Posouzení únavy - hl. nosník:

$L_1 =$	6,70	pro určení λ_1 v poli	
$L_2 =$		pro určení λ_1 nad podporou	
$L_\phi =$	6,70	pro určení ϕ_2	
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$		součinitel ekvivalentního poškození	
$\lambda_1 =$	0,99	vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy	
$\lambda_2 =$	0,65	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)		
$\lambda_{pole} =$	0,64	$< \lambda_{pole,max}$	\Rightarrow	$\lambda = 0,64$
$\phi_2 =$	1,42			
$\gamma_{Ff} =$	1,00	součinitel zatížení na únavu		
$\gamma_{Mf} =$	1,15	součinitel materiálu		
$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_P$				

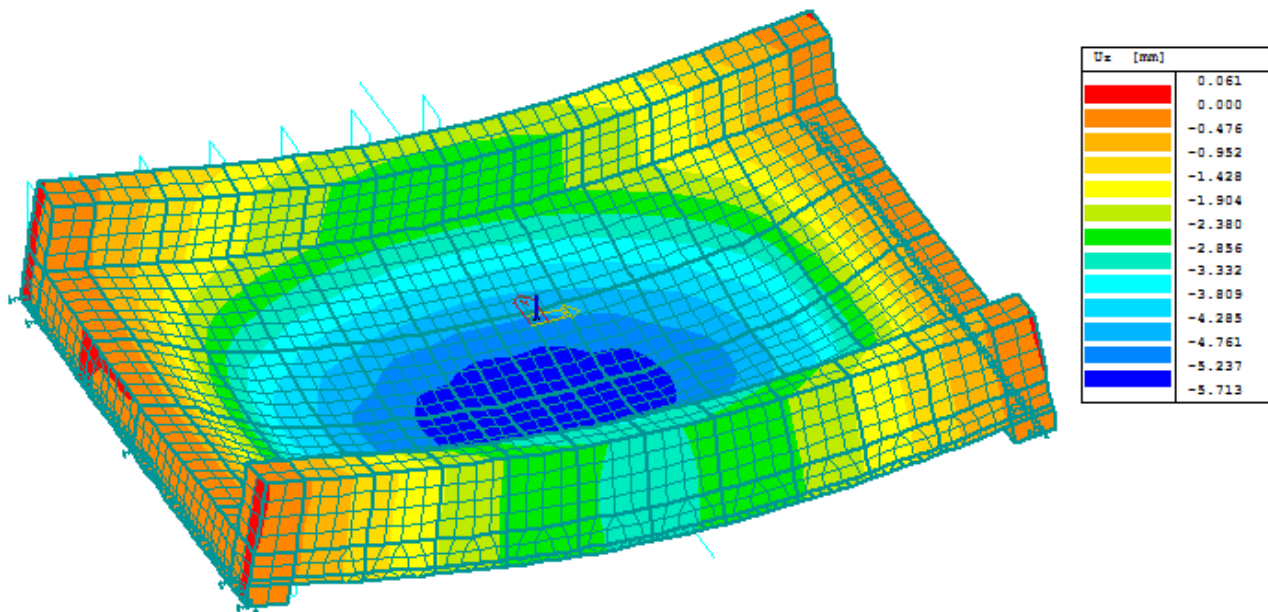
Posuzované detaily :

Detail 1	příčník - podélný průběžný kout. svar mezi stěnou a DP
Detail 2	příčník - kout. svar u výřezu mezi stěnou a plechem mostovky
Detail 3	styk DP příčníku s bočním plechem truhlíku, poškození DP (uvažováno bez náběhů, reálné napětí bude cca poloviční)
Detail 4	styk DP příčníku s bočním plechem truhlíku, poškození bočního plechu
Detail 5	připojení diafragmatu na stěny truhlíku vpravo
Detail 6	podélný průběžný tupý svar mezi stěnou a HP truhlíku
Detail 7	připojení stěny příčníku na plech mostovky - nad středem stěny středního příčníku
Detail 8	připojení stěny příčníku na plech mostovky - nad středem stěny 1. příčníku

