Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní infrastruktury

Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:

Razítko oprávněné osoby:

Podpis: Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
[000]	[06/2023]	Definitivní odevzdání dokumentace	Ing. L. Marek

Stavebník/Investor:	**Správa železnic, státní organizace**
Adresa:	**Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1**
Zástupce investora:	Stavební správa západ, Diamond Point
Adresa:	Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8 – Karlín

SPRÁVA ŽELEZNIC

Zhotovitel díla:	**TOP CON SERVIS s.r.o.**
Adresa:	Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8
Kontakt:	T: +420 284 021 740 E: topcon@topcon.cz
Zhotovitel části/objektu:	**TOP CON SERVIS s.r.o.**
Adresa:	Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8
Kontakt:	T: +420 284 021 740 E: topcon@topcon.cz
Hlavní projektant (HIP):	**Ing. Libor Marek**
Specialista:	**Ing. Libor Marek**

Název stavby/akce:	**Rekonstrukce mostů v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá**	Označení investora: **S632100043** Zakázka: **74-21**
Název části:	Mosty, propustky a zdi	Označení části: **D.2.1.4**
Název objektu/dílčí části:	**Most v ev. km 72,637**	Označení objektu/komplexu: **SO 11-20-02**
Název přílohy: Název dílčí části přílohy:	**Statický výpočet**	Číslo přílohy (typ/pořadí): **3. 001**
Odpovědný projektant: Ing. Tomáš Vejběra	Zpracovatel přílohy: Ing. Tomáš Vejběra Měřítko: - Formáty: -	Stupeň dokumentace: **DUSP+PDPS**
Kraj: Plzeňský	Katastrální území: Tachov TUDU: 0331 38	Smluvní datum zpracování: **06/2023**

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobjekt:	Příloha:	Revize:
S 6 3 2 1 0 0 0 4 3	_ P D P S	_ D 2 1 0 4	_ S O 1 1 2 0 0 2	_ X X	_ 3 _ 0 0 1	_ 0 0 0

[Prostor pro další informace]

Rekonstrukce mostů v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá

DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ SPOLEČNÉHO POVOLENÍ STAVBY (DUSP + PDPS)

SO 11-20-02 – Most v ev. km 72,637

STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE

05 / 2023

Ing. Tomáš Vejběra

Obsah:

1. Úvod ... 4
1.1. Identifikační údaje ... 4
1.2. Základní údaje pro návrh mostu ... 4
1.3. Přehled značek a symbolů ... 4
1.3.1. Zatížení, vnitřní síly, posouzení průřezu ... 4
1.3.2. Materiál ... 5
1.3.3. Průřezové charakteristiky ... 5
1.4. Materiálové charakteristiky ... 5
1.5. Předpoklady a postup výpočtu ... 6
1.6. Použitá literatura ... 6
1.6.1. Normy ... 6
1.6.2. Literatura ... 6
1.7. Použité programy ... 7
2. Popis nosné konstrukce ... 7
2.1. Vzorový příčný řez ... 7
2.2. Půdorys ... 8
2.3. Podélný řez a pohled ... 9
3. Popis výpočetního modelu ... 10
3.1. Schema NK ... 11
3.2. Značení prvků hlavních nosníků ... 12
3.3. Značení prvků příčný řez ... 13
4. Zatížení ... 14
4.1. Stálé (G) ... 14
4.1.1. Vlastní tíha ... 14
4.1.2. Ostatní stálé ... 14
4.2. Proměnné (Q) ... 15
4.2.1. Svislé zatížení železniční dopravou ... 15
4.2.2. Boční rázy ... 15
4.2.3. Rozjezdové a brzdné síly ... 15
4.2.4. Zatížení teplotou ... 17
4.2.5. Zatížení od bezstykové koleje ... 17
4.2.6. Zatížení neveřejných služebních chodníků ... 17
4.2.7. Třecí síly v ložiskách ... 18
4.2.8. Vykolejení a jiná zatížení železničních mostů ... 18
4.2.9. Zatížení větrem ... 18
4.3. Schéma zatížení příčného řezu ... 19
4.3.1. Zatížení stálá ... 19
4.3.2. Zatížení proměnná ... 20
4.3.3. Rozhodující nebezpečné kombinace zatížení ... 20
5. Mostovka ... 21
5.1. Příčníky ... 21
5.1. Plech mostovky ... 32
6. Hlavní nosníky ... 36
6.1. Dolní pás ... 36
6.1.1. Průřezové charakteristiky ... 37
6.1.2. Vnitřní síly ... 37
6.1.2.1. N4-L: střed rozpětí prutu ... 37
6.1.2.2. N-4-L: styčník 4 ... 38
6.1.3. Mezní stav únosnosti ... 39
6.1.3.1. Posouzení průřezu N4-L – dx=1/2L ... 39
6.1.3.2. N-4-L: styčník 4 ... 40
6.1.4. Mezní stav únavy ... 42
6.1.4.1. Průřez viz 6.1.1 ... 42
6.1.4.2. Vnitřní síly N4-L ... 42
6.1.4.3. Posouzení ... 42

6.1.4.4. Průřez viz 6.1.1 ... 43
6.1.4.5. Vnitřní síly N4-L - styčník ... 43
6.1.4.6. Posouzení ... 44
6.1.5. Zatížitelnost ... 44
6.2. Horní pás ... 45
6.2.1. Průřezové charakteristiky ... 45
6.2.2. Stabilitní výpočet ... 46
6.3. Řez 1 ... 47
6.3.1. Vnitřní síly ... 47
6.3.2. Mezní stav únosnosti ... 48
6.3.3. Mezní stav únavy ... 51
6.3.4. Zatížitelnost ... 52
6.4. Diagonály ... 53
6.4.1. Průřezové charakteristiky ... 53
6.4.2. D2 – maximální tlačená diagonála ... 57
6.4.2.1. Vnitřní síly ... 57
6.4.2.2. Mezní stav únosnosti ... 58
6.4.2.3. Mezní stav únavy ... 60
6.4.2.4. Zatížitelnost ... 61
6.4.3. D3 – maximální tažená diagonála ... 62
6.4.3.1. Vnitřní síly ... 62
6.4.3.2. Mezní stav únosnosti ... 63
6.4.3.3. Mezní stav únavy ... 65
6.4.3.4. Zatížitelnost ... 65
6.4.4. D4 ... 66
6.4.4.1. Vnitřní síly ... 66
6.4.4.2. Mezní stav únosnosti ... 67
6.4.4.3. Mezní stav únavy ... 69
6.4.4.4. Zatížitelnost ... 70
6.4.5. D5 ... 71
6.4.5.1. Vnitřní síly ... 71
6.4.5.2. Mezní stav únosnosti ... 72
6.4.5.3. Mezní stav únavy ... 73
6.4.5.4. Zatížitelnost ... 74
6.4.6. D6 ... 75
6.4.6.1. Vnitřní síly ... 75
6.4.6.2. Mezní stav únosnosti ... 76
6.4.6.3. Mezní stav únavy ... 77
6.4.6.4. Zatížitelnost ... 78
7. Dynamické chování konstrukce ... 79
8. Reakce ... 82
9. Deformace konstrukce ... 83
9.1. Nadvýšení konstrukce ... 83
10. Posouzení spodní stavby ... 84
10.1. Úvod ... 84
10.2. Návrhové zatížení ... 84
10.3. Stavebně-technické podmínky ... 84
10.4. Geotechnické podmínky ... 84
10.4.1. Inženýrskogeologický průzkum ... 84
10.5. Popis statického modelu ... 87
10.5.1. Geometrie spodní stavby ... 87
10.6. Předpoklady výpočtu ... 89
10.7. Přílohy ... 89
Tabulka zatížitelnosti ... 97
Přehled zatížitelnosti částí mostu (dle S5/1) ... 97

1. Úvod

Účel tohoto statického výpočtu je návrh hlavní nosné konstrukce a nových částí spodní stavby mostu SO 11-20-02 v ev. km 72,637 trati Domažlice – Planá u Mariánských lázní. Most se nachází v širé trati, v oblouku. Na mostě je navržen VMP 2,5.

1.1. Identifikační údaje

Název stavby:	Rekonstrukce mostů v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá
Objekt:	SO 11-20-02 – Most v ev. km 72,637
Charakter stavby:	Rekonstrukce
Stupeň dokumentace:	Dokumentace pro společné vydání povolení stavby (DUSP) + Dokumentace pro provádění stavby (PDPS) (Obsah dokumentace je v souladu s vyhláškou 499/2006 Sb. Příloha 10)
Objednatel:	Správa železnic, s.o., Stavební správa západ
Správce:	Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Plzeň, Sušická 1168/23, 326 00, Plzeň
Projektant:	TOP CON SERVIS s.r.o., Ke Stírce 56, Praha 8
Katastrální území:	Tachov (č.k.ú.: 764914)
Obec:	Tachov (560715)
Kraj:	Plzeňský
Trať:	Domažlice - Planá u Mar. Lázní
č. podle jízdního řádu:	184
č. dle prohlášení o dráze:	106 00
č. dle nákr. jízdního řádu:	717
TÚ:	0331 Havlovice (včetně) (býv. Paseč.) – Tachov (mimo)
DÚ:	38 – Tachov zastávka - Tachov
Vžitý název:	
Překonávaná překážka:	řeka Mže a její inundační část

1.2. Základní údaje pro návrh mostu

- jednokolejný most – trať v oblouku u R=201m
- přemosťovanou překážkou je trvalá vodoteč říčka Mže a její zátopové území
- doba životnosti 100 let
- prostý nosník o jednom poli- rozpětí 21,875 m uložený na kalotových ložiskách
- železniční svršek: kolejnice S49, ocelové pražce Y
- trať 3. třídy
- proměnné krátkodobé zatížení:
  „model zatížení 71“ klasifikovaný součinitelem α = 1,1, V=60km/h

1.3. Přehled značek a symbolů

1.3.1. Zatížení, vnitřní síly, posouzení průřezu

G_k	[kN/m^2,m]	charakteristická hodnota zatížení – stálé (plošné liniové)
G_d	[kN/m^2,m]	návrhová hodnota zatížení – stálé (plošné liniové)
Q_k	[kN/m^2,m]	charakteristická hodnota zatížení – proměnné (plošné liniové)
Q_d	[kN/m^2,m]	návrhová hodnota zatížení – proměnné (plošné liniové)
$\gamma_{Q,(G)}$	[-]	dílčí součinitel zatížení
N_{Ed}	[kN]	návrhová hodnota tlakové, tahové síly
M_{Ed}	[kN.m]	návrhová hodnota ohybového momentu
V_{Ed}	[kN]	návrhová hodnota posouvající síly
$N_{b,Rd}$	[kN]	návrhová vzpěrná únosnost tlačeného prutu
$N_{t,Rd}$	[kN]	návrhová únosnost taženého prutu
$N_{c,Rd}$	[kN]	pružná kritická síla pro příslušný způsob vybočení

λ	[-]	štíhlost
χ	[-]	součinitel vzpěrnosti
$\sigma_{x,Ed}$	[MPa]	podélná napětí
$\sigma_{z,Ed}$	[MPa]	příčná napětí
τ_{Ed}	[MPa]	smyková napětí
δ_i	[mm]	svislá výchylka, průhyb
δ_{lim}	[mm]	limitní svislá výchylka, průhyb

1.3.2. Materiál

E	[MPa]	modul pružnosti
G	[MPa]	modul pružnosti ve smyku
f_y	[MPa]	mez kluzu oceli
f_u	[MPa]	mez pevnostu oceli
$\gamma_{M,i}$	[-]	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
ρ	[kg/m^3]	objemová hmotnost materiálu

1.3.3. Průřezové charakteristiky

ϕ	[mm]	průměr
A	[mm^2]	plocha průřezu
A_{vz}	[mm^2]	plocha stojny průřezu
A_{eff}	[mm^2]	efektivní plocha průřezu
b	[mm]	šířka průřezu
h	[mm]	výška průřezu
b_{eff}	[mm]	účinná šířka průřezu
β	[-]	součinitel účinné šířky průřezu
L	[mm]	délka
L_e	[mm]	náhradní délka
t	[mm]	tloušťka
t_f	[mm]	tloušťka pásnice
t_w	[mm]	tloušťka stojny
d	[mm]	výška stojny
I_y	[mm^4]	moment setrvačnosti k ose y
I_z	[mm^4]	moment setrvačnosti k ose z
I_k	[mm^4]	moment tuhosti průřezu v prostém kroucení
$W_{el,y}$	[mm^3]	elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}$	[mm^3]	elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y}$	[mm^3]	plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z}$	[mm^3]	plastický průřezový modul k ose z
W_{eff}	[mm^3]	efektivní průřezový modul
i_y	[mm]	poloměr setrvačnosti k ose y
i_z	[mm]	poloměr setrvačnosti k ose z
y_c	[mm]	y – nová hodnota souřadnice těžiště
z_c	[mm]	z – tová hodnota souřadnice těžiště

1.4. Materiálové charakteristiky

Ocel S355 J2+N

E=210 GPa – Modul pružnosti materiálu
f_y=355 MPa – Jmenovitá hodnota meze kluzu materiálu pro tl. ≤ 40 mm.
f_y=335 MPa – Jmenovitá hodnota meze kluzu materiálu pro tl. > 40 mm.
f_u=510 MPa – Jmenovitá hodnota meze pevnosti materiálu pro tl. ≤ 40 mm
f_u=490 MPa – Jmenovitá hodnota meze pevnosti materiálu pro tl. > 40 mm

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu ocelových průřezů

γ_{M0}=1,0 - Průřezy třídy 1,2,3
γ_{M1}=1,0 - Průřezy třídy 4 a stabilitní posouzení prutu
γ_{M2}=1,25 - Průřezy oslabené otvory
γ_{MF}=1,35 - Součinitel spolehlivosti únavové pevnosti
γ_{Mw}=1,25 - Součinitel svarových spojů
γ_{M}=1,0 - Průřezy třídy 1,2,3,4 pro mimořádné zatížení

1.5. Předpoklady a postup výpočtu

Pro posouzení únavové pevnosti je uvažováno:

- Standardní doprava
- Objem dopravy – řád 6 - méně než 1,825*10^6 t/kolej za rok
- Doba životnosti 100 let

Postup výpočtu
Konstrukce byla posouzena v mezním stavu únosnosti, únavy a použitelnosti.

- příprava statického modelu nosné konstrukce
- výpočet vnitřních sil na konstrukci
- určení rozhodujících průřezů pro jednotlivé prvky n.k.
- návrh a posouzení n.k.

1.6. Použitá literatura

1.6.1. Normy

1) ČSN EN 1990 ed. 2 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 1992-2 (+ZMĚNA Z2) Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
10) ČSN EN 1993-1-1(+ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
11) ČSN EN 1993-1-5(+ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
12) ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
13) ČSN EN 1993-1-9(+ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-9: Únava
14) ČSN EN 1993-1-10(+Opr.1+2, ZMĚNA Z1) Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
15) ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
16) ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

1.6.2. Literatura

1) Rotter T, studnička J: Ocelové mosty, ČVUT Praha 2006
2) Rotter T, studnička J: Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty, pomůcka pro cvičení, ČVUT Praha 2004

3) Studnička J.: Ocelové konstrukce normy, ČVUT 2011

1.7. Použité programy

1) Scia Engineer – program pro řešení prutových a deskových konstrukcí metodou konečných prvků.
2) 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)
3) Autocad 2016 LT
4) MS Office 2013
5)

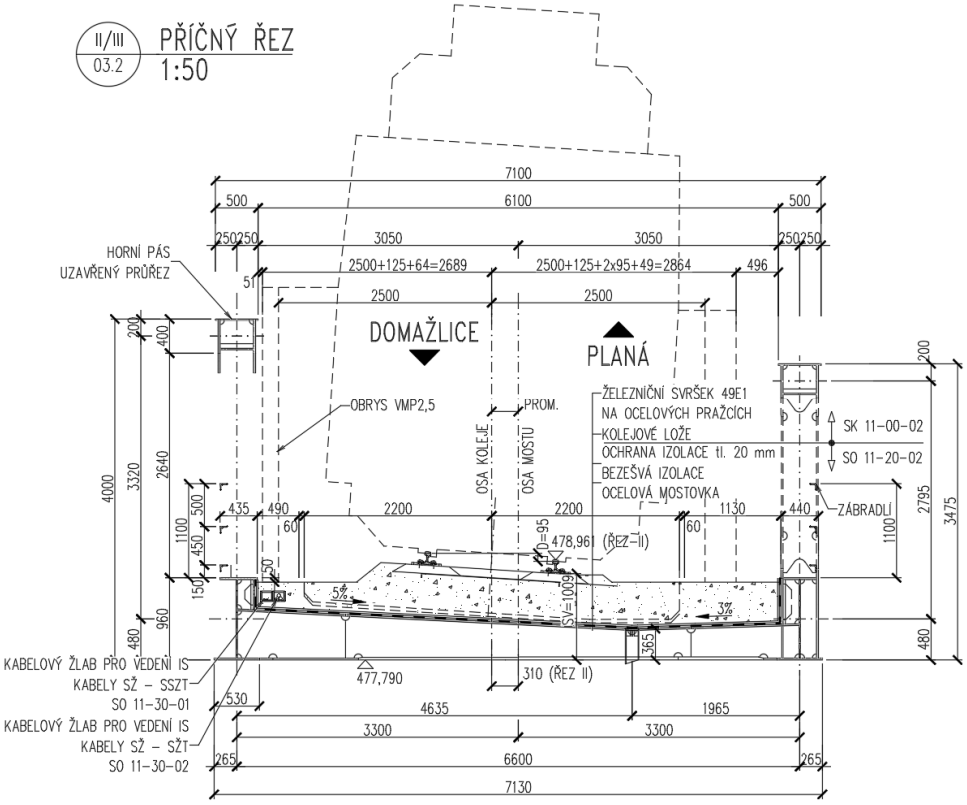
2. Popis nosné konstrukce

Je navržen ocelový svařovaný most s dolní příčníkovou mostovkou a průběžným kolejovým ložem. Dva hlavní křivopásové nosníky OK jsou tvořeny bezsvislicovou příhradovou soustavou. Konstrukce je uložena na sanované spodní stavbě se zesíleným podzákladím mikropilotami.

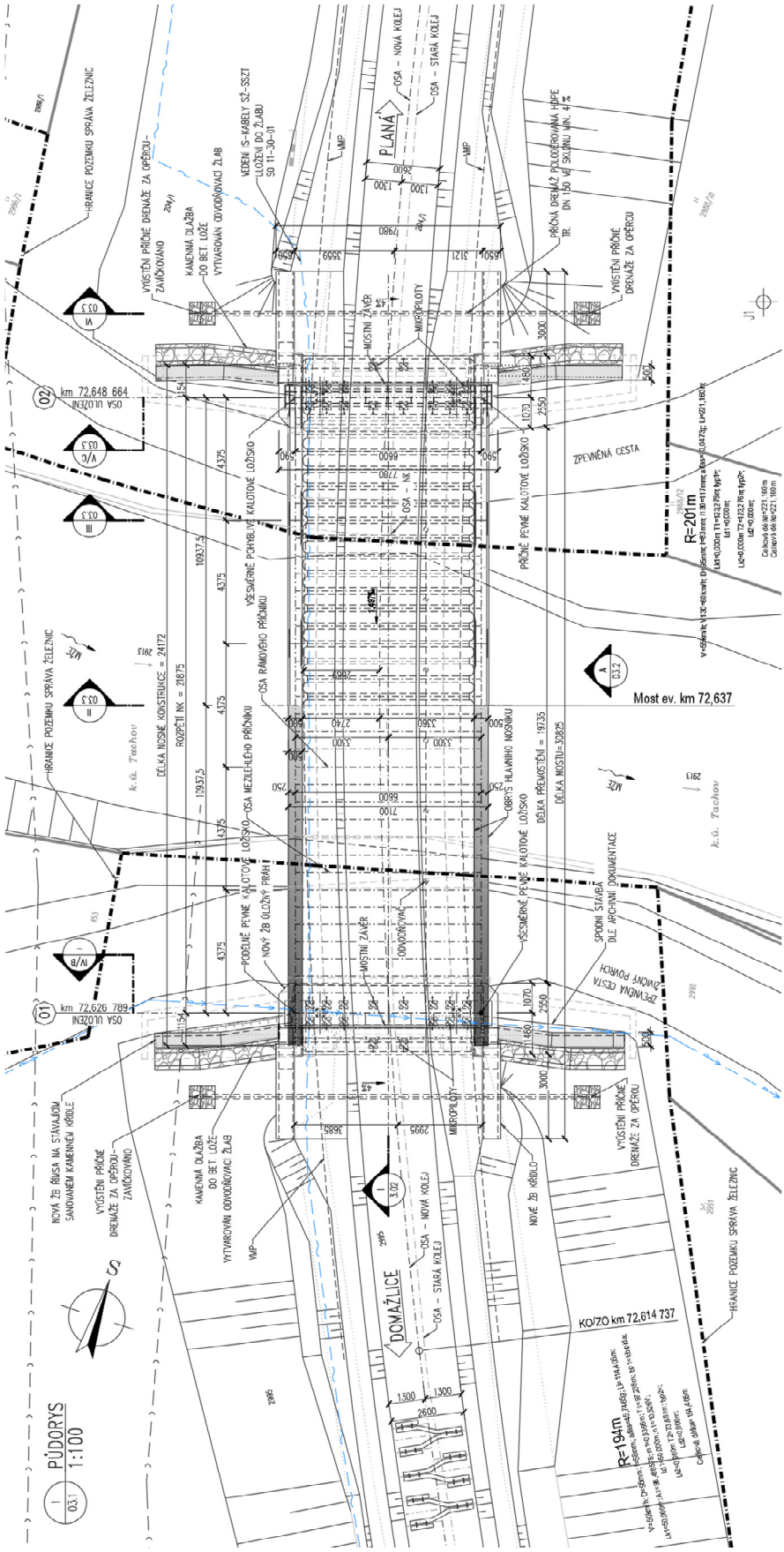
statická soustava:	prostorová příhradová konstrukcee o 1 poli – prostě uložená
počet mostních otvorů:	1
délka přemostění	19,735 m
rozpětí:	21,875 m
stavební výška	1,009 m
šikmost mostu:	90°
šířka mostu:	7,10 m
volná výška nad hladinou:	cca 2,5 m

<u>Uspořádání pod mostem</u>
Most překračuje řeku Mži a její inundaci. Po rekonstrukci zůstane překračované území beze změny.