Číslo detailu		1	2	3	4	5	6	7	8
náhradní délka (pro λ_1)	$L =$	4,20	4,20	4,20	6,70	6,70	6,70	4,20	4,20
náhradní délka (pro ϕ_2)	$L_\phi =$	4,20	4,20	4,20	6,70	6,70	6,70	4,20	4,20
vliv rozpětí	$\lambda_1 =$	1,13	1,13	1,13	0,99	0,99	0,99	1,13	1,13
vliv objemu dopravy	$\lambda_2 =$	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
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	$\lambda_{pole} =$	0,73	0,73	0,73	0,64	0,64	0,64	0,73	0,73
souč. ekvival. poškození	$\lambda =$	0,73	0,73	0,73	0,64	0,64	0,64	0,73	0,73
maximální napětí (LM71)	$\sigma_{P,k,max}$	61,9	20,0	51,0	42,0	72,7	79,4	32,9	40,5
minimální napětí (LM71)	$\sigma_{P,k,min}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-14,6
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_P$	61,9	20,0	51,0	42,0	72,7	79,4	52,7	55,1
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,60	1,60	1,60	1,42	1,42	1,42	1,60	1,60
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	72,7	23,5	59,9	38,5	66,6	72,7	61,9	64,7
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-	-	-	-
vliv tloušťky materiálu	ϕ_t	-	-	-	-	-	-	-	-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	100	71	80	80	80	100	80	80
	$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} =$	72,7	23,5	59,9	38,5	66,6	72,7	61,9	64,7
	$\phi_t \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} =$	87,0	61,7	69,6	69,6	69,6	87,0	69,6	69,6
		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
	využití	0,84	0,38	0,86	0,55	0,96	0,84	0,89	0,93

5 MSP

5.1 Průhyby



L	=	6,70	m
L_ϕ	=	6,70	m
ϕ_2	=	1,42	dyn. součinitel pro pečlivě udržovanou kolej
ϕ_3	=	1,63	dyn. součinitel pro normálně udržovanou kolej
$L/600$	=	11,17	mm
skutečná deformace =		5,7	mm

Svislé deformace:

1. Hledisko bezpečnosti dopravy:

LM-71 vč. odstř. sil

vč. α , bez ϕ_3	=	6,3	<	$1/600 L = 6700/600 = 11,17$ mm
				VYHOVUJE

2. Hledisko pohodlí cestujících:

LM-71 vč. odstř. sil

vč. ϕ_3	=	9,3	<	$1/600 L = 6700/600 = 11,17$ mm
				VYHOVUJE

5.2 Natočení koncového průřezu konstrukce

Od zatížení železniční dopravou (pro schéma LM-71 (vč.odstř. síly), včetně α , δ)

Pootočení plechu u podporového příčnicku:

$$\Phi_{p, \max} = 3,6 * 1,10 * 1,63 = 6,4 \text{ mrad} < \Phi_{p, \lim} = 6,5 \text{ mrad} \dots \text{VYHOVUJE}$$

5.3 Dynamické účinky

vlastní frekvence dle ČSN EN 1991-2

$$\delta_{0,1} = 0,4 \text{ mm (vlastní váha)}$$

$$\delta_{0,2} = 1,6 \text{ mm (KL)}$$

$$\delta_0 = 2 \text{ mm (skutečný průhyb od stálých zatížení)}$$

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

$$n_{0,d} =$$

12,55

Hz (1. vl. frekvence pro prostě podepřený most namáhaný pouze ohybem)
výpočet dle průhybů

Meze vlastních frekvencí:

dle ČSN EN 1991-2, 6.4.4

Horní mez $n_{0,h}$

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

$$n_{0,h} =$$

22,84

Hz

Dolní mez $n_{0,d}$

$$n_{0,d} = 80/L$$

(pro $4 \text{ m} \leq L \leq 20 \text{ m}$)

$$n_{0,d} =$$

11,94

Hz

$$n_{0,d} = 23,58 * L^{-0,592}$$

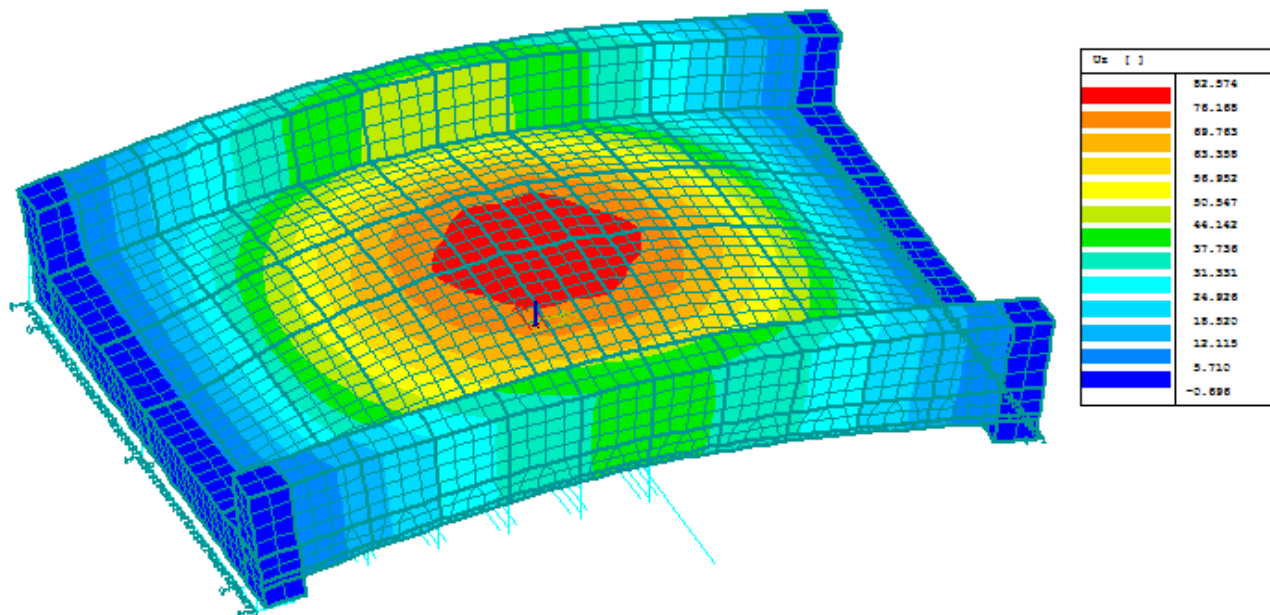
(pro $20 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$)

$$n_{0,d} =$$

7,65

Hz

vlastní frekvence pro kmitání ve svislém směru dle IDA NEXIS 32: $n_{0,1} = 13,2 \text{ Hz}$ (zatížení stálé a zbytek stálého), podélná tuhost podpření nemá na hodnoty frekvencí významný vliv



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

$$11,9 < 13,2 < 22,8 \dots \text{vyhovuje}$$

($n_{0,2} = 23,2$ Hz) - 2. vlastní frekvence pro kmitání ve svislém směru

6 ŽB lávka pro nástupiště

6.1 Základní údaje pro návrh lávky

- ŽB desková konstrukce š. 3,25 m a tl. 0,175 m
- prostý nosník, rozpětí 6,5 m
- šikmost 90,0°, uloženo na obou opěrách na 3 ks elastomerových ložisek
- nahodilé krátkodobé zatížení dle ČSN EN 1991-2 je 5 kN/m²

6.2 Materiál NK

beton C30/37 (B 425)

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

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

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

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

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

výztuž B500B (10505 R)

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

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

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

6.3 Zatížení

6.3.1 Stálé a zbytek stálého

$$\gamma_f = 1,35$$

Zatížení

ŽB (vl. tíha)
zábradlí

<u>charakteristické zatížení</u>	
kN/m	γ_f
generováno programem	1,35
neuvažují, v jeho místě není nahod. zat.	