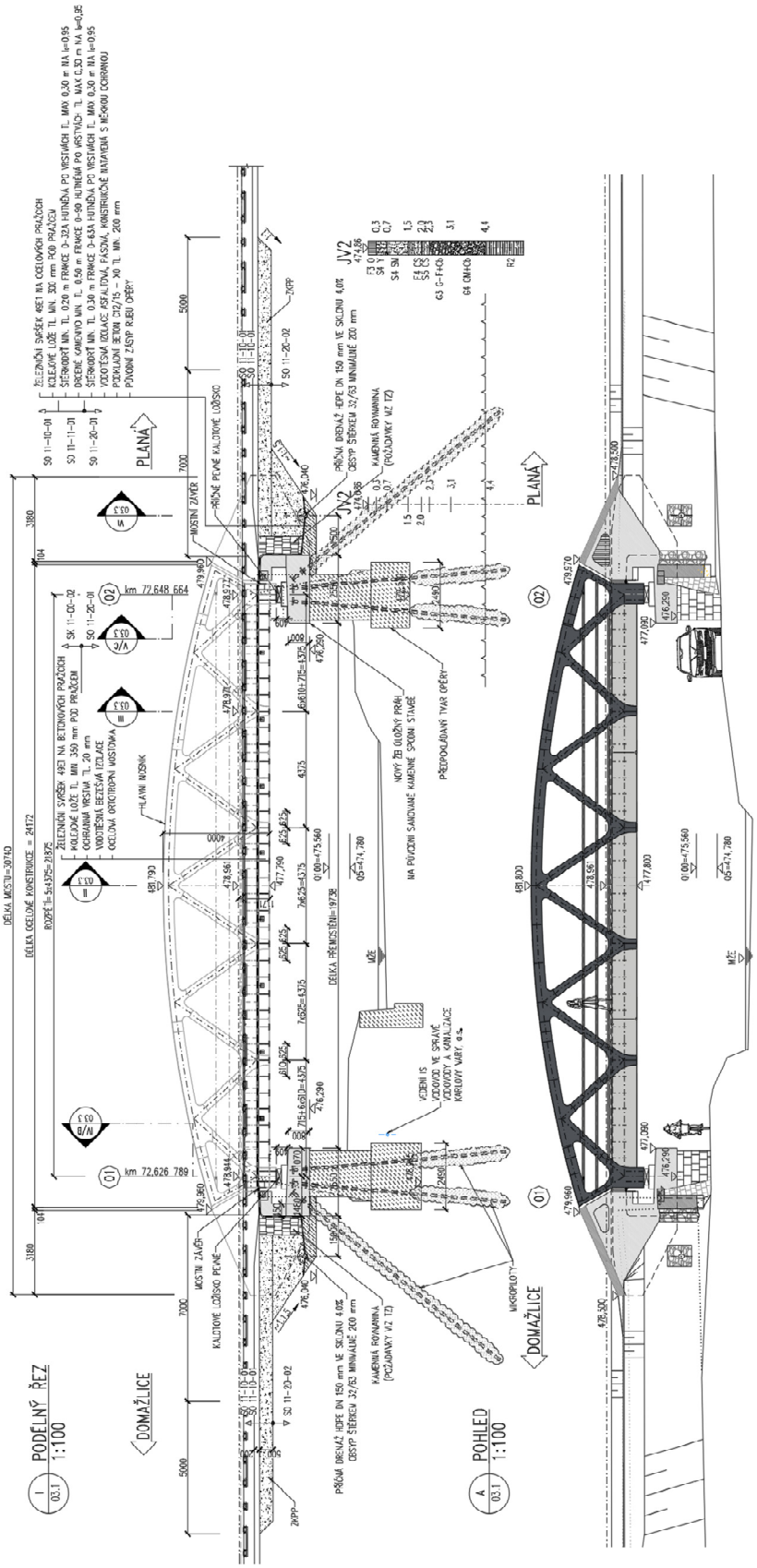
2.1. Vzorový příčný řez



2.2. Půdorys


PŮDORYS
1:100
Most ev. km 72,637
R=194m
R=201m
DOMAŽLICE
PLANÁ
OSA – NOVÁ KOLEJ
OSA – STARÁ KOLEJ
HRANICE POZEMKU SPRÁVA ŽELEZNIC
ZPEVNĚNÁ CESTA
DÉLKA MOSTU=32825
DÉLKA PŘEMOSTĚNÍ = 19735
DÉLKA NOSNÉ KONSTRUKCE = 24172
ROZPĚTÍ NK = 21875
km 72,648 664
km 72,626 789
KO/ZO km 72,614 737
k.ú. Tachov

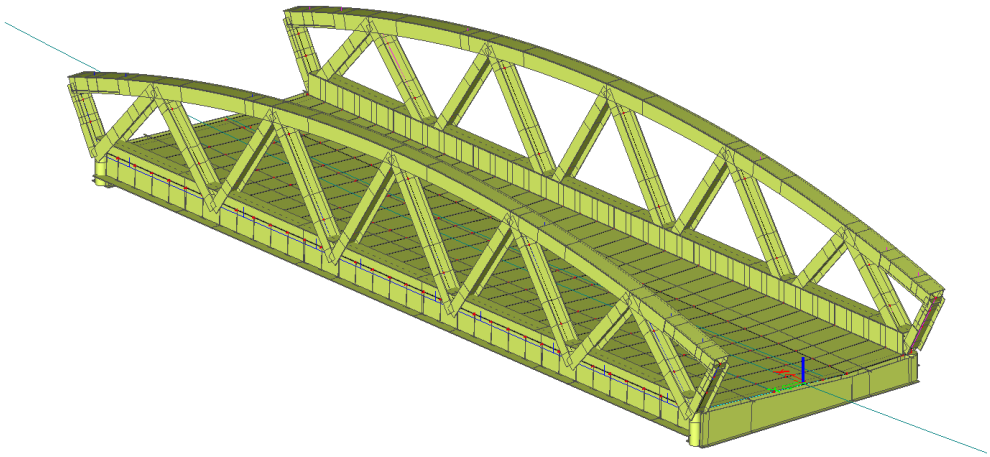
2.3. Podélný řez a pohled



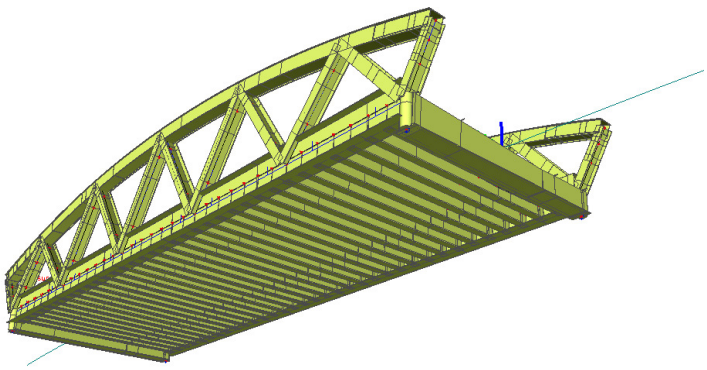
3. Popis výpočetního modelu

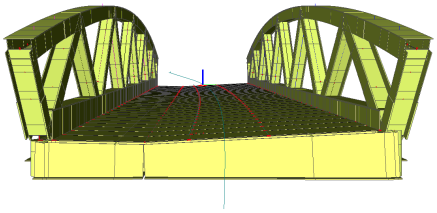
Pro výpočet globálních účinků zatížení a stanovení vnitřních sil byl vytvořen kombinovaný prostorový model. Je tvořen z prutových prvků kombinovaných s desko-stěnovými prvky. Průřezové veličiny modelovaných prutů odpovídají průřezovým charakteristikám skutečných prvků. V modelu není zahrnut vliv příčných výztuh hl. n. ani jiných konstrukčních výztuh. Tato skutečnost je zohledněna zvýšením zatížení od vlastní tíhy o 15%.
Do desko-stěnových prvků plechu mostovky byly vloženy prutové prvky příčných výztuh. Průřezy příčných výztuh jsou tvaru obráceného písmene T. Průřezy dolního pásu hl. n. jsou tvaru I s nesymetricky umístěnou horní pásnicí. Horní pásy jsou tvořeny uzavřeným průřezem. Diagonály hl. n. jsou tvořeny symetrickým průřezem ve tvaru písmene I. Pro vyhodnocení vnitřních sil v programu Scia Engineer bylo použito modulu „žebro“, který umožňuje automatický součet vnitřních sil prutového a desko-stěnového prvku z dané šířky včetně vlivu excentrického umístění desko-stěnového prvku k prutovému prvku. Podpory na začátku mostu jsou příčně pohyblivá a pevná, na konci mostu jsou voleny jako všesměrně pohyblivé a příčně pevné. Do výpočtu byla zavedena tuhost podpor zohledňující výrobní tolerance a určité „dosednutí“ ložisek.

Pohled na konstrukci:

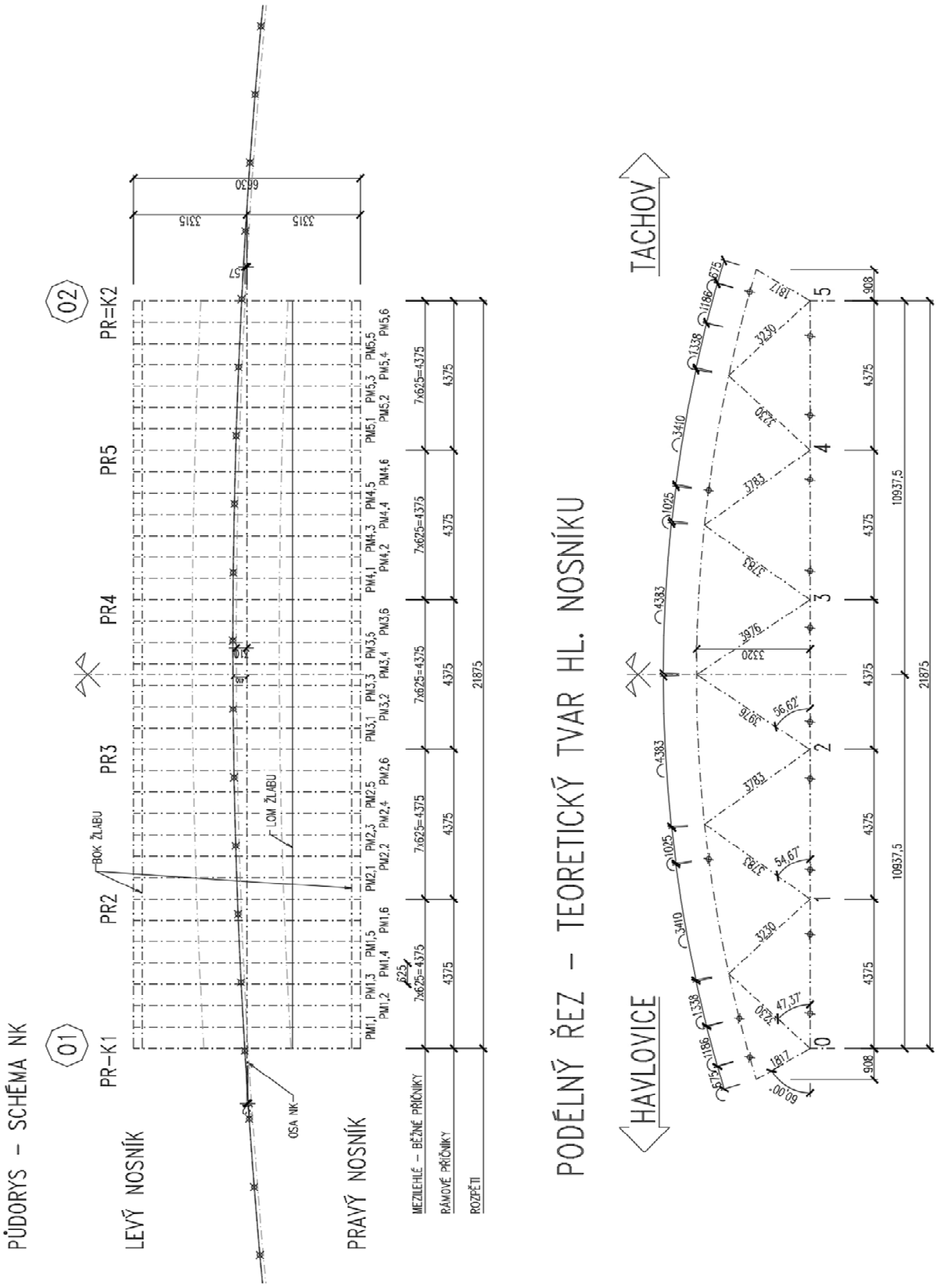


Podhled na konstrukci:

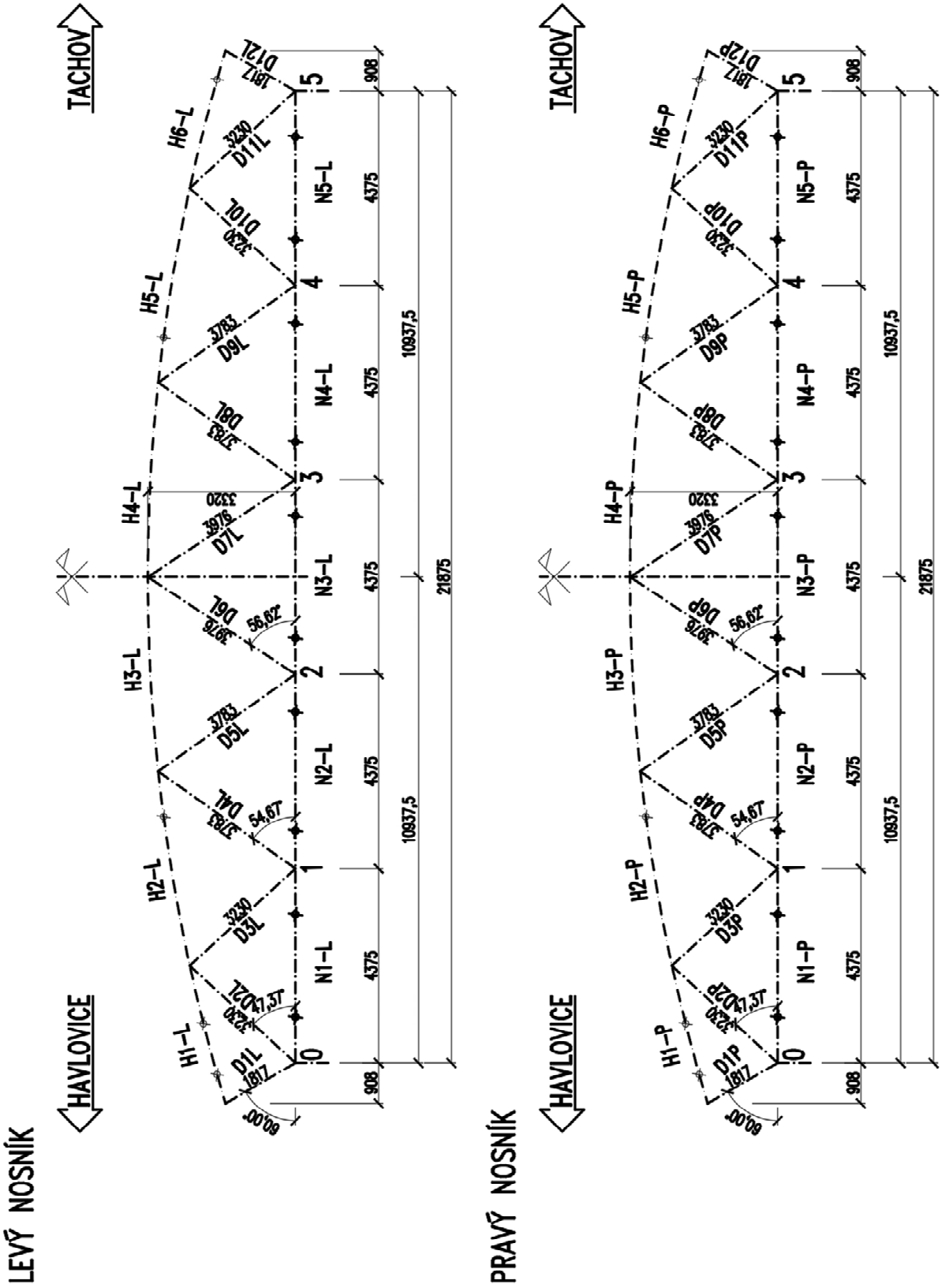




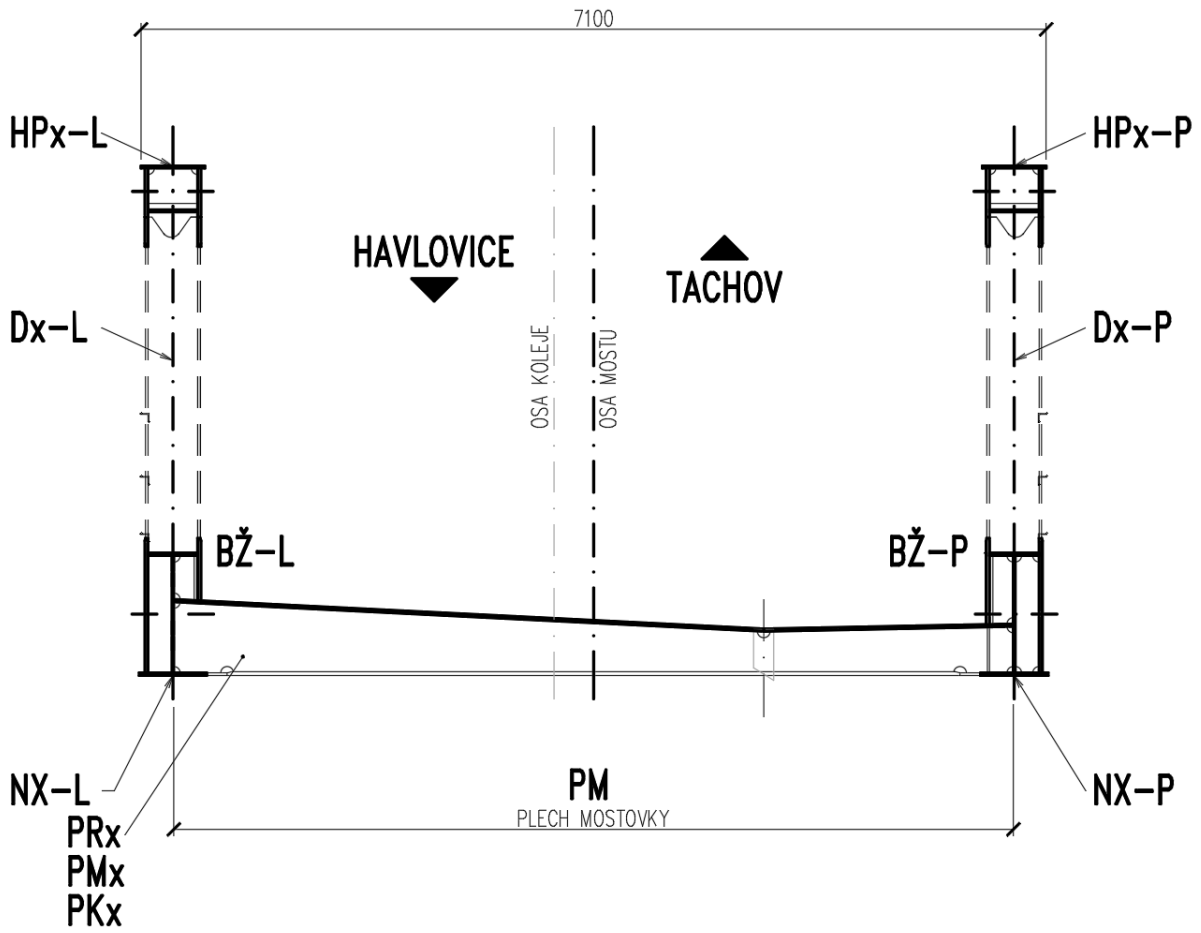
3.1. Schema NK


PŮDORYS - SCHÉMA NK
LEVÝ NOSNÍK
PRAVÝ NOSNÍK
PR-K1
PR2
PR3
PR4
PR5
PR=K2
01
02
BOK ŽLABU
LOM ŽLABU
OSA NK
MEZILEHLÉ - BĚŽNÉ PŘÍČNÍKY
RÁMOVÉ PŘÍČNÍKY
ROZPĚTÍ
7x625=4375
4375
21875
PODÉLNÝ ŘEZ - TEORETICKÝ TVAR HL. NOSNÍKU
HAVLOVICE
TACHOV
10937,5

3.2. Značení prvků hlavních nosníků



3.3. Značení prvků příčný řez



4. Zatížení

4.1. Stálé (G)

Součinitel zatížení pro stálé zatížení je uvažován γ_f=1,35.