6.3.2 Nahodilé krátkodobé

$$\gamma_f = 1,35$$

Zatížení

chodci

<u>charakteristické zatížení</u>	
kN/m	γ_f
5,0 kN/m ²	1,35

vjezd vozidel je znemožněn pevnou zábranou

6.4 Návrh a posouzení

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
M_{ed}	67,0	49,6		kNm
Q_{ed}	108,0	-	-	kN

materiál

C30/37

10 505 (R)		beton	C30/37
$f_{yk} = 500$ MPa		$f_{ck} = 30$ MPa	
$\gamma_s = 1,15$		$f_{cm} = 38$ MPa	
$f_{yd} = 435$ MPa		$f_{ctm} = 2,9$ MPa	
$E_s = 200$ GPa		$f_{ctk,0,05} = 2,0$ MPa	
$\xi_{bal,1} = 0,617$		$E_{cm} = 33$ GPa	
$\xi_{bal,2} = 0,379$		$\varepsilon_{c3} = 0,00175$ pom. přet. na mezi plasticity	
		$\varepsilon_{c3} = 0,0035$ pom. přet. na mezi porušení	
		$\gamma_c = 1,5$	
		$\alpha_{cc} = 0,9$	
		$\alpha_{ct} = 1$	
		$f_{cd} = 18,0$ MPa	
		$f_{ctd} = 1,33$ MPa	

průřez

výztuž

$h = 0,175$ m	výška	$\phi = 16$ mm	
$b = 1,00$ m	šířka	počet = 8 ks	
$c = 40$ mm	krytí	$A_s = 1,61E-03$ m ²	$> A_{s,min} = 1,92E-04$ m ²
			$< A_{s,max} = 7,00E-03$ m ²

mezní stav únosnosti

ohyb

$d = 0,127$ m	účinná výška		
$x = 0,049$ m	výška tlač. oblasti		
$\xi = 0,382$	poměrná výška tl.obl.	$< \xi_{max} = 0,62$	
$z = 0,108$ m	rameno vnitřních sil		

$M_{Rd} = 75,2$ kNm $> M_{ed} = 67,0$ kNm **VYHOVUJE**

smyk $b_t = b_w = 1,00$ m šířka průřezu pro smyk $C_{Rd,c} = 0,12$ $k = 2,255$ $k_1 = 0,15$ $A_{sl} = 1,61E-03$ m² plocha tahové výztuže, která zasahuje min. $l_{bd} + d$ směrem k podpoře $\rho_l = 1,27E-02$ $v_{min} = 0,649$

$V_{Rd,c} = 115,5$ kN $>$ $V_{ed} = 108,0$ kNm **PRŮŘEZ VYHOVUJE
BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE**

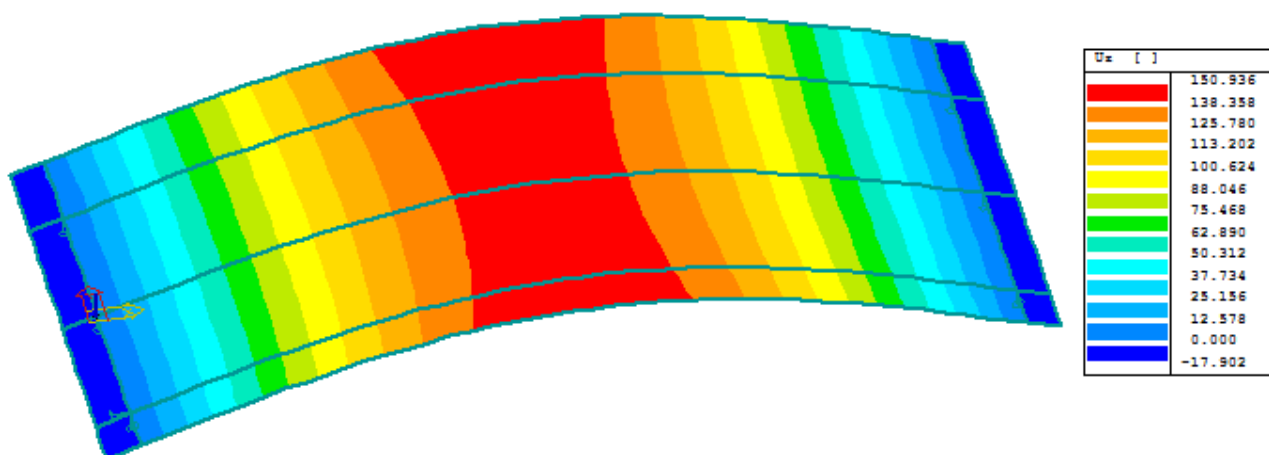
6.5 Reakce

Max. návrh. reakce:

$$1,35 \cdot (22,7 + 24,4) = 1,35 \cdot 47,1 = 63,6 \text{ kN}$$

6.6 Dynamické účinky

vlastní frekvence pro kmitání ve svislém směru dle IDA NEXIS 32: $n_{0,1} = 7,1$ Hz (zatížení stálé a zbytek stálého)



Účinky pěší dopravy na lávce budí síly s frekvencí 1 Hz až 3 Hz ve svislém směru – rezonance nenastane – dynamické chování vyhovuje.