4.1.1. Vlastní tíha

Vlastní váha jednotlivých prutů je automaticky generována programem. Nezapočítané prvky jako jsou výztuhy atd jsou uvažovány jako 15% hmotnosti vygenerované výpočetním programem. Model je tímto zatížením rovnoměrně zatížen.

Pro výpočet kombinací je použit konzervativní výraz 6.10. Pro návrh dimenzí konstrukce je rozhodující převážně rozhodující únava materiálu a dodržení dynamického chování konstrukce, proto mezní stav únosnosti dle výrazu 6.10 ovlivní ekonomiku návrhu jen zanedbatelně.

4.1.2. Ostatní stálé

Pro stanovení horní a dolní charakteristické tloušťky kolejového lože se uvažuje odchylka od nominální tl. (v našem případě 0,58m) ± 30%.

A/ Svršek

		normové zatížení	γ_f
Štěrkové lože, izolace (šířky 6,171 m)	0,325*20	6,00 kN/m^2	1,35
	0,400*20	8,00 kN/m^2	1,35
	0,600*20	12,00 kN/m^2	1,35
	0,550*20	11,00 kN/m^2	1,35
	0,510*20	10,20 kN/m^2	1,35
Přitížení, kolejnic, upevnění na šířku 2,543 m pod kolejí		2,15 kN/m^2	1,35

A/ Svršek maximum

		normové zatížení	γ_f
Štěrkové lože, izolace (šířky 6,171 m)	0,325*20*1,3	7,80 kN/m^2	1,35
	0,400*20	10,40 kN/m^2	1,35
	0,600*20	15,60 kN/m^2	1,35
	0,550*20	14,30 kN/m^2	1,35
	0,510*20	13,26 kN/m^2	1,35
Přitížení, kolejnic, upevnění na šířku 2,543 m pod kolejí		2,15 kN/m^2	1,35

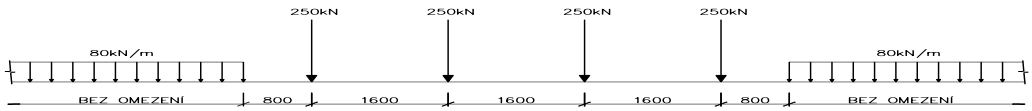
B/ Svršek minimum

		normové zatížení	γ_f
Štěrkové lože, izolace (šířky 6,171 m)	0,325*20*0,7	4,20 kN/m^2	1,35
	0,400*20	5,60 kN/m^2	1,35
	0,600*20	8,40 kN/m^2	1,35
	0,550*20	7,70 kN/m^2	1,35
	0,510*20	7,14 kN/m^2	1,35
Zábradlí (g_{zab}):		1,10 kN/m	1,35
Chodníky (g_{CH}):			
Vlastní tíha není uvažována		0,55 kN/m^2	1,35
Vedení IS v kabelovém žlabu (g_{IS}):		~1,00 kN/m	1,35

4.2. Proměnné (Q)

4.2.1. Svislé zatížení železniční dopravou

Dle zadávací podmínek objednatele je uvažováno se zatížením ČSN EN1991-2 „model zatížení 71“ klasifikovaný součinitelem α = 1,1.
Poloha pohyblivého zatížení byla určena tak, aby zatížení vyvolávalo maximální účinky v posuzovaných průřezech. Poloha koleje může mít odchylku od teoretické osy o 100 mm. Návrhová rychlost na trati v tomto úseku je 50 km/h.
Řád koleje z hlediska přepočteného provozního zatížení viz mapa umístěná na stránkách SŽDC řád 6: méně než 1,825 mil. hrt/rok.
Ve výpočtu uvažuij s maximální krajní hodnotou 1,825 mil. hrt/rok.
Model zatížení 71
Bude násobeno α = 1,1
$\phi_{2,3}$ = viz dynamické součinitele



Pro zatížení modelem zatížení 71 uvažován součinitel zatížení γ_f=1,45.
Nezatížený vlak
(γ_f =1,0)
Svislé rovnoměrné zatížení 10 kN/m‘ koleje

4.2.2. Boční rázy

(γ_f =1,45)
Osamělá síla v nejúčinější poloze ve výšce temene kolejnic
B = 100*α = 110 kN, působí v úrovni temene kolejnic

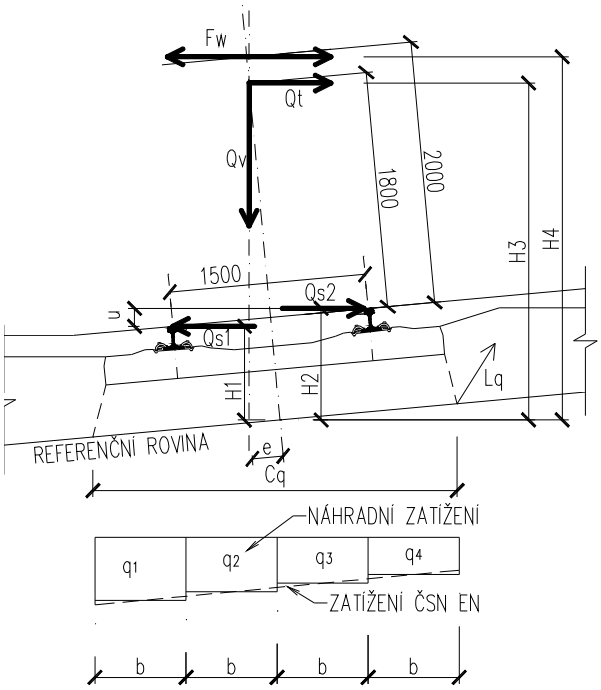
4.2.3. Rozjezdové a brzdné síly

(γ_f =1,45)
Vzhledem k délce konstrukce bude rozhodující rozjezdová síla
Redukční součinitel pro bezstylovou kolej:
ξ =1,00 … celková délka konstrukce < 40 m.

Rozjezdová síla: Q_{lak} = α*33kN/m * L $\leq$ 1000kN
Q_{lak} = 1,11*33*21,875 = 794 → 794 kN

Brzdná síla: Q_{lbk} = α*20kN/m * L $\leq$ 6000kN
Q_{lbk} = 1,1*20*21,875 = 481,3 kN → 481,3 kN

K účinku na konstrukci se přihlíží. Pro návrh ložisek a úložných prahů se uvažuje.



Zatížení výpočetního modelu v těžišti desky mostovky

u =	95	mm
H3 =	2546	mm
e =	161	mm
Cq =	2543	mm
b=	636	mm

Svislé zatížení - model 71

Pro hlavní nosník

Zatížení

Q_{V1} =	**250**	**kN**
Lq =	1600	mm

Zatížení

q_{V1} =	**80**	**kN/m**

q´=	61	kN/m²	rovnoměrné
q´´=	23	kN/m²	(±) "mašle"
q_1=	**79**	**kN/m²**	
q_2=	**67**	**kN/m²**	
q_3=	**56**	**kN/m²**	
q_4=	**44**	**kN/m²**	

q´=	31	kN/m²	rovnoměrné
q´´=	12	kN/m²	(±) "mašle"
q_1=	**40**	**kN/m²**	
q_2=	**34**	**kN/m²**	
q_3=	**28**	**kN/m²**	
q_4=	**22**	**kN/m²**	

Odstředivá síla - model 71

V=	55	km/h
R=	207	m
f=	1	
H3 =	2546	mm

Pro hlavní nosník

Q_{V1} =	250	kN
Q_{t1} =	28,8	kN

q_{V1} =	80	kN/m
Q_{t1} =	9,2	kN

Lq = 1600 mm

q´´=	42	kN/m²	(±) "mašle"	q´´=	22	kN/m²	(±) "mašle"
q_1=	**-32**	**kN/m²**		**q_1=**	**-16**	**kN/m²**	
q_2=	**-11**	**kN/m²**		**q_2=**	**-5**	**kN/m²**	
q_3=	**11**	**kN/m²**		**q_3=**	**5**	**kN/m²**	
q_4=	**32**	**kN/m²**		**q_4=**	**16**	**kN/m²**	

Boční rázy

Působící do ve směru odstředivé síly

H1 = 798 mm

Zatížení	střední pražec			Zatížení	krajní pražec		
Q_{S1} =	-50,0	kN		Q_{S2} =	-25,0	kN	
Lq =	533	mm		Lq =	533	mm	
q´´=	-69	kN/m²	(±) "mašle"	q´´=	-35	kN/m²	(±) "mašle"
q_1=	**52**	**kN/m²**		**q_1=**	**26**	**kN/m²**	
q_2=	**17**	**kN/m²**		**q_2=**	**9**	**kN/m²**	
q_3=	**-17**	**kN/m²**		**q_3=**	**-9**	**kN/m²**	
q_4=	**-52**	**kN/m²**		**q_4=**	**-26**	**kN/m²**	

4.2.4. Zatížení teplotou

(γ_f =1,5)

Rovnoměrná složka teploty

Konstrukce: 1. typ

$T_{k,max}$ = 40 °C ... max. teplota vzduchu ve stínu
$T_{k,min}$ = - 32 °C... min. teplota vzduchu ve stínu
$T_{e,max}$ = 40+16 = 56 °C ... max. teplota mostu
$T_{e,min}$ = -32–3 = - 35 °C... min. teplota mostu
Pro výpočet posunů ložisek a dilatací MZ budou brány hodnoty o 10°C větší dle ČSN EN 1991-1-5.
$T_{e,max}$ = 46 + 10 = 56 °C ... max. teplota mostu
$T_{e,min}$ = - 55 – 10 = - 55 °C... min. teplota mostu

Nerovnoměrná složka teploty

Pro oblouk (horní pás) ocelové konstrukce a závěsů je uvažováno:
ΔT_1 = +15 °C oteplení horního povrchu
ΔT_1 = -16 °C ochlazení horního povrchu

4.2.5. Zatížení od bezstykové koleje

Síly od bezstykové koleje nejsou uvažovány.

4.2.6. Zatížení neveřejných služebních chodníků

(γ_f =1,5)
Zatížení chodci a obecnou údržbou – rovnoměrné zatížení:
q_{fk} = 5 kN/m²
Soustředěné zatížení osaměle působící na čtvercovou plochu o straně 200 mm:
Q_{fk} = 2,0 kN

4.2.7. Třecí síly v ložiskách

(γ_f = shodné se svislou sílou na ložisko)
Pro návrh nosné konstrukce se neuvažuje. Pro návrh podélně pevného ložiska a jeho podpory se uvažuje u kalotových ložisek pohyblivých koeficient tření max. 0,08 (dle podkladů výrobce ložisek).

4.2.8. Vykolejení a jiná zatížení železničních mostů

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

4.2.9. Zatížení větrem

(γ_f =1,5)

(a) d_{tot}=	4,000	m	(a) b/d_{tot}=	1,8	Nezatížený most
(b) d_{tot}=	5,24	m	(b) b/d_{tot}=	1,4	Zatížený most
b=	7,130	m	(a) $c_{fx,0}$=	2,0	Nezatížený most
cca. z=	6	m	(b) $c_{fx,0}$=	2,1	Zatížený most

	b/d_{dot}	z_e<20	z_e=50
Nezat.	1,8	5,6	6,9
Zatížený	1,4	5,9	7,4

(a) C=	5,56	
(b) C=	5,94	
$v_b=v_{b0}$=	25	m/s
ρ=	1,25	kg/m^3

$$F_w=0.5*\rho*v_b^2*C*A_{ref,x}$$

(a) F_{w1} =	**2,17**	***$A_{ref,x}$**	(kN)
(b) F_{w2} =	**2,32**	***$A_{ref,x}$**	(kN)

	h - prvku mm	Nezat. kN/m	**Zatížený kN/m**
d. pás	960	2,09	**2,23**
h.pás	400	0,87	**0,93**
diagonály	300	0,65	**0,70**
vlak	4000		**9,28**

Vítr na pohyblivé zatížení

na mostě je zábradlí

Působící do LEVA

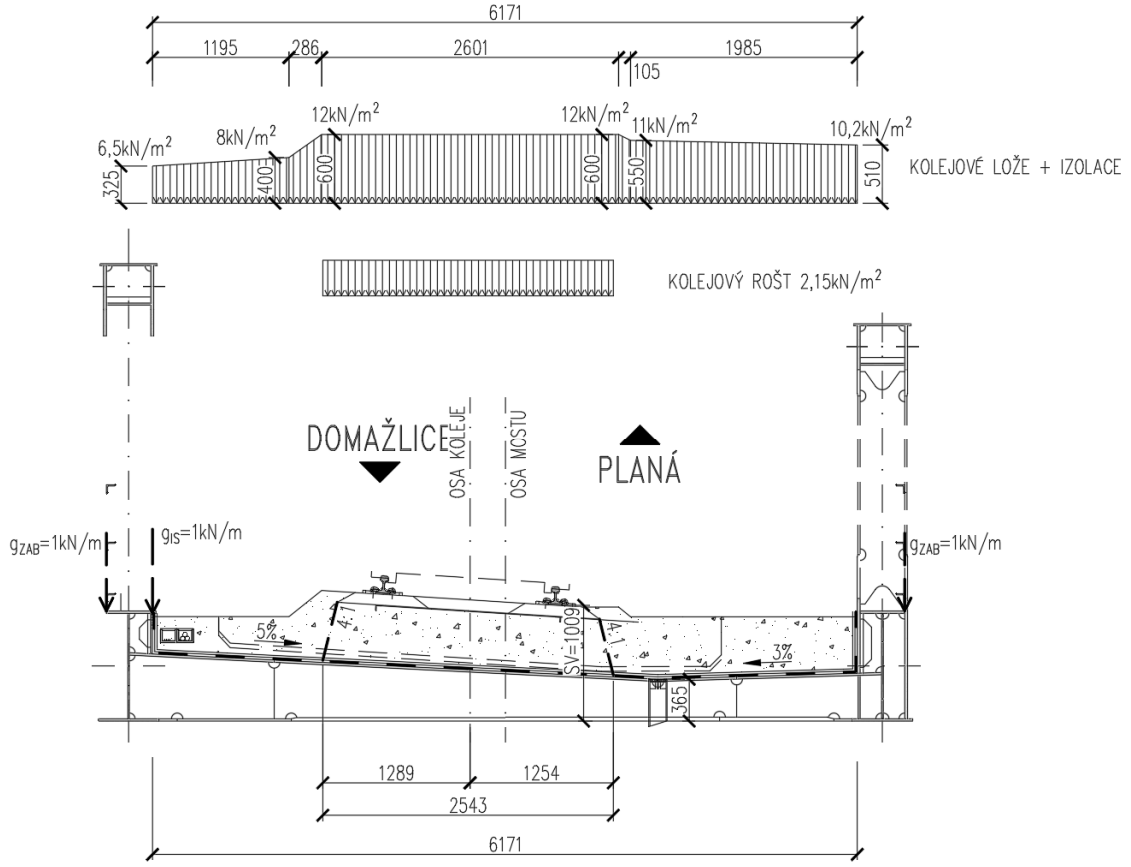
H4 =	2800	mm	
F_{W1} =	-9,2	kN/m	
q´´=	-24	kN/m²	(+) "mašle"
q_1=	**18**	**kN/m²**	
q_2=	**6**	**kN/m²**	
q_3=	**-6**	**kN/m²**	
q_4=	**-18**	**kN/m²**	

Působící do PRAVA

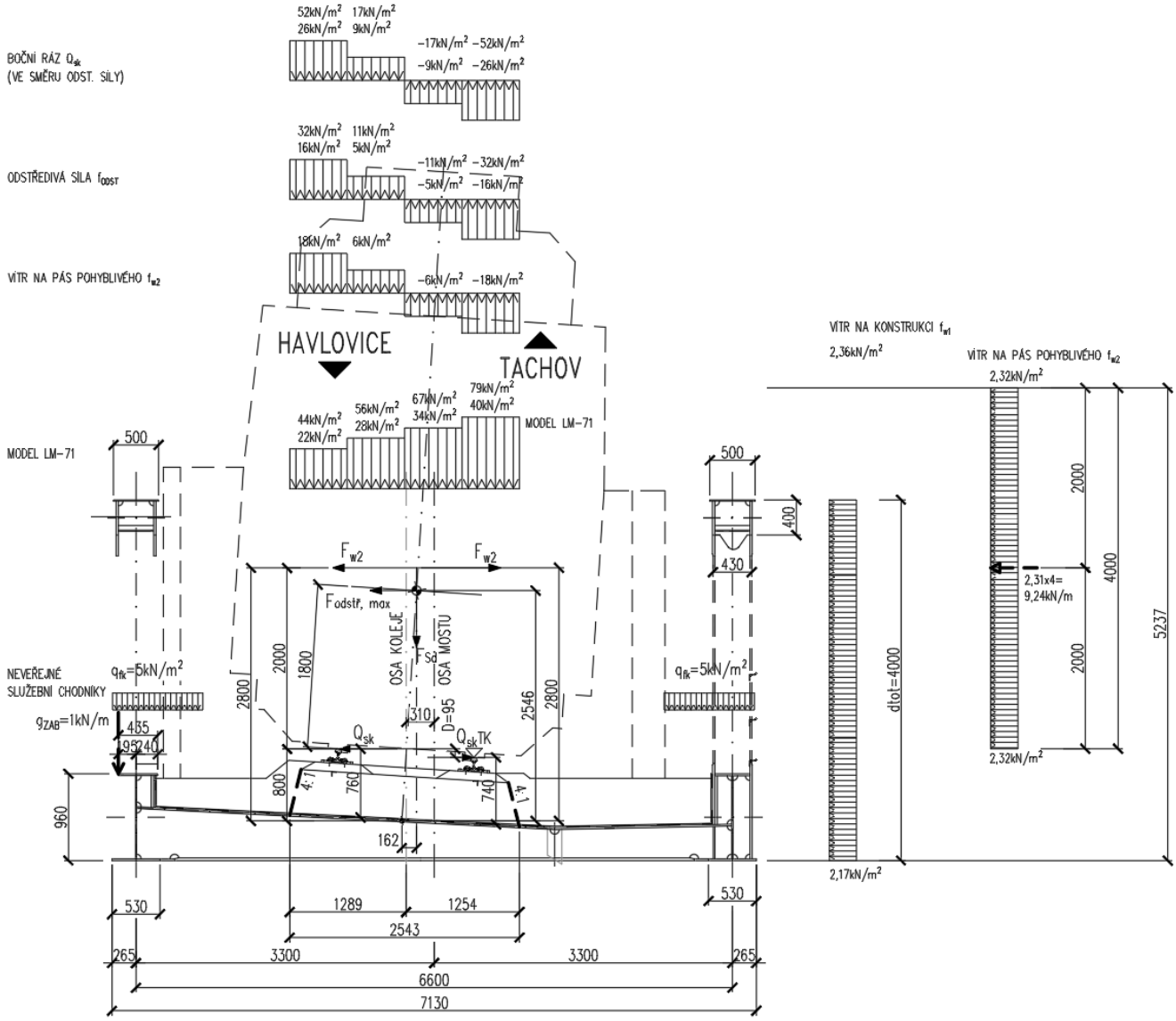
F_{W2} =	3,4	kN/m	
q´´=	9	kN/m²	(+) "mašle"
q_1=	**-7**	**kN/m²**	
q_2=	**-2**	**kN/m²**	
q_3=	**2**	**kN/m²**	
q_4=	**7**	**kN/m²**	

4.3. Schéma zatížení příčného řezu

4.3.1. Zatížení stálá



4.3.2. Zatížení proměnná



4.3.3. Rozhodující nebezpečné kombinace zatížení

Při výpočtu bylo zjištěno, že pro návrh jsou rozhodující následující kombinace návrhových zatížení.

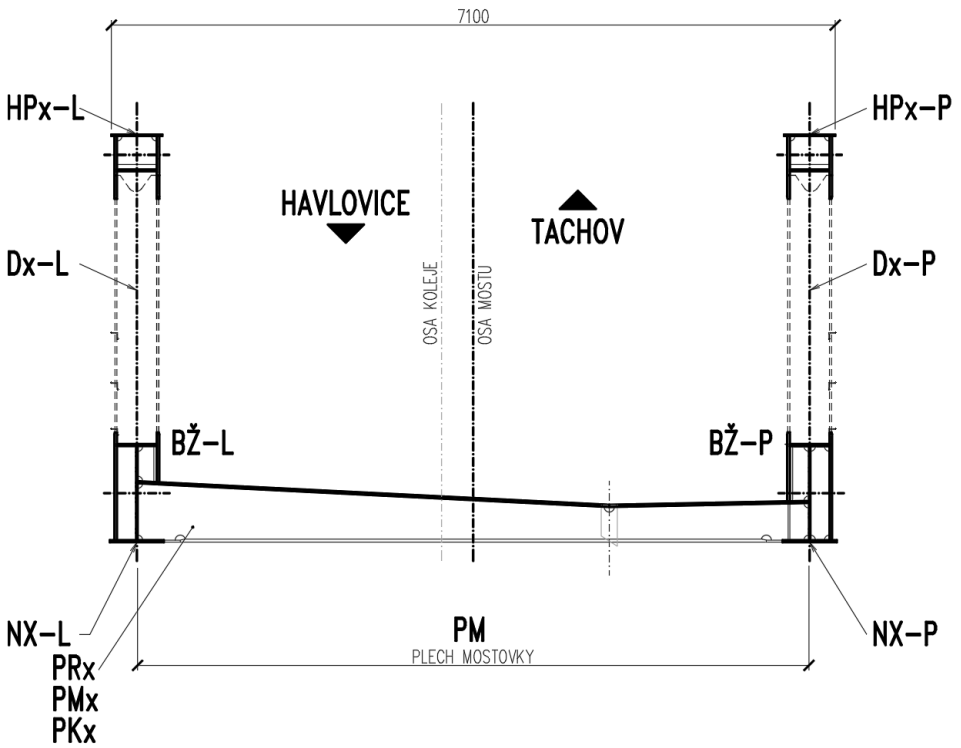
	Nebezpečné kombinace
1	$G_k+Q_{71}+(\psi_0*Q_{Lak}+\psi_0Q_{Sk}+\psi_0Q_W+\psi_0Q_T+\psi_0Q_{ch})$
2	$G_k+Q_{gr11-71}+(\psi_0Q_W+\psi_0Q_T+\psi_0Q_{ch})$
3	$G_k+Q_{gr12-71}+(\psi_0Q_W+\psi_0Q_T+\psi_0Q_{ch})$
4	$G_k+Q_{gr13-71}+(\psi_0Q_W+\psi_0Q_T+\psi_0Q_{ch})$
5	$G_k+Q_{gr14-71}+(\psi_0Q_W+\psi_0Q_T+\psi_0Q_{ch})$
6	$G_k+Q_{gr15-71}+(\psi_0Q_W+\psi_0Q_T+\psi_0Q_{ch})$

Při posouzení průřezů jsou následně uvedeny vždy čísla těchto kombinací

5. Mostovka

5.1. Příčníky

Rohodující pro návrh mostovky – příčník mezilehlý v poli
- příčník – styčník v místě napojení diagonál a dolního pasu.



Dynamické součinitele

L = 6,600 m (délka příčníků)

L_ϕ=2.L = **13,200** m (náhradní délka)

Pro pečlivě udržovanou kolej:

$$\phi_2 = \frac{1{,}44}{(L_\phi)^{0,5} - 0{,}2} + 0{,}82 = 1{,}24 \rightarrow \mathbf{1{,}24} \quad (1{,}0<\phi_2<1{,}67)$$

Pro standardně udržovanou kolej:

$$\phi_3 = \frac{2{,}16}{(L_\phi)^{0,5} - 0{,}2} + 0{,}73 = 1{,}36 \rightarrow \mathbf{1{,}36} \quad (1{,}0<\phi_3<2{,}00)$$

Zatížení - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vz [kN]	**My [kNm]**
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35				28,6	-2,8	11,40
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35				115,9	-14,7	41,8
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,36	1,21	1,10	88,0	-39,0	**123,50**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,36	1,21	1,10	-38,30	0,0	**-0,11**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00				0,0	0,0	**0,00**

Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45			1,10	1,4	-0,3	**1,66**
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45			1,10	8,0	1,9	**-5,00**
Boční rázy	Q_{sk}	1,45			1,10	0,3	-0,1	**0,20**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50				5,0	0,0	**0,80**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50				11,6	-2,3	**4,50**
Teplota	Q_T	1,50				0,4	0,2	**0,02**
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50				2,4	-0,1	**1,11**

Zatížení - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	38,6	-3,8	**15,4**
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	156,4	-19,9	**56,4**
Vlak LM71	Q_{71}	240,8	-84,5	**486,0**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-83,0	0,0	**-0,2**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	**0,0**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	2,2	-0,4	**2,6**
Odstředivé síly	Q_{tk}	12,8	3,1	**-8,0**
Boční rázy	Q_{sk}	0,5	-0,2	**0,3**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	7,5	0,0	**1,2**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	17,4	-3,5	**6,8**
Teplota	Q_T	0,6	0,3	**0,0**
Revizní chodník	Q_{ch}	3,5	-0,1	**1,7**
Sestavy zatížení:				
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	249,6	-83,4	**484,8**
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	255,1	-81,7	**479,6**
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	249,6	-83,4	**484,8**
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	255,1	-81,7	**479,6**
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	13,2	2,9	**-7,7**

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
2	472,8	-110,5	**565,9**

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	M [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,00	88,0	-39,0	123,5
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	-38,30	0,00	-0,1

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	88,0	-39,0	**123,5**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-38,30	0,0	**-0,1**

Ocelový průřez

výška průřezu [mm]:	h_{steel}	365mm	
Plech mostovky:			
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	20mm	55%řada oceli
šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	625mm	mez kluzu oceli fy [MPa]: 345 MPa
Stěna:			
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	12mm	17%řada oceli
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	315mm	mez kluzu oceli fy [MPa]: 355 MPa
Dolní pásnice:			
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	30mm	29%řada oceli
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	220mm	mez kluzu oceli fy [MPa]: 345 MPa

m= 179,6 kg hmotnost nosníku na 1 m´

Průřezové charakteristiky

A	=	22880 mm^2	Plocha
A_v	=	3780 mm^3	Plocha stojny
S_y	=	5245250 mm^3	Statický moment k dolnímu líci
z_c	=	229,3mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	135,7mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	229,3mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
x	=	mm	poloha PL. N.O. od horního líce
I_y	=	**5,3938E+08** mm^4	Moment setrvačnosti y
I_z	=	**4,3357E+08** mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	153,5mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	137,7mm	Poloměr setrvačnosti z
$W_{el,yh}$	=	3973344,7 mm^3	
$W_{el,yd}$	=	2352797,3 mm^3	
$W_{el,y}$	=	**2,353E+06** mm^3	Pružný pruřezový modul y
$W_{el,z}$	=	**1,387E+06** mm^3	

Moment v poli: +

L =		6600mm	(délka příčníků)
L_e=0,7.L =		**4620,0**mm	(náhradní délka)
b_0 =		**313**mm	
t =		**20**mm	
A_{sl} =		**0** mm^2	plocha všech podélných výztuh umistěných v šířce b_0
$\alpha_0=[1+Asl/(b_0.t)]^{0,5}$	=	**1,000**	
$\kappa = \alpha_0 * b_0/L_e$ =		**0,068**	
β_1 =		0,972	kladné momenty
β_2 =		0,709	záporné momenty

$\beta =$ **0,972**

$$A_{eff} = A_{c,eff} * \beta^{\kappa} \text{ ale } A_{eff} \geq \beta * A_{c,eff}$$

Mezní stav únosnosti MSÚ:

$A_{c,eff} =$ **6250**mm²
$\beta.A_{c,eff} =$ **6072**mm²
$A_{eff}=A_{c,eff}.\beta^{\kappa} =$ **6238**mm²
$A_{eff} =$ **6238**mm²
$b_{e1} =$ **312**mm

Mezní stav použitelnosti MSP a únavy:

$b_{eff}=\beta.b0 =$ **303,6**mm

Ocelový průřez

výška průřezu [mm]:	h_{steel}	**365**mm		
Plech mostovky:				
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	**20**mm	54%	řada oceli
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	**607**mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:	345
Stěna:				
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	**12**mm	17%	řada oceli
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	**315**mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:	355
Dolní pásnice:				
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	**30**mm	29%	řada oceli
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	**220**mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:	345

m = 176,8 kg hmotnost nosníku na 1 m´

Průřezové charakteristiky

A eff	=	22524 mm²	Plocha
A_v	=	3780 mm³	Plocha stojny
S_y	=	5118870 mm³	Statický moment k dolnímu líci
$z_{c,\ eff}$	=	227,3 mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	137,7 mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	227,3 mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
I_y	=	**5,3365E+08** mm⁴	Moment setrvačnosti y
I_z	=	**3,9978E+08** mm⁴	Moment setrvačnosti z
i_y	=	153,9 mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	133,2 mm	Poloměr setrvačnosti z
$W_{el,yh}$	=	3874407,4 mm³	
$W_{el,yd}$	=	2348159,4 mm³	
$W_{el,y}$	=	**2,348E+06** mm³	Pružný pruřezový modul y

$W_{el,z}$	=	1,317E+06 mm^3	
z_c	=	229,3mm	Poloha těžiště plného průřezu od dolního líce
e_N	=	2,0mm	Posun těžišťové osy

výška průřezu [mm]:	h_{steel}	365mm			
Plech mostovky:					
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	20mm	55%	řada oceli	
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	624mm		mez kluzu oceli fy [MPa]:	345
Stěna:					
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	12mm	17%	řada oceli	
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	315mm		mez kluzu oceli fy [MPa]:	355
Dolní pásnice:					
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	30mm	29%	řada oceli	
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	220mm		mez kluzu oceli fy [MPa]:	345

m = 179,4kg hmotnost nosníku na 1 m´

A eff	=	22856 mm^2	Plocha
A_v	=	3780 mm^3	Plocha stojny
S_y	=	5236730 mm^3	Statický moment k dolnímu líci
$z_{c,\,eff}$	=	229,1mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	135,9mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	229,1mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
I_y	=	**5,3900E+08** mm^4	Moment setrvačnosti y
I_z	=	**4,3123E+08** mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	153,6mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	137,4mm	Poloměr setrvačnosti z
$W_{el,yh}$	=	3966681,8 mm^3	
$W_{el,yd}$	=	2352491,6 mm^3	
$W_{el,y}$	=	2,352E+06 mm^3	Pružný pruřezový modul y
$W_{el,z}$	=	1,383E+06 mm^3	
z_c	=	229,3mm	Poloha těžiště plného průřezu od dolního líce
e_N	=	0,1mm	Posun těžišťové osy

$\sigma_x^{h,My}$	=	-142,67Mpa	<	345	vyhoví
$\sigma_x^{d,My}$	=	240,56Mpa	<	345	vyhoví

σ_x^N	=	20,69Mpa				
$\sigma_x^{\Delta My,h}$	=	-0,02Mpa				
$\sigma_x^{\Delta My,d}$	=	0,03Mpa				
$\sigma_{x,Ed,h}$	=	-122,00Mpa	<	345	VYHOVUJE	-0,354
$\sigma_{x,Ed,d}$	=	261,28Mpa	<	345	VYHOVUJE	0,757

Číslo detailu		A		D	
		N	M	N	M
rozpětí	L =	13,20	13,20	13,20	13,20
náhradní délka	L_ϕ =	13,20	13,20	13,20	13,20
vliv rozpětí	λ_1=	0,80	0,80	0,80	0,80
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,58	0,58	0,58	0,58
souč. ekvival. poškození	λ =	0,58	0,58	0,58	0,58
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**5,7**	**34,0**	**5,7**	**50,5**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,24	1,24	1,24	1,24
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	4,1	24,3	4,1	36,0
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**59,4**		**40,1**	
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**71**		**100**	
γ_{Ff} *$\Delta\sigma_{E,2}$=		**59,4**		**40,1**	
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=		**61,7**		**87,0**	
		VYHOVUJE		VYHOVUJE	
Využití		0,96		0,46	

N_{Ed}=	472,8	kN	N_{Rd}=	7885,3	kN
$M_{y,Ed}$=	565,9	kN.m	$M_{y,Rd}$=	811,6	kN.m
$M_{z,Ed}$=		kN.m	$M_{z,Rd}$=		kN.m

$N_{rs,Ed}$=	232,0	kN	$N_{LM71,Ed}$=	240,8	kN
$M_{y,rs,Ed}$=	80,0	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$=	486,0	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$=		kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$=		kN.m

$$\eta 1,rs = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{232,02}{7885,32} + \frac{79,95}{811,61}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,03 + 0,10 + = 0,13$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{240,77}{7885,32} + \frac{485,97}{811,61}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,03 + 0,60 = 0,63$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,87}{0,63} = 1,39$$

Zatížení - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vz [kN]	**My [kNm]**
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35				-3,1	-11,1	-1,16
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35				-14,1	-40,1	-5,2
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,36	1,21	1,10	42,0	-102,0	**-41,00**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,36	1,21	1,10	-14,70	1,8	**17,00**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00				0,0	0,0	**0,00**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45			1,10	-3,8	-3,1	**-1,25**
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45			1,10	-3,2	-6,0	**-0,24**
Boční rázy	Q_{sk}	1,45			1,10	-1,9	-4,2	**-2,09**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50				-41,5	-10,6	**-20,00**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50				-4,0	-2,7	**-1,40**
Teplota	Q_T	1,50				-2,1	-2,6	**-1,06**
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50				-0,2	-2,9	**-0,30**

Zatížení - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	-4,2	-15,0	**-1,6**
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	-19,0	-54,1	**-7,0**
Vlak LM71	Q_{71}	-459,0	-221,1	**-343,5**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-31,9	3,8	**36,9**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	**0,0**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	-6,1	-4,9	**-2,0**

Odstředivé síly	Q_{tk}	-5,2	-9,6	**-0,4**
Boční rázy	Q_{sk}	-3,0	-6,7	**-3,3**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	-62,3	-15,9	**-30,0**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	-6,0	-4,0	**-2,1**
Teplota	Q_T	-3,1	-3,8	**-1,6**
Revizní chodník	Q_{ch}	-0,3	-4,4	**-0,5**
Sestavy zatížení:				
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	-469,1	-234,2	**-347,4**
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	-470,2	-239,9	**-348,2**
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	-469,1	-234,2	**-347,4**
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	-470,2	-239,9	**-348,2**
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	-8,2	-16,3	**-3,7**

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
3	-563,7	-334,6	**-390,1**

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	M [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,00	35,5	-102,0	-41,0
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	-14,70	1,76	17,00

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	M [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,00	35,5	-102,0	-41,0
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	-14,70	1,76	17,00

Ocelový průřez

výška průřezu [mm]: h_{steel} **418**mm

Plech mostovky:

tloušťka plechu mostovky [mm]: t_{Ft} **20**mm 56% řada oceli

šířka plechu mostovky [mm]: b_{Ft} **625**mm mez kluzu oceli fy [MPa]:

Stěna:

tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]: t_w **14**mm 24% řada oceli

výška ocelové stěny výztuhy [mm]: h_w **378**mm mez kluzu oceli fy [MPa]:

Dolní pásnice:

tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]: t_{Fb} **20**mm 20% řada oceli

šířka dolní ocelové pásnice [mm]: b_{Fb} **220**mm mez kluzu oceli fy [MPa]:

m = 174,2 kg hmotnost nosníku na 1 m´

Průřezové charakteristiky

A = 22192 mm^2 Plocha

A_v	=	5292 mm^3	Plocha stojny
S_y	=	6250028 mm^3	Statický moment k dolnímu líci
z_c	=	281,6mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	136,4mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	281,6mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
x	=	mm	poloha PL. N.O. od horního líce
I_y	=	**6,1575E+08** mm^4	Moment setrvačnosti y
I_z	=	**4,2473E+08** mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	166,6mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	138,3mm	Poloměr setrvačnosti z
$W_{el,yh}$	=	4515452,2 mm^3	
$W_{el,yd}$	=	2186356,3 mm^3	
$W_{el,y}$	=	**2,186E+06** mm^3	Pružný pruřezový modul y
$W_{el,z}$	=	**1,359E+06** mm^3	
$M_{el,yh,Rk}$	=	1557,8kN.m	
$M_{el,yd,Rk}$	=	754,3kN.m	
$M_{el,zh,Rk}$	=	468,9kN.m	
$M_{el,zd,Rk}$	=	468,9kN.m	
N_{Rd}	=	7656,24kN	

Moment v poli: -

	L =	6600mm	(délka příčníků)
	L_e=0,7.L =	**4620,0**mm	(náhradní délka)
	b_0 =	**312,5**mm	
	t =	**20**mm	
	A_{sl} =	**0** mm^2	plocha všech podélných výztuh umistěných v šířce b_0
$\alpha_0=[1+Asl/(b_0.t)]^{0,5}$	=	**1,000**	
	$\kappa = \alpha_0 * b_0/L_e$ =	**0,068**	
	β_1 =	0,972	kladné momenty
	β_2 =	0,709	záporné momenty
	β =	**0,709**	

$$A_{eff} = A_{c,eff} * \beta^{\kappa} \text{ ale } A_{eff} \geq \beta * A_{c,eff}$$

Mezní stav únosnosti MSÚ:

$A_{c,eff}$ =	**6250** mm^2
$\beta.A_{c,eff}$ =	**4432** mm^2
$A_{eff}=A_{c,eff}.\beta^{\kappa}$ =	**6106** mm^2
A_{eff} =	**6106** mm^2
b_{e1} =	**305,3**mm

Mezní stav použitelnosti MSP a únavy:

$b_{eff}=\beta.b0$ = **221,6**mm

výška průřezu [mm]:	h_{steel}	**418**mm			
Plech mostovky:					
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	**20**mm	56%	řada oceli	
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	**611**mm		mez kluzu oceli fy [MPa]:	345
Stěna:					
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	**14**mm	24%	řada oceli	
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	**378**mm		mez kluzu oceli fy [MPa]:	355
Dolní pásnice:					
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	**20**mm	20%	řada oceli	
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	**220**mm		mez kluzu oceli fy [MPa]:	345

m = 171,9kg hmotnost nosníku na 1 m´

A eff	=	21904mm^2	Plocha
A_v	=	5292mm^3	Plocha stojny
S_y	=	6132524mm^3	Statický moment k dolnímu líci
$z_{c,\ eff}$	=	280,0mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	138,0mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	280,0mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
I_y	=	**6,1108E+08**mm^4	Moment setrvačnosti y
I_z	=	**3,9725E+08**mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	167,0mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	134,7mm	Poloměr setrvačnosti z
$W_{el,yh}$	=	4427271,6mm^3	
$W_{el,yd}$	=	2182654,8mm^3	
$W_{el,y}$	=	**2,183E+06**mm^3	Pružný pruřezový modul y
$W_{el,z}$	=	**1,301E+06**mm^3	
z_c	=	281,6mm	Poloha těžiště plného průřezu od dolního líce
e_N	=	1,7mm	Posun těžišťové osy

$\sigma_x^{h,My}$	=	88,12Mpa	<	345	vyhoví
$\sigma_x^{d,My}$	=	-178,75Mpa	<	345	vyhoví
σ_x^{N}	=	-25,74Mpa			

$\sigma_x^{\Delta My,h}$ = 0,21Mpa

$\sigma_x^{\Delta My,d}$ = -0,43Mpa

$\sigma_{x,Ed,h}$	=	62,60Mpa	<	345	VYHOVUJE	0,181
$\sigma_{x,Ed,d}$	=	-204,91Mpa	<	345	VYHOVUJE	-0,594

Číslo detailu		A		B		C		D	
		N	M	N	M	N	M	N	M
rozpětí	L =	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20
náhradní délka	L_ϕ =	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20
vliv rozpětí	λ_1=	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_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	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
souč. ekvival. poškození	λ =	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**3,1**	**-17,1**	**2,9**	**-9,7**	**3,1**	**-19,9**	**2,1**	**27,3**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,24	1,14	1,24	1,14	1,24	1,14	1,24	1,24
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	2,8	-14,2	2,6	-8,0	2,8	-16,5	1,9	24,6
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**48,0**		**30,0**		**44,8**		**26,5**	
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-	-	-	-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-	-	-	-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**71**		**56**		**56**		**71**	
γ_{Ff} *$\Delta\sigma_{E,2}$=		**48,0**		**30,0**		**44,8**		**26,5**	
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=		**61,7**		**48,7**		**48,7**		**61,7**	
		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE	
Využití		0,78		0,62		0,92		0,43	

N_{Ed}=	-563,7	kN	N_{Rd}=	7656,2	kN
$M_{y,Ed}$=	-390,1	kN.m	$M_{y,Rd}$=	754,3	kN.m
$M_{z,Ed}$=	0,0	kN.m	$M_{z,Rd}$=	1,0	kN.m

$$\eta 1 = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,0$$

$$\eta 1 = \frac{563,71}{7656,24} + \frac{390,15}{754,29} + \frac{0,00}{1,00}$$

$\eta 1$ = 0,07 + 0,52 + 0,00 = 0,59 < 1,0 VYHOVUJE

N_{Ed}=	-563,7	kN	N_{Rd}=	7556,9	kN
$M_{y,Ed}$=	-390,1	kN.m	$M_{y,Rd}$=	753,0	kN.m
$M_{z,Ed}$=		kN.m	$M_{z,Rd}$=		kN.m

$N_{rs,Ed}$=	-104,8	kN	$N_{LM71,Ed}$=	-459,0	kN
$M_{y,rs,Ed}$=	-46,7	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$=	-343,5	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$=		kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$=		kN.m

$$\eta 1,rs = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}}$$

$$\eta 1,rs = \frac{-104,76}{7556,88} + \frac{46,65}{753,02}$$

$$\eta 1,rs = -0,01 + 0,06 + = 0,05$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{458,95}{7556,88} + \frac{343,50}{753,02}$$

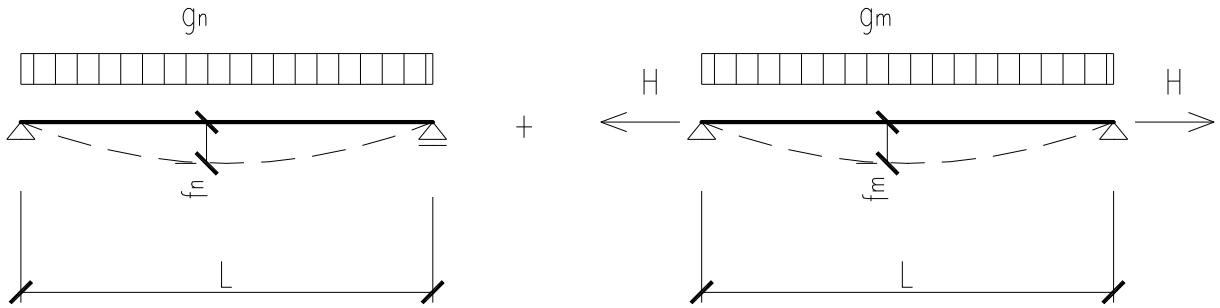
$$\eta_{1,LM71} = 0,06 + 0,46 = 0,52$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,95}{0,52} = \mathbf{1,84}$$

5.1. Plech mostovky

Následující výpočet je proveden za předpokladu, že dojde k membránovému působení plechu mostovky mezi jednotlivými příčníky. Napětí v plechu mostovky je spočteno jako na prostém nosníku (výrazně na stranu bezpečnou).
Napětí v plechu mostovky se spočte interakcí nosníkového a membránového působení.

nosníkové působení membránové působení



$g_d = g_n + g_m$
g_n a g_m se zjistí iteračním způsobem, protože průhyb f_n se musí rovnat s f_m.