7 Závěr

Statický výpočet prokázal, že navržené konstrukce vyhovují pro všechna návrhová zatížení.

8 Zatížitelnost

8.1 Výpočet zatížitelnosti

prvek, napětí, deformace	napětí, návrhové hodnoty [MPa]		Z_{LM71}
	stálé+zbytek st. +BR+0,6*teplota	LM-71* ϕ_3	
srovnávací napětí na plechu hlavních nosníků – horní povrch, pravý nosník	77,6	187,0	1,48
srovnávací napětí na bocích hlavních nosníků – zadní povrch, pravý nosník vpravo	79,1	188,6	1,46
srovnávací napětí na dolních pásnicích příčníků – dolní povrch, střední příčník	48,5	172,2	1,78
srovnávací napětí na plechu mostovky – horní povrch, nad stěnou středního příčníku	36,4	182,7	1,69
deformace [mm, mrad]			
	skutečná	limitní	
svislé deformace, hledisko pohodlí cestujících	9,3	11,2	1,20
natočení koncového průřezu konstrukce	5,8	6,5	1,12

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$f_y = 345 \text{ MPa}$$

* Zatížení základové spáry – viz 4.5 Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (2015) – spodní stavba je bez statických závad, nová NK a nahodilé zatížení vlakem sice zatížení spodní stavby zvyšuje, ale zvýšené zatížení je přeneseno mikropilotami a nová NK je provedena jako rozpěrák, tudíž bude max. napětí na stávající základové spáře obdobné jako doposud.

8.2 Tabulka zatížitelnosti

Přehled zatížitelnosti částí mostu

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 1721 Dobříš (včetně) – Vrané nad Vltavou (mimo) DÚ: 08 Čisovice - Měchenice km 23,038

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř poř. číslo pod kolejí č. 1
(ve směru staničení)

C. Doplnující 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	3210 m	1525 m	1067 m
převýšení koleje	5 mm	9 mm	13 mm
excentricita osy koleje	320 mm vpravo	331 mm vpravo	329 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.

Por. číslo	Prvek	Detail	Namáhání	k_t	Typ	L_0	ϕ_1	L_0	$\gamma_{Q,UMT1}$	$\gamma_{Q,UMT1,2}$	Viz č. str. přep.	Z_{UMT1}	$Z_{UMT1,2}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	pravý hl. nosník, střed rozpětí	horní povrch plechu truhlíku	srovnáva cí napětí	1,00	M	6,7	1,63	6,7	1,45		26	1,48		
2	pravý hl. nosník, střed rozpětí	vnitřní povrch, pravý nosník vpravo	srovnáva cí napětí	1,00	M	6,7	1,63	6,7	1,45		26	1,46		
3	střední příčník	dolní povrch dolní pásnice	srovnáva cí napětí	1,00	M	4,4	1,90	4,2	1,45		26	1,78		
4	plech mostovky nad stř. příčnicí	horní povrch plechu mostovky	srovnáva cí napětí	1,00	M	0,6	1,90	4,2	1,45		26	1,69		
5	plech mostovky nad stř. příčnicí	průhyb		1,00	M	6,7	1,63	6,7	1,00		26	1,20		
6	plech mostovky u podpor. příčnicí	natočení		1,00	M	6,7	1,63	6,7	1,00		26	1,12		
7	Spodní stavba *	-	napětí v základové spáře	1,00			1,00	6,7	1,00			>1,10		

* zatížitelnost určená odborným odhadem

Dne: 29. 09. 2016 zatížitelnost určil: Ing. Š. Jakeš