Membrána počítaná na běžný metr

g=	156	kN/m^2
g_n=	151.22	kN/m^2
g_m=	4.779	kN/m^2
E=	210000	MPa
h=	20	mm
L=	610	mm
A=	0.02	m^2
I=	6.67E-07	m^4
W=	6.67E-05	m^3

$$f_n = \frac{5 * g_n * L^4}{384 * E * I}$$

f_n= 1.947 $*10^{-3}$ m

$$f_m = \left(\frac{3 * g_m * L^4}{64 * E * A} \right)^{1/3}$$

f_m= 1.947 $*10^{-3}$ m

$f_n - f_m$= 0.000

$$M = \frac{1 * g_n * L^2}{8}$$

M= 7.034 kNm

$$H = \frac{1 * g_m * L^2}{8 * f_m}$$

$$H = 114.142 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{H}{A * f_m}$$

$$\sigma = \frac{7.034}{6.67E\text{-}05} + \frac{114.14}{0.02}$$

$$\sigma = 105.51 + 5.71$$

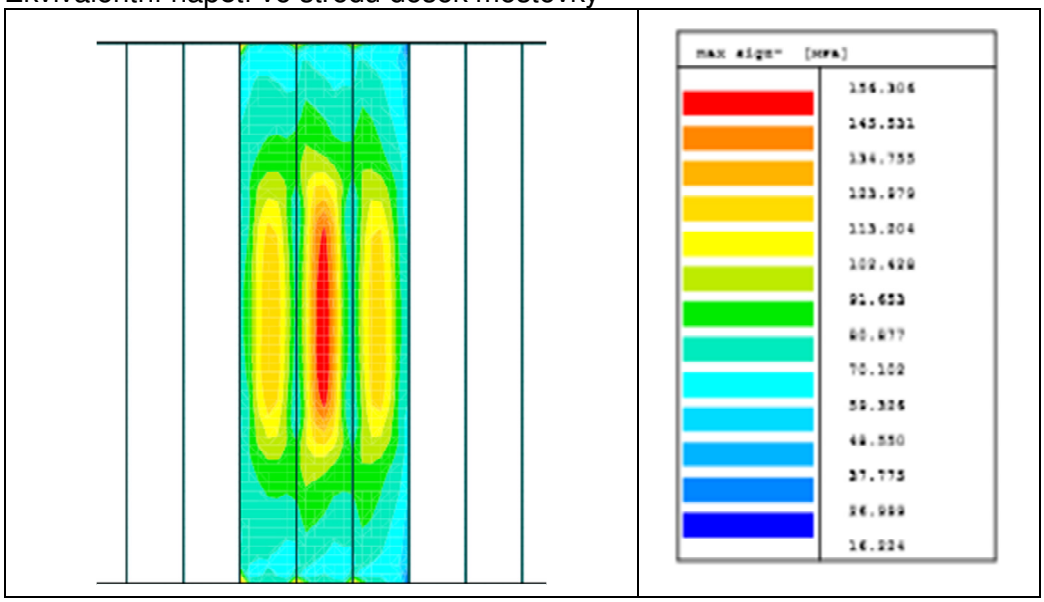
$$\boldsymbol{\sigma = 111 \text{ MPa}}$$

Z výpočtu je patrno, že membránové působení desky mostovky pro lokální zatížení je zanedbatelné (5,71 MPa << 105,5 MPa). Deska mostovky bude působit jako nosník, proto lze z výpočetního modelu odečíst hlavní napětí v desce mostovky pro rozhodující kombinaci.

Rovinná napjatost – ekvivalentní napětí (Mises podmínka plasticity)

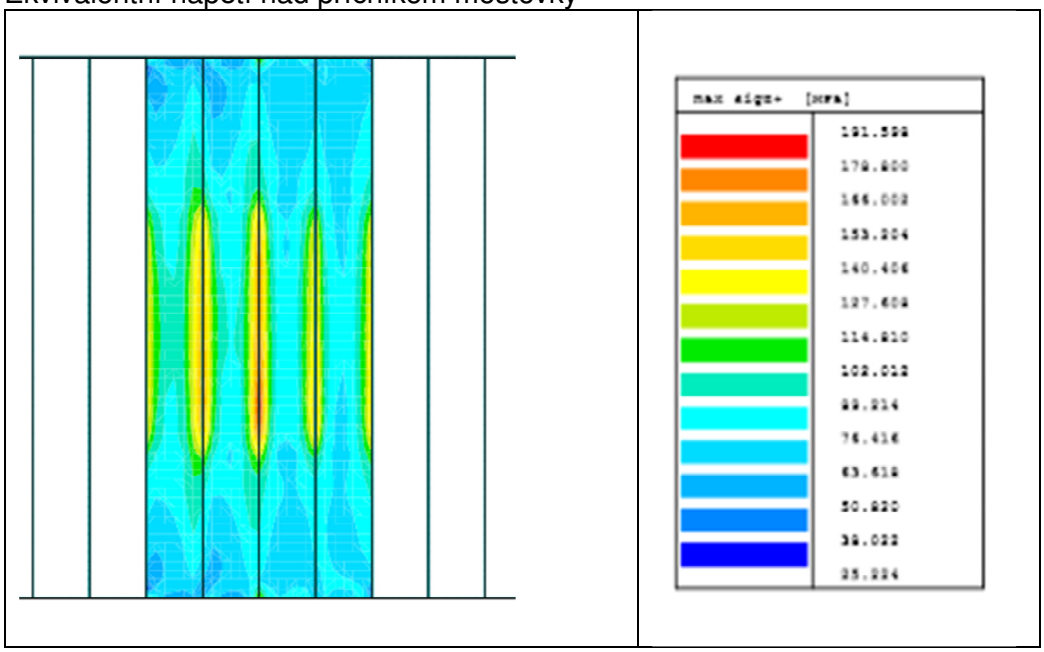
$$\sqrt{(\sigma_{x,Sd})^2 + (\sigma_{z,Sd})^2 - \sigma_{x,Sd} * \sigma_{z,Sd} + 3(\tau_{Sd})^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_M}$$

Ekvivalentní napětí ve středu desek mostovky



σ_E= 156.3 MPa << 345 MPa

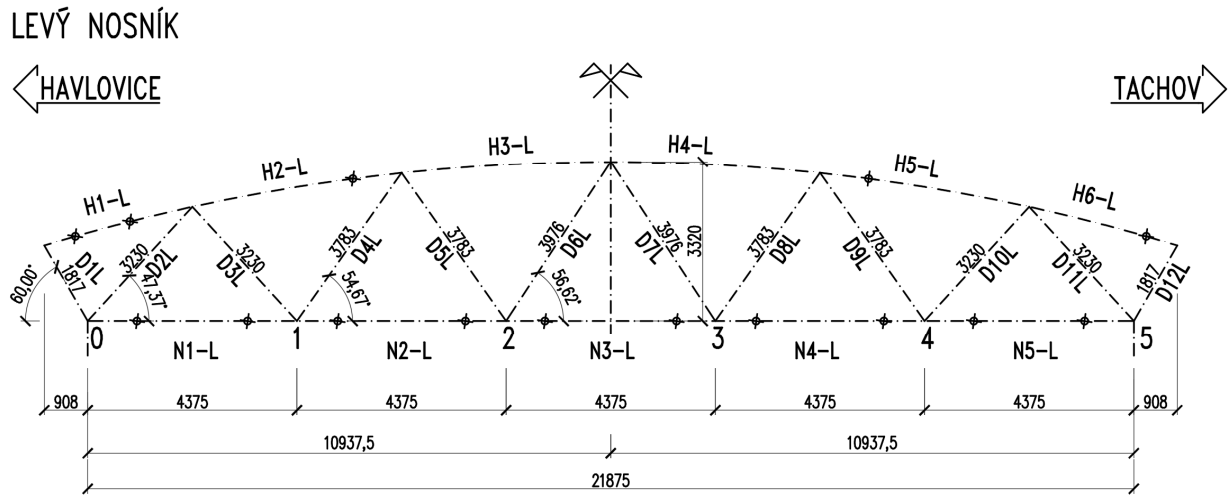
Ekvivalentní napětí nad příčníkem mostovky



σ_E= 191 MPa << 345 MPa

6. Hlavní nosníky

Rozhodující je pro návrh levý nosník – kolej na most2 modelo8na v projektovan0 poloye do oblouku + posun 100 mm.



Pro návrh hlavních nosníků jsou uvažovány následující dynamické součinitele:

Dynamické součinitele

L	=	21,875	m (rozpětí)
L_ϕ	=	**21,875**	m (náhradní délka)

Pro pečlivě udržovanou kolej:

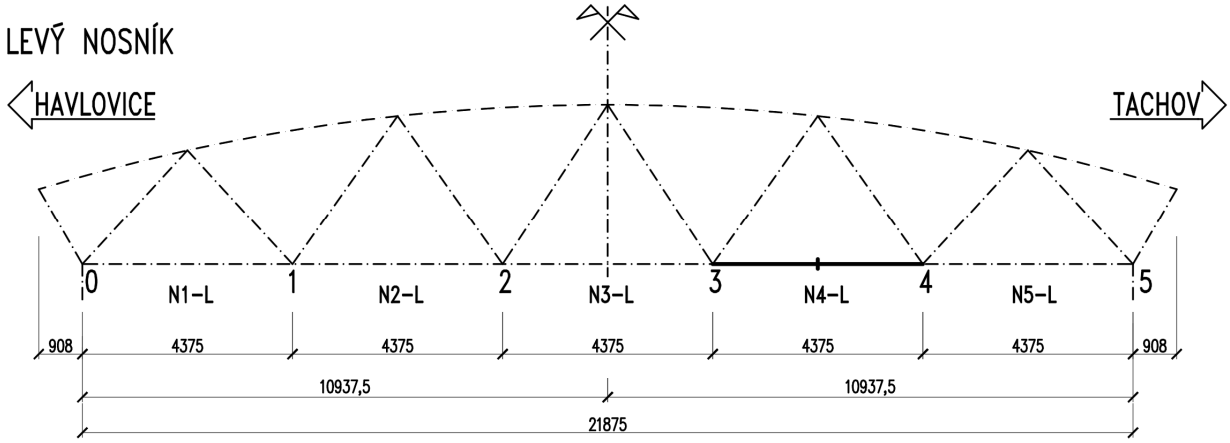
$$\phi_2 = \frac{1,44}{(L_\phi)^{0,5} - 0,2} + 0,82 = 1,14 \rightarrow \mathbf{1,14} \quad (1,0<\phi_2<1,67)$$

Pro standardně udržovanou kolej:

$$\phi_3 = \frac{2,16}{(L_\phi)^{0,5} - 0,2} + 0,73 = 1,21 \rightarrow \mathbf{1,21} \quad (1,0<\phi_3<2,00)$$

6.1. Dolní pás

Rozhodující prvky dolního pásu



Vzhledem k tomu, že je při výpočtu vnitřních sil použit deskostěnový model s modulem žebro, lze určit v dolním pásu hl. nosníku vnitřní síly, které přísluší pouze průřezu dolního pásu. Prvek metody konečných prvků, který je použit pro desko-stěnový model obsahuje vliv smykového ochabnutí. Dolní pás je prakticky pouze tažený resp. deska mostovky v podélném směru. Deska mostovky nemá žádné podélné výztuhy. Tyto skutečnosti umožňují posoudit dolní pás na

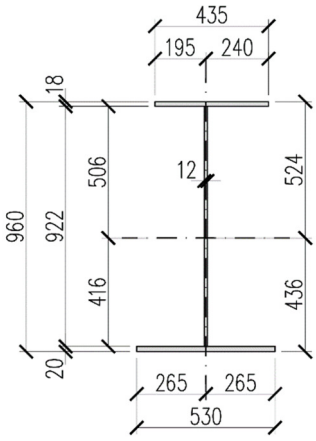
kombinaci zatížení jako izolovaný prut na hodnoty získané z výpočetního modelu bez nutnosti výpočtu spolupůsobící šířka mostovky.

Použité vzorce pro posouzení průřezů:

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{X,ED}}{f_{yd}} = \frac{N_{Sd}}{f_{yd} * A_{eff}} + \frac{M_{Sd} + N_{Sd} * e_N}{f_{yd} * W_{eff,y}} \leq 1.0, \qquad \tau = \frac{V_{Sd} * S}{I_y * t}, \quad V_{pl,Rd} = \frac{A_v * f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}}$$

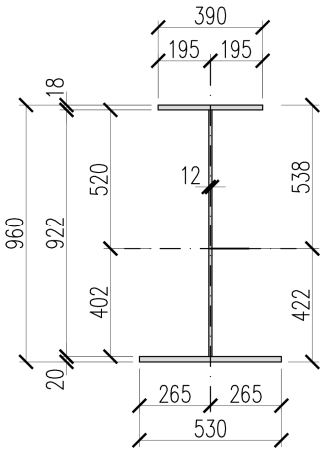
6.1.1. Průřezové charakteristiky

N4-L – plovina rozpětí prutu



A [mm²]	2,949e+04		
Iy [mm⁴]	4,808e+09	Iz	3,728e+09
Iw [mm⁶]	0,0000e+00	It [mm⁴]	3,728e+08
Wely [mm³]	9,18e+06	Welz	1,38e+06
Wply [mm³]	1,10e+07	Wplz	3,13e+06
cy [mm]	6	cz	-44
iy [mm]	403,71	iz	112,70

N4-L – styčník 4



A [mm²]	1,76e+04		
Iy [mm⁴]	3,74e+09	Iz	3,37e+08
Iw [mm⁶]	5,87e+13	It [mm⁴]	2,71e+06
Wely [mm³]	6,50e+06	Welz	1,27e+06
Wply [mm³]	6,50e+07	Wplz	1,27e+06
cy [mm]	0	cz	0
iy [mm]	399,,87	iz	341,0938

6.1.2. Vnitřní síly

6.1.2.1. N4-L: střed rozpětí prutu

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	**My [kNm]**	**Mz [kNm]**
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			181,6	0,2	6,0	47,74	0,12
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			428,3	0,3	36,9	**124,28**	**0,01**

Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	547,1	6,9	9,5	**199,98**	**2,02**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	-0,11	-6,0	-43,5	**-10,45**	**-2,10**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	**0,00**	**0,00**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	364,0	0,1	1,0	**8,50**	**-4,84**
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	40,3	0,6	10,5	**14,35**	**-1,04**
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	10,3	-0,3	0,3	**5,60**	**-0,90**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			51,2	1,1	3,6	**6,03**	**-1,44**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			31,5	0,8	7,0	**9,40**	**-0,83**
Teplota	Q_T	1,50			15,1	0,1	0,1	**79,00**	**-2,15**
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			38,0	0,1	9,8	**12,06**	**-0,36**

Vnitřní síly - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	245,2	0,2	8,1	**64,4**	**0,2**
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	578,2	0,3	49,8	**167,8**	**0,0**
Vlak LM71	Q_{71}	1059,0	13,3	18,4	**387,1**	**3,9**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-0,2	-11,6	-84,2	**-20,2**	**-4,1**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	580,6	0,1	1,6	**13,6**	**-7,7**
Odstředivé síly	Q_{tk}	64,3	1,0	16,7	**22,9**	**-1,7**
Boční rázy	Q_{sk}	16,4	-0,4	0,5	**8,9**	**-1,4**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	76,8	1,6	5,4	**9,0**	**-2,2**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	47,3	1,2	10,5	**14,1**	**-1,2**
Teplota	Q_T	22,7	0,1	0,2	**118,5**	**-3,2**
Revizní chodník	Q_{ch}	57,0	0,2	14,7	**18,1**	**-0,5**
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	1679,9	13,7	28,7	**416,5**	**-5,4**
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	1430,0	13,9	36,5	**425,7**	**-3,0**
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	1679,9	13,7	28,7	**416,5**	**-5,4**
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	1430,0	13,9	36,5	**425,7**	**-3,0**
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	80,7	0,6	17,3	**31,8**	**-3,1**

Rozhodující kombinace pro 1. MS

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
2	2686,5	17,4	114,3	**757,5**	**-11,0**

6.1.2.2. N-4-L: styčník 4

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	**My [kNm]**	**Mz [kNm]**
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			169,4	0,4	26,9	15,52	0,40
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			405,0	2,9	84,4	**17,94**	**1,51**

Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	514,3	8,7	128,5	**30,68**	**4,00**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	-0,30	-6,7	-1,8	**-10,45**	**-3,76**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	**0,00**	**0,00**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	36,3	1,9	1,6	**0,95**	**0,39**
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	41,4	1,4	7,6	**0,56**	**1,04**
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	7,5	0,2	0,4	**5,60**	**0,90**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			52,0	2,9	2,6	**3,80**	**-1,44**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			31,5	1,1	6,7	**0,40**	**0,74**
Teplota	Q_T	1,50			12,2	0,0	1,6	**60,36**	**0,02**
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			40,6	0,2	9,4	**1,88**	**0,12**

Vnitřní síly - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	228,7	0,5	36,3	**20,9**	**0,5**
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	546,7	3,9	114,0	**24,2**	**2,0**
Vlak LM71	Q_{71}	995,5	16,9	248,7	**59,4**	**7,7**
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-0,6	-12,9	-3,6	**-20,2**	**-7,3**
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	57,9	3,0	2,5	**1,5**	**0,6**
Odstředivé síly	Q_{tk}	66,0	2,2	12,2	**0,9**	**1,7**
Boční rázy	Q_{sk}	12,0	0,3	0,6	**8,9**	**1,4**
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	78,0	4,4	3,9	**5,7**	**-2,2**
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	47,3	1,7	10,1	**0,6**	**1,1**
Teplota	Q_T	18,2	0,0	2,5	**90,5**	**0,0**
Revizní chodník	Q_{ch}	60,9	0,3	14,1	**2,8**	**0,2**
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	1092,4	21,1	257,6	**65,8**	**9,9**
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	1102,4	20,9	262,8	**70,0**	**11,1**
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	1092,4	21,1	257,6	**65,8**	**9,9**
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	1102,4	20,9	262,8	**70,0**	**11,1**
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	78,0	2,6	12,8	**9,8**	**3,1**

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2067,0	32,0	438,0	**178,3**	**12,7**

6.1.3. Mezní stav únosnosti

6.1.3.1. Posouzení průřezu N4-L – dx=1/2L

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{X,ED}}{f_{yd}} = \frac{N_{Sd}}{f_{yd} * A_{eff}} + \frac{M_{Sd} + N_{Sd} * e_N}{f_{yd} * W_{eff,y}} \leq 1.0,$$

HORNÍ VLÁKNA

$$\eta 1h = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{2,69E+06}{345 \;.\; 29494} + \frac{-7,575E+08 + -2,6865E+06 \;.\; 0,0}{345 \;.\; 09,1914E+06}$$

$$\eta 1h = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = 0,264 + -0,239$$

$$\eta 1h = \mathbf{0,03} < 1,00 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

DOLNÍ VLÁKNA

$$\eta 1d = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{003E+06}{345 \;.\; 29494} + \frac{07,57E+08 + 002,69E+06 \;.\; 0,0}{345 \;.\; 011,03E+06}$$

$$\eta 1d = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = 0,264 + 0,199$$

$$\eta 1d = \mathbf{0,46} < 1,00 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Ověření pružné únosnosti:

N_{Ed} =	2686,5	kN	N_{Rd} =	9250,4	kN
$M_{y,Ed}$ =	757,5	kN.m	$M_{y,Rd}$ =	2882,8	kN.m
$M_{z,Ed}$ =	-11,0	kN.m	$M_{z,Rd}$ =	443,4	kN.m

$$\eta 1 = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,0$$

$$\eta 1 = \frac{2686,47}{9250,39} + \frac{757,47}{2882,75} + \frac{10,95}{443,42}$$

$$\eta 1 = 0,29 + 0,26 + 0,02 = 0,58 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

6.1.3.2. N-4-L: styčník 4

HORNÍ VLÁKNA

$$\eta 1h = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{2,07E+06}{345 \;.\; 28684} + \frac{-1,783E+08 + -2,0670E+06 \;.\; 0,0}{345 \;.\; 08,7698E+06}$$

$$\eta 1h = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = 0,209 + -0,059$$

$\eta 1h$ = **0,15** < 1,00 **VYHOVUJE**

DOLNÍ VLÁKNA

$$\eta 1d = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{002E+06}{345 \cdot 28684} + \frac{01,78E+08 + 002,07E+06 \cdot 0,0}{345 \cdot 010,52E+06}$$

$$\eta 1d = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = 0,209 + 0,049$$

$\eta 1d$ = **0,26** < 1,00 **VYHOVUJE**

Ověření pružné únosnosti:

N_{Ed}	=	2067,0	kN	N_{Rd}	=	8996,3	kN
$M_{y,Ed}$	=	178,3	kN.m	$M_{y,Rd}$	=	2750,5	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	12,7	kN.m	$M_{z,Rd}$	=	3949,7	kN.m

$$\eta 1 = \frac{\sigma x,Ed}{f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,0$$

$$\eta 1 = \frac{2066,98}{8996,35} + \frac{178,28}{2750,53} + \frac{12,69}{3949,73}$$

$\eta 1$ = 0,23 + 0,06 + 0,00 = 0,30 < 1,0 VYHOVUJE

Smyková únosnost průřezu N-4-L – styčník

$$V_{pl,RD} = \frac{A_{vz}.f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}} = \frac{07,855E+06}{1,732}$$

$$V_{pl,RD} = \frac{07,855E+06}{1,73} = 4535,34 \text{ kN}$$

$V_{pl,RD}$ = 4535,34 > 438,01 kN **VYHOVUJE**

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,RD}} = \frac{438,01}{4535,34} = 0,097$$

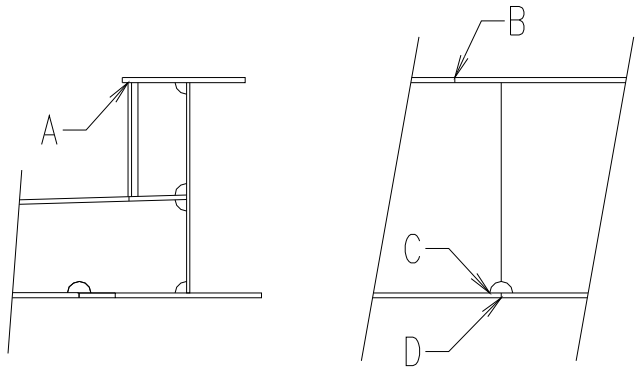
Účinek smykového napětí při ohybu je zanedbatelný a není třeba prokazovat interakci normálového a smykového napětí.

6.1.4. Mezní stav únavy

Největší využití průřezu z hlediska únavy vznikne v místě prvku dolního pásu č. N4-L. Rozhodujícími detaily pro únavovou únosnost jsou místa označená na obr.

6.1.4.1. Průřez viz 6.1.1

N4-L



A – Podélný svar	kat. 56
B – Příčný svar	kat. 80
C – Výřez ve stěně	kat. 71
D – Příčný svar	kat. 80

Rozhodující průřez hl.n.
Jak je patrné z výpočtu, smykové ochabnutí v poli je zanedbatelné.

6.1.4.2. Vnitřní síly N4-L

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1574,4	0,0	220,0	2,2
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-1,69	0,0	-11,5	-2,3

6.1.4.3. Posouzení

$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$ součinitel ekvivalentního poškození

λ_1 = **0,66** 0,66 vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy - standardní doprava EC Mix

λ_2 = **0,72** 0,72 vliv objemu dopravy < 1,825-7,3e6 t/rok

λ_3 = **1,00** 1,00 součinitel návrhové doby života 100 let (50 let = 0,87)

λ_4 = **1,00** 1,00 vliv zatížení konstrukčního prvku více než 1 kolejí

$\lambda_{pole,max}$ = 1,40 maximální hodnota (L<30 m)

$\lambda_{pole'}$ = 0,48 0,48 < $\lambda_{pole,max}$ => λ = 0,48

ϕ_2 = 1,14 1,14

γ_{Ff} = 1,00 součinitel zatížení na únavu

γ_{Mf} = 1,35 součinitel materiálu

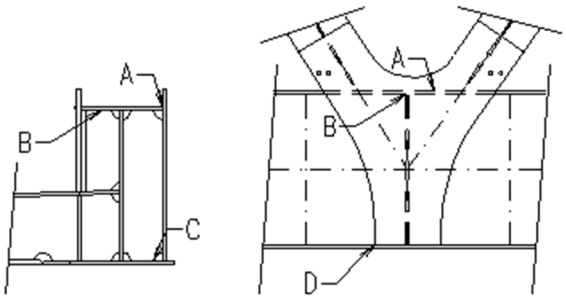
$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71}$

Posuzované detaily :
Dolní pás levého nosníku v polovině rozpětí mostu:

Detail A	Podélný svar	kat. 100
Detail B	Příčný svar	kat. 80
Detail C	Připojení příčníku k hlavnímu nosníku	kat. 71
Detail D	Příčný svar	kat. 80

Číslo detailu			A			B			C			D		
			N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
referenční rozkmit napětí		$\Delta\sigma_{71}$	**53,4**	**-11,0**	**3,1**	**53,4**	**-21,9**	**3,6**	**53,4**	**20,0**	**3,3**	**53,4**	**21,0**	**3,3**
dyn. souč. ekv. zatížení		ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí		$\Delta\sigma_{E,2,i}$	29,0	-6,0	1,7	29,0	-11,9	1,9	29,0	10,9	1,8	29,0	11,4	1,8
ekvival. rozkmit napětí		$\Delta\sigma_{E,2}$		**36,6**			**42,8**			**41,6**			**42,2**	
tloušťka materiálu		t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu		φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu		$\Delta\sigma_C$		**100**			**80**			**71**			**80**	
	γ_{Ff} *$\Delta\sigma_{E,2}$=			**36,6**			**42,8**			**41,6**			**42,2**	
	$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=			**74,1**			**59,3**			**52,6**			**59,3**	
				VYHOVUJE			VYHOVUJE		VYHOVUJE				VYHOVUJE	
Využití				0,49			0,72			0,79			0,71	

6.1.4.4. Průřez viz 6.1.1
N4-L - styčník



Detail A	Podélný svar	kat. 56
Detail B	Příčný svar	kat. 80
Detail C	Výřez ve stěně	kat. 80
Detail D	Podélný svar	kat. 56

6.1.4.5. Vnitřní síly N4-L - styčník

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1574,4	0,0	33,7	4,4
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-1,69	0,0	-11,5	-4,1

6.1.4.6. Posouzení

Číslo detailu		A			B			C			D		
		N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**57,5**	**-2,6**	**1,4**	**57,4**	**-2,5**	**0,5**	**56,9**	**4,0**	**0,7**	**57,0**	**4,2**	**0,7**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	31,2	-1,4	0,7	31,2	-1,4	0,3	30,9	2,2	0,4	30,9	2,3	0,4
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**33,4**			**32,8**			**33,4**			**33,5**		
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**56**			**80**			**80**			**56**		
$\gamma_{Ff}*\Delta\sigma_{E,2}=$		**33,4**			**32,8**			**33,4**			**33,5**		
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}=$		**41,5**			**59,3**			**59,3**			**41,5**		
		VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE		
Využití		0,80			0,55			0,56			0,81		

6.1.5. Zatížitelnost

N_{Ed}	=	2686,5	kN	N_{Rd}	=	9250,4	kN
$M_{y,Ed}$	=	757,5	kN.m	$M_{y,Rd}$	=	2882,8	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	-11,0	kN.m	$M_{z,Rd}$	=	443,4	kN.m

$N_{rs,Ed}$	=	1627,5	kN	$N_{LM71,Ed}$	=	1059,0	kN
$M_{y,rs,Ed}$	=	370,4	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$	=	387,1	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$	=	-14,9	kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$	=	3,9	kN.m

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{1627,50}{9250,39} + \frac{370,40}{2882,75} + \frac{14,86}{443,42}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,18 + 0,13 + 0,03 = 0,34$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

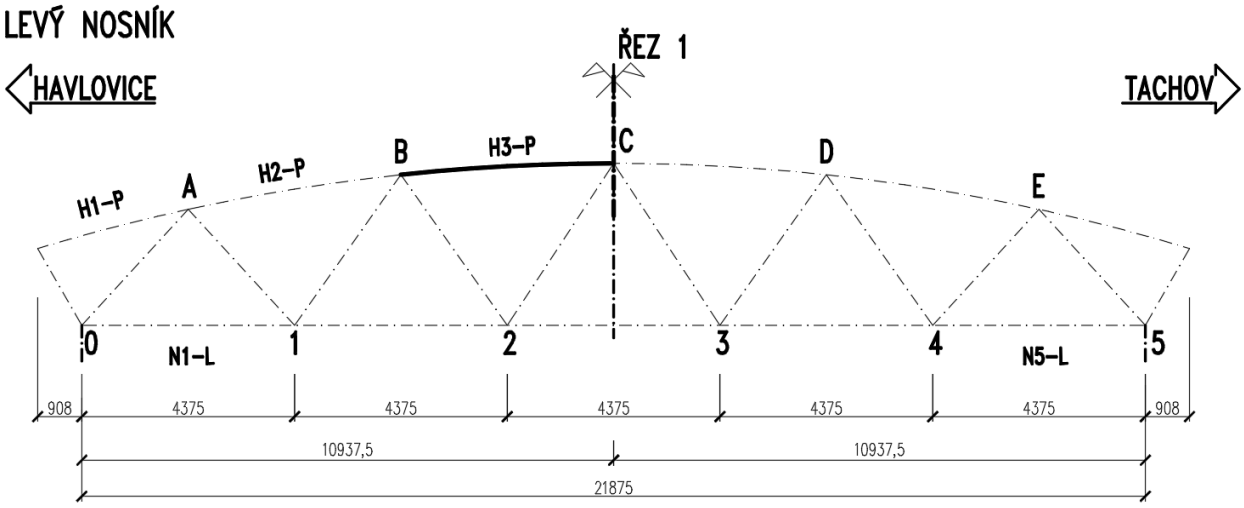
$$\eta_{1,LM71} = \frac{1058,97}{9250,39} + \frac{387,07}{2882,75} + \frac{-3,91}{443,42}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,11 + 0,13 + -0,01 = 0,24$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,66}{0,24} = \mathbf{2,76}$$

6.2. Horní pás

Řezy rozhodující pro návrh horního pásu



Dynamický součinitel

Dynamické součinitele

L = 21,875 m (rozpětí)

L_ϕ = **21,875** m (náhradní délka)

Pro pečlivě udržovanou kolej:

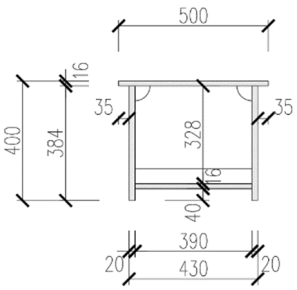
$$\phi_2 = \frac{1,44}{(L_\phi)^{0,5} - 0,2} + 0,82 = 1,14 \rightarrow \mathbf{1,14} \quad (1,0<\phi_2<1,67)$$

Pro standardně udržovanou kolej:

$$\phi_3 = \frac{2,16}{(L_\phi)^{0,5} - 0,2} + 0,73 = 1,21 \rightarrow \mathbf{1,21} \quad (1,0<\phi_3<2,00)$$

6.2.1. Průřezové charakteristiky

H1



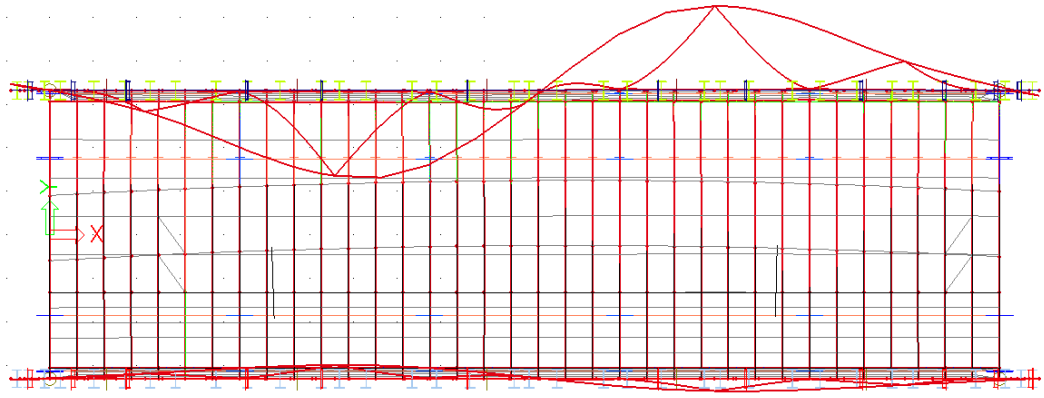
A	[mm²]	29600		
Iy	[mm⁴]	621820000	Iz	89178000
Iw	[mm⁶]	0,0000e+00	It [mm⁴]	17653000
Wely	[mm³]	2882800	Welz	3567100
Wply	[mm³]	3953500	Wplz	4757200
iy	[mm]	144,93	iz	173,57

Zatřídění průřezu H1 – ŘEZ 1:
c/t_w = 35/16= 2,3 < 9*ε = 7.29 třída 1
d/t_w = 328/20 = 16,4 < 33*ε = 26,73 třída 1
b/t_f = 390/16 = 24,4 < 33*ε = 26,73 třída 1
Třída 1

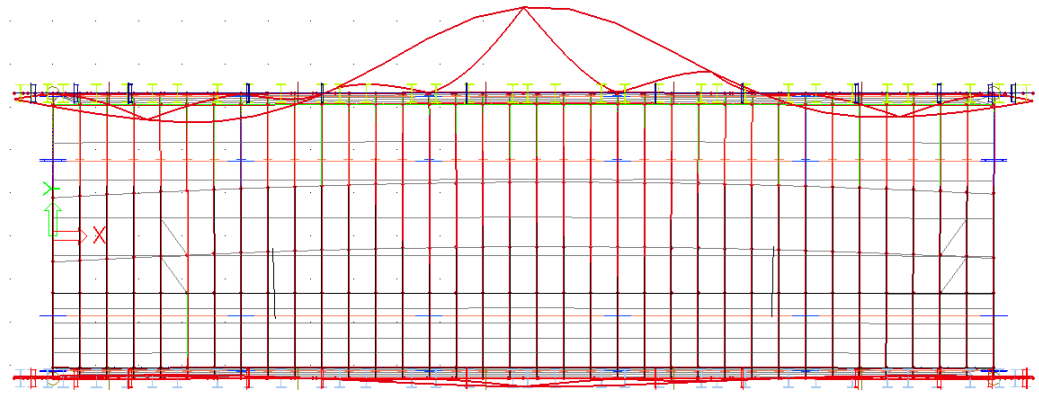
6.2.2. Stabilitní výpočet

Byl proveden výpočet pro kombinaci zatížení vyvozující maximální osovou sílu v trámu horního pasu.

1. Vlastní tvar



2. Vlastní tvar



Byla zjištěna velikost kritické normálové síly N_{cr} a dopočtena vzpěrná délka horního pasu pro vybočení z roviny nosníku $L_{cr,z}$.

6.3. Řez 1

6.3.1. Vnitřní síly

Vnitřní síly- charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			-394,6	0,1	14,1	14,20	-0,23
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			-865,9	1,2	46,3	41,43	-3,15
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	-1118,0	2,6	60,2	55,30	-11,07
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	0,00	-2,4	-60,2	0,00	9,24
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	-47,3	0,1	1,8	1,66	-0,08
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	-80,8	-0,3	4,3	4,01	1,73
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	-16,4	-0,8	0,9	0,88	0,40
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			-20,5	1,8	1,1	1,28	0,38
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			-59,8	0,1	3,2	2,88	1,25
Teplota	Q_T	1,50			-23,0	0,1	0,6	8,15	0,04
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			-89,1	0,0	4,8	4,29	-0,15

Vnitřní síly - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	319,1	0,1	19,1	19,2	-0,3
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	-1169,0	1,7	62,5	55,9	-4,3
Vlak LM71	Q_{71}	-2162,1	5,0	116,4	106,9	-21,4
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	0,0	-4,7	-116,4	0,0	17,9
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	-75,5	0,2	2,9	2,6	-0,1
Odstředivé síly	Q_{tk}	-128,8	-0,5	6,9	6,4	2,8
Boční rázy	Q_{sk}	-26,2	-1,3	1,4	1,4	0,6
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	-30,8	2,7	1,7	1,9	0,6
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	-89,7	0,2	4,8	4,3	1,9
Teplota	Q_T	-34,5	0,1	0,9	12,2	0,1
Revizní chodník	Q_{ch}	-133,6	0,0	7,1	6,4	-0,2
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	-2315,1	4,2	123,4	113,5	-19,8
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	-2354,8	3,2	126,2	116,1	-18,1
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	-2315,1	4,2	123,4	113,5	-19,8
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	-2354,8	3,2	126,2	116,1	-18,1
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	-155,0	-1,9	8,3	7,8	3,4

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
3	-3452,7	7,9	220,4	209,9	-20,3

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,10	-1118,0	60,2	55,3	-11,1
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,10	0,00	-60,2	0,0	9,2

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	-1229,8	66,2	60,8	-12,2
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	0,00	-66,2	0,0	10,2

6.3.2. Mezní stav únosnosti

Vybočení v rovině nosníku - kolmo k ose y

A =	**29600**	mm^2
I_y=	**6,22E+08**	mm^4
i_y=	144,94	mm
$L_{cr,y}$ =	**4380**	mm
λ_y=	30,22	
λ_1=	76,06	
λ'_y=	0,40	
α =	0,49	
ϕ =	0,63	
χ_y =	0,90	

Vybočení z roviny nosníku - kolmo k ose z

A =	**29600**	mm^2
I_z=	**8,92E+08**	mm^4
i_z=	173,57	mm
$L_{cr,z}$ =	**12500**	mm
λ_z=	72,02	
λ_1=	76,06	
λ'_z=	0,95	
α =	0,49	
ϕ =	1,13	
χ_z =	0,571	

TLAK S OHYBEM BEZ ZTRÁTY STABILITY - PRUŽNÝ POSUDEK (BEZ KLOPENÍ)

N_{Ed}	=	**-3452,7**	kN
$M_{y,Ed}$	=	**209,9**	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	**-20,3**	kN.m

N_{Rk}	=	**10508,00**	kN				
$M_y^h{}_{,Rk}$	=	**1164,0**	kN.m	$M_y^d{}_{,Rk}$	=	**994,5**	kN.m
$M_z^h{}_{,Rk}$	=	**1230,6**	kN.m	$M_z^d{}_{,Rk}$	=	**1431,0**	kN.m

χ_Y	=	**0,90**
χ_z	=	**0,57**
χ_{LT}	=	**1,00**

k_{yy}	=	**1,0**
k_{yz}	=	**1,0**
k_{zy}	=	**1,0**
k_{zz}	=	**1,0**
γ_{M1}	=	**1,10**

HORNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-3452681{,}95}{\frac{0{,}90\ .\ 10508000{,}00}{1{,}10}} + 1{,}0\ \frac{-209892657{,}44}{\frac{1{,}00\ .\ 1164011866{,}51}{1{,}10}} + 1{,}0\ \frac{-20332350{,}20}{\frac{1230649577{,}01}{1{,}10}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-3452681{,}95}{8585403{,}37} + 1\ \frac{-209892657{,}44}{1058192605{,}92} + 1\ \frac{-20332350{,}20}{1118772342{,}73} \leq 1{,}0$$

$$-0{,}40 + -0{,}20 + -0{,}02 \leq 1{,}0$$

$$0{,}62 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-3452681{,}95}{\frac{0{,}57 \cdot 10508000{,}00}{1{,}10}} + 1{,}0\,\frac{-209892657{,}44}{\frac{1{,}00 \cdot 1164011866{,}51}{1{,}10}} + 1{,}0\,\frac{-20332350{,}20}{\frac{1430987880{,}24}{1{,}10}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-3452681{,}95}{5457946{,}00} + 1\,\frac{-209892657{,}44}{1058192605{,}92} + 1\,\frac{-20332350{,}20}{1300898072{,}95} \leq 1{,}0$$

$$-0{,}63 + -0{,}20 + -0{,}02 \leq 1{,}0$$

$$0{,}85 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

DOLNÍ VLÁKNA

$$\boxed{\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0}$$

$$\frac{-3452681{,}95}{\frac{0{,}90 \cdot 10508000{,}00}{1{,}10}} + 1{,}0\,\frac{209892657{,}44}{\frac{1{,}00 \cdot 994517579{,}15}{1{,}10}} + 1{,}0\,\frac{-20332350{,}20}{\frac{1230649577{,}01}{1{,}10}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-3452681{,}95}{8585403{,}37} + 1{,}0\,\frac{209892657{,}44}{904106890{,}14} + 1{,}0\,\frac{-20332350{,}20}{1118772342{,}73} \leq 1{,}0$$

$$-0{,}40 + 0{,}23 + -0{,}02 \leq 1{,}0$$

$$0{,}19 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\boxed{\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0}$$

$$\frac{-3452681{,}95}{\frac{0{,}57 \cdot 10508000{,}00}{1{,}10}} + 1{,}0\,\frac{209892657{,}44}{\frac{1{,}00 \cdot 1164011866{,}51}{1{,}10}} + 1{,}0\,\frac{-20332350{,}20}{\frac{1230649577{,}01}{1{,}10}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-3452681{,}95}{5457946{,}00} + 1{,}0\,\frac{209892657{,}44}{1058192605{,}92} + 1{,}0\,\frac{-20332350{,}20}{1118772342{,}73} \leq 1{,}0$$

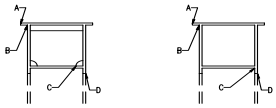
$$-0{,}63 + 0{,}20 + -0{,}02 \leq 1{,}0$$

$$0{,}45 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

6.3.3. Mezní stav únavy

Posuzované detaily :
Horní pás levého nosníku: H1 - ŘEZ 1

Detail A	Základní materiál	kat. 71
Detail B,C	Přivažení diafragma komorových nosníků	kat. 71
Detail D	Náběh styčníkového pásu	kat. 90



L =		**21,88**		pro určení λ_1
L_ϕ =		**21,88**		náhradní délka pro určení ϕ
L_{Glob} =		**21,9**		rozpětí mostu - globální účinky
		globální		
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$				součinitel ekvivalentního poškození
λ_1	=	0,67	0,66	vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy - standardní doprava EC Mix
λ_2	=	0,72	0,72	vliv objemu dopravy < 1,825 t/rok
λ_3	=	1,00	1,00	součinitel návrhové doby života 100 let (50 let = 0,87)
λ_4	=	1,00	1,00	vliv zatížení konstrukčního prvku více než 1 kolejí
$\lambda_{pole,max}$	=	1,40		maximální hodnota (L<30 m)
$\lambda_{pole'}$	=	0,48	0,48	< $\lambda_{pole,max}$ => λ = 0,48
ϕ_2	=	1,14	1,14	
γ_{Ff}	=	1,00		součinitel zatížení na únavu
γ_{Mf}	=	1,35		součinitel materiálu

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71}$

Číslo detailu		A			B			C			D		
		N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
rozpětí	L =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
náhradní délka	L_ϕ =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
vliv rozpětí	λ_1=	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
souč. ekvival. poškození	λ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**-41,5**	**-18,0**	**-4,6**	**41,5**	**-16,4**	**-6,3**	**41,5**	**15,7**	**-5,4**	**41,5**	**21,1**	**-5,4**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	-22,9	-9,8	-2,5	22,9	-8,9	-3,4	22,9	8,5	-2,9	22,9	11,5	-2,9
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**35,2**			**35,2**			**34,3**			**37,3**		
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**125**			**71**			**71**			**90**		
$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2}$=		**35,2**			**35,2**			**34,3**			**37,3**		
$\varphi_t \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}$=		**92,6**			**52,6**			**52,6**			**66,7**		
		VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE		

Využití	0,38	0,67	0,65	0,56

6.3.4. Zatížitelnost

N_{Ed} =	-3452,7	kN	N_{Rd} =	5457,9	kN
$M_{y,Ed}$ =	209,9	kN.m	$M_{y,Rd}$ =	1058,2	kN.m
$M_{z,Ed}$ =	-20,3	kN.m	$M_{z,Rd}$ =	1300,9	kN.m

$N_{rs,Ed}$ =	-1137,6	kN	$N_{LM71,Ed}$ =	-2162,1	kN
$M_{y,rs,Ed}$ =	96,4	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$ =	106,9	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$ =	-0,5	kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$ =	-21,4	kN.m

$$\eta 1,rs = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta 1,rs = \frac{1137,62}{5457,95} + \frac{96,40}{1058,19} + \frac{0,50}{1300,90}$$

$$\eta 1,rs = 0,21 + 0,09 + 0,00 = 0,30$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{2162,07}{5457,95} + \frac{106,94}{1058,19} + \frac{21,41}{1300,90}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,40 + 0,10 + 0,02 = 0,51$$

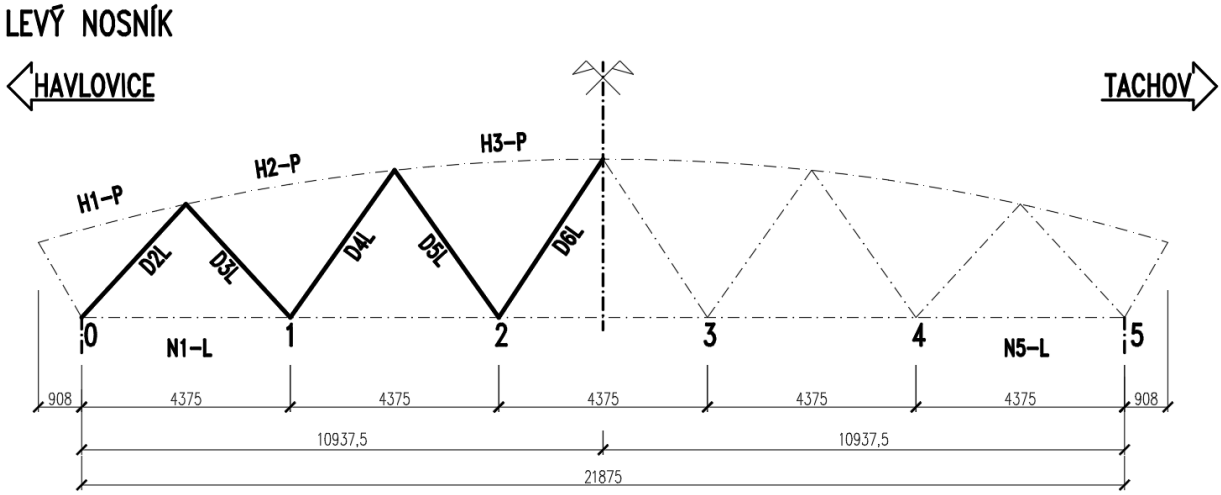
$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,70}{0,51} = \mathbf{1,36}$$

6.4. Diagonály

V místě vetknutí diagonál do hlavního nosníku je zvětšen ohybový moment od vzpěru horního pásu o následující hodnotu.
M_y= Fsd*L
F_{sd}=Nsd/100

F_{sd} – příčná síla v těžišti horního pásu
N_{sd} – návrhová osová síla v horním pásu hl.n.
Pro návrh průřezů diagonál je rozhodující řez v místě připojení diagonály k dolnímu pásu hl. nosníku.

Řezy rozhodující pro návrh diagonál:



Dynamické součinitele

L	=	21,875	m (rozpětí)
L_ϕ	=	**21,875**	m (náhradní délka)

Pro pečlivě udržovanou kolej:

$$\phi_2 = \frac{1,44}{(L_\phi)^{0,5} - 0,2} + 0,82 = 1,14 \rightarrow \mathbf{1,14} \quad (1,0<\phi_2<1,67)$$

Pro standardně udržovanou kolej:

$$\phi_3 = \frac{2,16}{(L_\phi)^{0,5} - 0,2} + 0,73 = 1,21 \rightarrow \mathbf{1,21} \quad (1,0<\phi_3<2,00)$$

6.4.1. Průřezové charakteristiky

D2

Ocelový průřez										
výška průřezu [mm]:			h_{steel}	800	mm					
Plech mostovky:										
tloušťka plechu mostovky [mm]:			t_{Ft}	25	mm	38%	řada oceli			
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:			b_{Ft}	330	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa	
Stěna:										
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:			t_w	14	mm	25%	řada oceli			
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:			h_w	390	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa	
Dolní pásnice:										
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:			t_{Fb}	25	mm	38%	řada oceli			
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:			b_{Fb}	330	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa	
m	=	172,4	kg	hmotnost nosníku na 1 m´						
Průřezové charakteristiky - číselný průřez - osy v těžišti										
A	=	21960	mm^2	Plocha						
A_v	=	5460	mm^3	Plocha stojny						
S_y	=		mm^3	Statický moment k dolnímu líci						
$z_{c,\,eff}$	=	0,0	mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce						
e_{yh}	=	220,0	mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště						
e_{yd}	=	220,0	mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště						
e_{zh}	=	165,0	mm							
e_{zd}	=	165,0	mm							
$I_{y,lok}$	=	7,8049300E+08	mm^4	Moment setrvačnosti y		247076620				
$I_{z,lok}$	=	1,4982668E+08	mm^4	Moment setrvačnosti z						
i_y	=	188,5247	mm	Poloměr setrvačnosti y						
i_z	=	82,5997	mm	Poloměr setrvačnosti z						

D3

Ocelový průřez										
výška průřezu [mm]:			h_{steel}	800	mm					
Plech mostovky:										
tloušťka plechu mostovky [mm]:			t_{Ft}	20	mm	37%	řada oceli			
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:			b_{Ft}	330	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa	
Stěna:										
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:			t_w	14	mm	30%	řada oceli			
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:			h_w	390	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa	
Dolní pásnice:										
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:			t_{Fb}	20	mm	33%	řada oceli			
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:			b_{Fb}	300	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa	
m	=	141,8	kg	hmotnost nosníku na 1 m´						
Průřezové charakteristiky - číselný průřez - osy v těžišti										
A	=	18060	mm^2	Plocha						
A_v	=	5460	mm^3	Plocha stojny						
S_y	=		mm^3	Statický moment k dolnímu líci						
$z_{c,\,eff}$	=	0,0	mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce						
e_{yh}	=	215,0	mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště						
e_{yd}	=	215,0	mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště						
e_{zh}	=	165,0	mm							
e_{zd}	=	165,0	mm							
$I_{y,lok}$	=	5,7390550E+08	mm^4	Moment setrvačnosti y		247076620				
$I_{z,lok}$	=	9,0089180E+07	mm^4	Moment setrvačnosti z						
i_y	=	178,2630	mm	Poloměr setrvačnosti y						
i_z	=	70,6281	mm	Poloměr setrvačnosti z						

D4

Ocelový průřez							
výška průřezu [mm]:	h_{steel}	800	mm				
Plech mostovky:							
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	16	mm	31%	řada oceli		
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	280	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa
Stěna:							
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	14	mm	38%	řada oceli		
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	390	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa
Dolní pásnice:							
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	16	mm	31%	řada oceli		
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	280	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa

Průřezové charakteristiky - číselný průřez - osy v těžišti				
A	=	14420	mm^2	Plocha
A_v	=	5460	mm^3	Plocha stojny
S_y	=		mm^3	Statický moment k dolnímu líci
$z_{c,\,eff}$	=	0,0	mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	215,0	mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	215,0	mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
e_{zh}	=	140,0	mm	
e_{zd}	=	140,0	mm	
$I_{y,lok}$	=	5,4025883E+08	mm^4	Moment setrvačnosti y
$I_{z,lok}$	=	7,3262513E+07	mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	193,5612	mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	71,2785	mm	Poloměr setrvačnosti z

D5

Ocelový průřez							
výška průřezu [mm]:	h_{steel}	800	mm				
Plech mostovky:							
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	20	mm	35%	řada oceli		
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	280	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa
Stěna:							
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	12	mm	29%	řada oceli		
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	390	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa
Dolní pásnice:							
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	20	mm	35%	řada oceli		
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	280	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa

Průřezové charakteristiky - číselný průřez - osy v těžišti

A	=	15880	mm^2	Plocha
A_v	=	4680	mm^3	Plocha stojny
S_y	=		mm^3	Statický moment k dolnímu líci
$z_{c,\,eff}$	=	0,0	mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	213,0	mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	213,0	mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
e_{zh}	=	140,0	mm	
e_{zd}	=	140,0	mm	
$I_{y,lok}$	=	**5,3037233E+08**	mm^4	Moment setrvačnosti y
$I_{z,lok}$	=	**7,3229493E+07**	mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	182,7533	mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	67,9075	mm	Poloměr setrvačnosti z

D6

Ocelový průřez							
výška průřezu [mm]:	h_{steel}	**800**	mm				
Plech mostovky:							
tloušťka plechu mostovky [mm]:	t_{Ft}	**18**	mm	34%	řada oceli		
efektivní šířka plechu mostovky [mm]:	b_{Ft}	**280**	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa
Stěna:							
tloušťka ocelové stěny vyztuhy [mm]:	t_w	**12**	mm	32%	řada oceli		
výška ocelové stěny výztuhy [mm]:	h_w	**390**	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		355	MPa
Dolní pásnice:							
tloušťka dolní ocelové pásnice [mm]:	t_{Fb}	**18**	mm	34%	řada oceli		
šířka dolní ocelové pásnice [mm]:	b_{Fb}	**280**	mm	mez kluzu oceli fy [MPa]:		345	MPa

Průřezové charakteristiky - číselný průřez - osy v těžišti

A	=	14760	mm^2	Plocha
A_v	=	4680	mm^3	Plocha stojny
S_y	=		mm^3	Statický moment k dolnímu líci
$z_{c,\,eff}$	=	0,0	mm	Poloha těžiště průřezu od dolního líce
e_{yh}	=	211,0	mm	Vzdálenost horních vláken od těžiště
e_{yd}	=	211,0	mm	Vzdálenost dolních vláken od těžiště
e_{zh}	=	140,0	mm	
e_{zd}	=	140,0	mm	
$I_{y,lok}$	=	**4,7908044E+08**	mm^4	Moment setrvačnosti y
$I_{z,lok}$	=	**6,5912160E+07**	mm^4	Moment setrvačnosti z
i_y	=	180,1611	mm	Poloměr setrvačnosti y
i_z	=	66,8251	mm	Poloměr setrvačnosti z

6.4.2. D2 – maximální tlačená diagonála

6.4.2.1. Vnitřní síly

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			-260,3	25,8	1,2	1,97	1,32
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			-546,2	10,8	3,6	7,03	14,03
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	-723,2	4,3	9,4	10,71	33,65
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	0,00	-71,0	-2,7	-4,75	-8,40
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	-64,2	13,9	0,8	10,42	2,88
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	-49,7	0,5	1,1	0,50	4,45
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	-10,9	0,2	0,2	0,38	1,24
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			-13,3	1,2	3,8	1,10	17,60
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			-39,6	2,8	0,5	0,69	15,30
Teplota	Q_T	1,50			-32,6	30,3	0,1	7,25	2,40
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			-57,5	6,1	0,3	0,82	0,32

Vnitřní síly- návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	-351,3	34,8	1,7	2,7	1,8
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	-737,4	14,6	4,9	9,5	18,9
Vlak LM71	Q_{71}	-1398,5	8,3	18,2	20,7	135,1
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	0,0	-137,4	-5,3	-9,2	-16,2
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	-102,3	22,1	1,2	16,6	4,6
Odstředivé síly	Q_{tk}	-79,3	0,8	1,8	0,8	7,1
Boční rázy	Q_{sk}	-17,3	0,3	0,4	0,6	2,0
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	-20,0	1,8	5,7	1,7	26,4
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	-59,4	4,2	0,8	1,0	23,0
Teplota	Q_T	-48,9	45,4	0,1	10,9	3,6
Revizní chodník	Q_{ch}	-86,3	9,2	0,4	1,2	0,5
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	-1549,1	30,9	20,5	38,0	144,2
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	-1546,3	20,4	21,0	30,4	146,4
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	-1549,1	30,9	20,5	38,0	144,2
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	-1546,3	20,4	21,0	30,4	146,4
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	-96,7	1,0	2,2	1,4	9,1

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
1	-2827,6	116,9	34,3	57,6	219,0

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,10	-723,2	9,4	10,7	33,7
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,10	0,00	-2,7	-4,8	-8,4

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	-795,5	10,3	11,8	37,0
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	0,00	-3,0	-5,2	-9,2

6.4.2.2. Mezní stav únosnosti

Vybočení z roviny nosníku - kolmo k ose y

A =	**21960**	mm^2
I_y=	**7,80E+08**	mm^4
i_y=	188,52	mm
$L_{cr,y}$ =	**6460**	mm
λ_y=	34,27	
λ_1=	76,06	
λ'_y=	0,45	
α =	0,49	
ϕ =	0,66	
χ_y =	0,87	

Vybočení v rovině nosníku - kolmo k ose z

A =	**21960**	mm^2
I_z=	**1,50E+08**	mm^4
i_z=	82,60	mm
$L_{cr,z}$ =	**3230**	mm
λ_z=	39,10	
λ_1=	76,06	
λ'_z=	0,51	
α =	0,49	
ϕ =	0,71	
χ_z =	0,835	

TLAK S OHYBEM - PRUŽNÝ POSUDEK

N_{Ed} = **-2827,6** kN

$M_{y,Ed}$	=	219,0	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	57,6	kN.m

N_{Rk}	=	5751,41	kN
$M_y^h{}_{,Rk}$	=	1224,0	kN.m
$M_z^h{}_{,Rk}$	=	313,3	kN.m

$M_y^d{}_{,Rk}$	=	1224,0	kN.m
$M_z^d{}_{,Rk}$	=	313,3	kN.m

χ_Y	=	0,87
χ_z	=	0,84
χ_{LT}	=	0,46

k_{yy}	=	1,0
k_{yz}	=	1,0
k_{zy}	=	1,0
k_{zz}	=	1,0
γ_{M1}	=	1,10

HORNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{-2827623,40}{4550178,91} + 1\frac{-219027533,76}{511835698,77} + 1\frac{57589026,69}{284794515,70} \leq 1,0$$

$$-0,62 + -0,43 + 0,20 \leq 1,0$$

$$0,85 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{-2827623,40}{4366142,76} + 1\frac{-219027533,76}{511835698,77} + 1\frac{57589026,69}{284794515,70} \leq 1,0$$

$$-0,65 + -0,43 + 0,20 \leq 1,0$$

$$0,87 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

DOLNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-2827623{,}40}{4550178{,}91} + 1{,}0\frac{219027533{,}76}{511835698{,}77} + 1{,}0\frac{-57589026{,}69}{284794515{,}70} \leq 1{,}0$$

-0,62 + 0,43 + -0,20 ≤ 1,0

0,40 < 1,0 → VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{-2827623{,}40}{4366142{,}76} + 1{,}0\frac{219027533{,}76}{511835698{,}77} + 1{,}0\frac{-57589026{,}69}{284794515{,}70} \leq 1{,}0$$

-0,65 + 0,43 + -0,20 ≤ 1,0

0,42 < 1,0 → VYHOVUJE

6.4.2.3. Mezní stav únavy

Posuzované detaily :
Diagonála D2

Detail A	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80
Detail B,C	Konec průběžných svarů u překlenovacích otvorů	kat. 71
Detail D	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80

$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$ součinitel ekvivalentního poškození

λ_1	=	0,66	0,66	vliv rozpětí, zahrnuje účinek poškození od dopravy - standardní doprava EC
λ_2	=	0,72	0,72	vliv objemu dopravy < 1,825-7,3e6 t/rok
λ_3	=	1,00	1,00	součinitel návrhové doby života 100 let (50 let = 0,87)
λ_4	=	1,00	1,00	vliv zatížení konstrukčního prvku více než 1 kolejí
$\lambda_{pole,max}$	=	1,40		maximální hodnota (L<30 m)
$\lambda_{pole'}$	=	0,48	0,48	< $\lambda_{pole,max}$ => λ = 0,48
ϕ_2	=	1,14	1,14	
γ_{Ff}	=	1,00		součinitel zatížení na únavu
γ_{Mf}	=	1,35		součinitel materiálu

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71}$

Číslo detailu		A	B	C	D

		N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
rozpětí	L =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
náhradní délka	L_ϕ =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
vliv rozpětí	λ_1=	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
souč. ekvival. poškození	λ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**-36,2**	**-1,8**	**66,4**	**36,2**	**-1,6**	**50,9**	**36,2**	**4,2**	**50,9**	**36,2**	**4,7**	**50,9**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	-19,7	-1,0	36,0	19,7	-0,9	27,6	19,7	2,3	27,6	19,7	2,5	27,6
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**56,7**			**48,2**			**49,6**			**49,8**		
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**80**			**71**			**71**			**80**		
γ_{Ff} *$\Delta\sigma_{E,2}$=		**56,7**			**48,2**			**49,6**			**49,8**		
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=		**59,3**			**52,6**			**52,6**			**59,3**		
		VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE		
Využití		0,96			0,92			0,94			0,84		

6.4.2.4. Zatížitelnost

N_{Ed} =	-2827,6	kN	N_{Rd} =	5751,4	kN
$M_{y,Ed}$ =	219,0	kN.m	$M_{y,Rd}$ =	1224,0	kN.m
$M_{z,Ed}$ =	57,6	kN.m	$M_{z,Rd}$ =	313,3	kN.m

$N_{rs,Ed}$ =	-1429,1	kN	$N_{LM71,Ed}$ =	-1398,5	kN
$M_{y,rs,Ed}$ =	84,0	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$ =	135,1	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$ =	36,9	kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$ =	20,7	kN.m

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{1429,14}{5751,41} + \frac{83,95}{1223,95} + \frac{36,88}{313,27}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,25 + 0,07 + 0,12 = 0,43$$

$$\eta_{1,LM71} = N_{LM71,Ed} + M_{y,LM71,Ed} + M_{z,LM71,Ed}$$

$$N_{Rd} \qquad M_{y,Rd} \qquad M_{z,Rd}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{1398,48}{5751,41} + \frac{135,07}{1223,95} + \frac{20,71}{313,27}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,24 + 0,11 + 0,07 = 0,42$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,57}{0,42} = \mathbf{1,35}$$

6.4.3. D3 – maximální tažená diagonála

6.4.3.1. Vnitřní síly

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			170,6	2,1	-0,2	-1,43	-0,72
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			405,2	0,9	1,8	-0,58	-8,39
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	527,0	1,2	2,6	2,16	4,66
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	0,00	-1,1	-8,6	-2,56	-23,10
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	47,8	0,8	0,3	-1,80	-1,90
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	36,8	0,1	-0,4	-0,30	-2,15
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	8,2	0,1	0,2	-0,17	-0,32
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			9,9	0,0	4,8	-0,20	-10,20
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			29,4	0,1	-0,4	-0,20	-1,70
Teplota	Q_T	1,50			11,5	3,5	0,2	-4,80	-0,63
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			42,7	0,0	0,0	-0,20	-0,10

Vnitřní síly- návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	230,4	2,9	-0,2	-1,9	-1,0
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	547,0	1,2	2,4	-0,8	-11,3
Vlak LM71	Q_{71}	1019,1	2,3	5,1	4,2	-141,0
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	0,0	-2,1	-16,6	-5,0	-44,7
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	76,2	1,3	0,4	-2,9	-3,0
Odstředivé síly	Q_{tk}	58,7	0,2	-0,7	-0,5	-3,4
Boční rázy	Q_{sk}	13,1	0,2	0,2	-0,3	-0,5
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	14,9	0,0	7,2	-0,3	-15,3
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	44,1	0,1	-0,5	-0,3	-2,6
Teplota	Q_T	17,2	5,3	0,2	-7,2	-0,9

Revizní chodník	Q_{ch}	64,1	0,0	0,0	-0,3	-0,2
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	1131,3	3,8	5,3	0,9	-146,0
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	1129,1	3,3	4,8	2,0	-146,4
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	1131,3	3,8	5,3	0,9	-146,0
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	1129,1	3,3	4,8	2,0	-146,4
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	71,8	0,4	-0,5	-0,7	-3,9

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
1	2038,2	11,1	14,1	-6,6	177,5

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,10	527,0	2,6	2,2	4,7
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	-8,6	-2,6	-23,1

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	579,7	2,9	2,4	5,1
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	0,00	-8,6	-2,6	-23,1

6.4.3.2. Mezní stav únosnosti

TAH S OHYBEM - PRUŽNÝ POSUDEK

N_{Ed}	=	2038,2	kN
$M_{y,Ed}$	=	-177,5	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	-6,6	kN.m

N_{Rk}	=	5664,27	kN
$M_y^h{}_{,Rk}$	=	920,9	kN.m
$M_z^h{}_{,Rk}$	=	188,4	kN.m

$M_y^d{}_{,Rk}$	=	920,9	kN.m
$M_z^d{}_{,Rk}$	=	188,4	kN.m

χ_Y	=	1,00
χ_z	=	1,00
χ_{LT}	=	0,84

k_{yy}	=	1,0
k_{yz}	=	1,0
k_{zy}	=	1,0
k_{zz}	=	1,0

γ_{M1} = **1,10**

HORNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{2038182{,}26}{5149338{,}84} + 1\,\frac{177499161{,}89}{703246570{,}40} + 1\,\frac{-6645738{,}99}{171243895{,}87} \leq 1{,}0$$

0,40 + 0,25 + -0,04 ≤ 1,0

0,61 < 1,0 → VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{2038182{,}26}{5149338{,}84} + 1\,\frac{177499161{,}89}{703246570{,}40} + 1\,\frac{-6645738{,}99}{171243895{,}87} \leq 1{,}0$$

0,40 + 0,25 + -0,04 ≤ 1,0

0,61 < 1,0 → VYHOVUJE

DOLNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{2038182{,}26}{5149338{,}84} + 1{,}0\,\frac{-177499161{,}89}{703246570{,}40} + 1{,}0\,\frac{6645738{,}99}{171243895{,}87} \leq 1{,}0$$

0,40 + -0,25 + 0,04 ≤ 1,0

0,18 < 1,0 → VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{2038182{,}26}{5149338{,}84} + 1{,}0\,\frac{-177499161{,}89}{703246570{,}40} + 1{,}0\,\frac{6645738{,}99}{171243895{,}87} \leq 1{,}0$$

0,40	+	-0,25	+	0,04	≤	1,0	
				0,18	<	1,0	→ VYHOVUJE

6.4.3.3. Mezní stav únavy

Diagonála D3

Detail A	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80
Detail B,C	Konec průběžných svarů u překlenovacích otvorů	kat. 71
Detail D	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80

Číslo detailu		A			B			C			D		
		N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
rozpětí	L =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
náhradní délka	L_ϕ =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
vliv rozpětí	λ_1=	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
souč. ekvival. poškození	λ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**32,1**	**0,1**	**67,4**	**-32,1**	**0,1**	**51,7**	**-32,1**	**1,7**	**51,7**	**-32,1**	**1,8**	**51,7**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	17,4	0,0	36,5	-17,4	0,0	28,0	-17,4	0,9	28,0	-17,4	1,0	28,0
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**54,0**			**45,5**			**46,4**			**46,5**		
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**80**			**71**			**71**			**80**		
γ_{Ff} *$\Delta\sigma_{E,2}$=		**54,0**			**45,5**			**46,4**			**46,5**		
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=		**59,3**			**52,6**			**52,6**			**59,3**		
		VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE		
Využití		0,91			0,87			0,88			0,78		

6.4.3.4. Zatížitelnost

N_{Ed} =	2038,2	kN	N_{Rd} =	5664,3	kN
$M_{y,Ed}$ =	-177,5	kN.m	$M_{y,Rd}$ =	920,9	kN.m
$M_{z,Ed}$ =	-6,6	kN.m	$M_{z,Rd}$ =	188,4	kN.m

$N_{rs,Ed}$ =	1019,0	kN	$N_{LM71,Ed}$ =	1019,1	kN
$M_{y,rs,Ed}$ =	-36,5	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$ =	-141,0	kN.m

$M_{z,rs,Ed}$ = -10,8 kN.m $M_{z,LM71,Ed}$ = 4,2 kN.m

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{1019,03}{5664,27} + \frac{36,51}{920,92} + \frac{10,82}{188,37}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,18 + 0,04 + 0,06 = 0,28$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{1019,15}{5664,27} + \frac{140,99}{920,92} + \frac{4,18}{188,37}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,18 + 0,15 + 0,02 = 0,36$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,72}{0,36} = \mathbf{2,04}$$

ÚNAVA

$$Z_{LM71} = \frac{\Delta\sigma_c / \gamma_f}{\Delta\sigma_{E2} . \gamma_{Ff}} = \frac{59,26}{54,00} = \mathbf{1,10}$$

6.4.4. D4

6.4.4.1. Vnitřní síly

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			-72,0	1,1	0,0	1,18	0,19
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			-123,7	-1,6	0,8	4,02	-0,85
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	-236,0	-2,6	-3,8	6,30	-19,89
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	63,73	0,2	6,4	-1,46	15,90
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	-36,4	-0,3	0,0	0,75	-0,20
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	-22,0	-0,2	0,2	0,43	-1,07
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	-6,5	0,1	0,1	0,17	-0,46
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			-7,9	-0,1	4,6	0,15	-12,60
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			-13,3	-0,2	0,1	0,37	-0,50

Teplota	Q_T	1,50			-16,7	-1,4	0,2	1,92	-0,69
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			-13,2	-0,2	0,0	0,42	-0,12

Vnitřní síly- návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	-97,2	1,5	0,0	1,6	0,3
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	-166,9	-2,1	1,1	5,4	-1,1
Vlak LM71	Q_{71}	-456,4	-5,0	-7,3	12,2	-218,5
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	123,2	0,3	12,3	-2,8	30,7
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	-58,1	-0,4	0,0	1,2	-0,3
Odstředivé síly	Q_{tk}	-35,1	-0,3	0,2	0,7	-1,7
Boční rázy	Q_{sk}	-10,4	0,1	0,2	0,3	-0,7
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	-11,9	-0,1	6,9	0,2	-18,9
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	-20,0	-0,2	0,1	0,6	-0,8
Teplota	Q_T	-25,0	-2,0	0,3	2,9	-1,0
Revizní chodník	Q_{ch}	-19,8	-0,2	0,0	0,6	-0,2
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	-537,2	-5,5	-7,1	13,9	-220,0
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	-530,9	-5,3	-6,9	13,7	-221,1
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	-537,2	-5,5	-7,1	13,9	-220,0
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	-530,9	-5,3	-6,9	13,7	-221,1
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	-45,5	-0,2	0,4	1,0	-2,4

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
1	-868,1	-7,7	1,4	24,0	-242,1

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,00	-236,0	-3,8	6,3	-19,9
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	63,73	6,4	-1,5	15,9

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	-236,0	-3,8	6,3	-19,9
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	63,73	6,4	-1,5	15,9

6.4.4.2. Mezní stav únosnosti

TLAK S OHYBEM - PRUŽNÝ POSUDEK

N_{Ed}	=	-868,1	kN
$M_{y,Ed}$	=	-242,1	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	24,0	kN.m

N_{Rk}	=	5119,10	kN
$M_y^h{}_{,Rk}$	=	892,1	kN.m
$M_z^h{}_{,Rk}$	=	185,8	kN.m

$M_y^d{}_{,Rk}$	=	892,1	kN.m
$M_z^d{}_{,Rk}$	=	185,8	kN.m

χ_Y	=	0,84
χ_z	=	0,73
χ_{LT}	=	0,77

k_{yy}	=	1,0
k_{yz}	=	1,0
k_{zy}	=	1,0
k_{zz}	=	1,0
γ_{M1}	=	1,10

HORNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_Y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{868099,62}{3886672,76} + 1\frac{242116811,00}{624438698,06} + 1\frac{23985466,29}{168884365,15} \leq 1,0$$

$$0,22 + 0,39 + 0,14 \leq 1,0$$

$$0,75 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{868099,62}{3378856,75} + 1\frac{242116811,00}{624438698,06} + 1\frac{23985466,29}{168884365,15} \leq 1,0$$

$$0,26 + 0,39 + 0,14 \leq 1,0$$

$$0,79 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

DOLNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{868099{,}62}{3886672{,}76} + 1{,}0\frac{-242116811{,}00}{624438698{,}06} + 1{,}0\frac{-23985466{,}29}{168884365{,}15} \leq 1{,}0$$

$$0{,}22 + -0{,}39 + -0{,}14 \leq 1{,}0$$

$$0{,}31 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{868099{,}62}{3378856{,}75} + 1{,}0\frac{-242116811{,}00}{624438698{,}06} + 1{,}0\frac{-23985466{,}29}{168884365{,}15} \leq 1{,}0$$

$$0{,}26 + -0{,}39 + -0{,}14 \leq 1{,}0$$

$$0{,}27 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

6.4.4.3. Mezní stav únavy

Diagonála D4

Detail A	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80
Detail B,C	Konec průběžných svarů u překlenovacích otvorů	kat. 71
Detail D	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80

Číslo detailu		A			B			C			D		
		N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
rozpětí	L =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
náhradní délka	L_ϕ =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
vliv rozpětí	λ_1=	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
souč. ekvival. poškození	λ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**-20,8**	**-1,9**	**-68,4**	**20,8**	**-1,7**	**-68,4**	**20,8**	**2,8**	**-68,4**	**20,8**	**3,1**	**-68,4**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14

ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	-11,3	-1,0	-37,1	11,3	-0,9	-37,1	11,3	1,5	-37,1	11,3	1,7	-37,1
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**49,4**			**49,3**			**49,9**			**50,1**		
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**80**			**71**			**71**			**80**		
γ_{Ff} *$\Delta\sigma_{E,2}$=		**49,4**			**49,3**			**49,9**			**50,1**		
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=		**59,3**			**52,6**			**52,6**			**59,3**		
		VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE		
Využití		0,83			0,94			0,95			0,84		

6.4.4.4. Zatížitelnost

N_{Ed}	=	-868,1	kN	N_{Rd}	=	3378,9	kN
$M_{y,Ed}$	=	-242,1	kN.m	$M_{y,Rd}$	=	892,1	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	24,0	kN.m	$M_{z,Rd}$	=	185,8	kN.m

$N_{rs,Ed}$	=	-411,7	kN	$N_{LM71,Ed}$	=	-456,4	kN
$M_{y,rs,Ed}$	=	-23,7	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$	=	-218,5	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$	=	11,8	kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$	=	12,2	kN.m

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{411,71}{3378,86} + \frac{23,65}{892,06} + \frac{11,80}{185,77}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,12 + 0,03 + 0,06 = 0,21$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{456,39}{3378,86} + \frac{218,46}{892,06} + \frac{12,18}{185,77}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,14 + 0,24 + 0,07 = 0,45$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,79}{0,45} = \mathbf{1,77}$$

Rozhoduje únava.

6.4.5. D5

6.4.5.1. Vnitřní síly

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			79,9	1,8	-0,1	-1,00	-1,06
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			405,2	0,9	1,8	-0,58	-8,39
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	324,0	0,8	3,3	4,23	-19,10
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	-31,80	-0,7	-5,2	-1,83	14,25
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	22,5	0,1	0,1	-0,16	-0,21
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	26,7	0,0	0,3	-0,02	1,64
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	7,2	0,1	0,1	-0,14	-0,52
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			8,6	0,0	-4,6	-0,01	-11,80
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			17,6	0,0	0,2	-0,56	-1,20
Teplota	Q_T	1,50			8,6	-0,9	0,1	-1,21	-0,10
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			24,6	0,0	0,0	-0,07	-0,18

Vnitřní síly- návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	107,9	2,4	-0,1	-1,3	-1,4
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	547,0	1,2	2,4	-0,8	-11,3
Vlak LM71	Q_{71}	626,6	1,6	6,4	8,2	-206,9
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-61,5	-1,3	-10,1	-3,5	27,6
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	35,8	0,1	0,1	-0,3	-0,3
Odstředivé síly	Q_{tk}	42,6	0,0	0,5	0,0	2,6
Boční rázy	Q_{sk}	11,4	0,1	0,2	-0,2	-0,8
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	12,9	0,0	-6,9	0,0	-17,7
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	26,4	0,0	0,4	-0,8	-1,8
Teplota	Q_T	12,9	-1,4	0,1	-1,8	-0,2
Revizní chodník	Q_{ch}	36,9	0,0	0,0	-0,1	-0,3
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	689,4	1,7	6,9	7,8	-206,4
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	698,5	1,7	7,3	7,8	-205,3
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	689,4	1,7	6,9	7,8	-206,4
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	698,5	1,7	7,3	7,8	-205,3
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	54,0	0,0	0,8	-0,3	1,8

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
1	1432,2	4,5	2,9	3,6	238,5

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,00	324,0	3,3	4,2	-19,1
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	-31,80	-5,2	-1,8	14,3

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	324,0	3,3	4,2	-19,1
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-31,80	-5,2	-1,8	14,3

6.4.5.2. Mezní stav únosnosti

TAH S OHYBEM - PRUŽNÝ POSUDEK

N_{Ed}	=	1432,2	kN
$M_{y,Ed}$	=	-238,5	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	3,6	kN.m

N_{Rk}	=	4980,55	kN
$M_y^h{}_{,Rk}$	=	859,1	kN.m
$M_z^h{}_{,Rk}$	=	180,5	kN.m

$M_y^d{}_{,Rk}$	=	859,1	kN.m
$M_z^d{}_{,Rk}$	=	180,5	kN.m

χ_Y	=	1,00
χ_z	=	1,00
χ_{LT}	=	1,00

k_{yy}	=	1,0
k_{yz}	=	1,0
k_{zy}	=	1,0
k_{zz}	=	1,0
γ_{M1}	=	1,10

HORNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT}.M_{y,Rk}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{\quad}{\gamma_{M1}} \qquad \frac{\quad}{\gamma_{M1}} \qquad \frac{\quad}{\gamma_{M1}}$$

$$\frac{1432199{,}77}{4527768{,}60} + 1\,\frac{238497053{,}04}{780957981{,}25} + 1\,\frac{3570343{,}65}{164053085{,}71} \leq 1{,}0$$

$$0{,}32 + 0{,}31 + 0{,}02 \leq 1{,}0$$

$$0{,}64 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

DOLNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\,\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\,\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{1432199{,}77}{4527768{,}60} + 1{,}0\,\frac{-238497053{,}04}{780957981{,}25} + 1{,}0\,\frac{-3570343{,}65}{164053085{,}71} \leq 1{,}0$$

$$0{,}32 + -0{,}31 + -0{,}02 \leq 1{,}0$$

$$0{,}01 < 1{,}0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

6.4.5.3. Mezní stav únavy

Diagonála D5

Detail A	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80
Detail B,C	Konec průběžných svarů u překlenovacích otvorů	kat. 71
Detail D	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat. 80

Číslo detailu		A			B			C			D		
		N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz	N	My	Mz
rozpětí	L =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
náhradní délka	L_ϕ =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
vliv rozpětí	λ_1=	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
souč. ekvival. poškození	λ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**22,4**	**-1,0**	**-63,8**	**-22,4**	**-0,9**	**-63,8**	**-22,4**	**-2,2**	**-63,8**	**-22,4**	**2,4**	**-63,8**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	12,2	-0,5	-34,6	-12,2	-0,5	-34,6	-12,2	-1,2	-34,6	-12,2	1,3	-34,6

ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	**47,3**			**47,2**			**48,0**			**48,1**		
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$	**80**			**71**			**71**			**80**		
γ_{Ff} * $\Delta\sigma_{E,2}$=		**47,3**			**47,2**			**48,0**			**48,1**		
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=		**59,3**			**52,6**			**52,6**			**59,3**		
		VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE			VYHOVUJE		
Využití		0,80			0,90			0,91			0,81		

6.4.5.4. Zatížitelnost

N_{Ed}	=	1432,2	kN	N_{Rd}	=	4980,5	kN
$M_{y,Ed}$	=	-238,5	kN.m	$M_{y,Rd}$	=	859,1	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	3,6	kN.m	$M_{z,Rd}$	=	180,5	kN.m

$N_{rs,Ed}$	=	805,6	kN	$N_{LM71,Ed}$	=	626,6	kN
$M_{y,rs,Ed}$	=	-31,6	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$	=	-206,9	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$	=	-4,6	kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$	=	8,2	kN.m

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{805,63}{4980,55} + \frac{31,56}{859,05} + \frac{4,61}{180,46}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,16 + 0,04 + 0,03 = 0,22$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{626,57}{4980,55} + \frac{206,94}{859,05} + \frac{8,18}{180,46}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,13 + 0,24 + 0,05 = 0,41$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0,78}{0,41} = \mathbf{1,88}$$

Rozhoduje únava – využití 91%. Při zmenšení pásnice na tl. 18 mm již nevyhoví.

6.4.6. D6

6.4.6.1. Vnitřní síly

Vnitřní síly - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1,35			13,4	1,9	0,1	-1,55	-0,47
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	1,35			54,3	0,6	0,4	-2,39	-1,43
Vlak LM71	Q_{71}	1,45	1,21	1,10	156,1	-0,4	-5,2	4,30	-20,90
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,45	1,21	1,10	-92,00	1,5	3,4	-1,80	15,20
Nazatížený vlak	Q_{nez}	1,00			0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1,45		1,10	15,7	0,1	0,1	-0,09	-0,11
Odstředivé síly	Q_{tk}	1,45		1,10	10,2	0,1	0,2	0,32	-0,66
Boční rázy	Q_{sk}	1,45		1,10	-3,9	0,1	0,1	0,14	-0,59
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	1,50			2,7	0,0	-4,6	-0,03	-12,60
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	1,50			5,3	0,1	-0,2	-0,17	-0,55
Teplota	Q_T	1,50			0,2	-0,8	0,0	-1,05	-0,24
Revizní chodník	Q_{ch}	1,50			5,5	-0,1	0,0	-0,24	0,90

Vnitřní síly- návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	18,1	2,6	0,2	-2,1	-0,6
Ostatní stálé zatížení	G_{k2}	73,3	0,8	0,6	-3,2	-1,9
Vlak LM71	Q_{71}	301,9	-0,8	-10,1	8,3	-220,4
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-177,9	2,9	6,6	-3,5	29,4
Nazatížený vlak	Q_{nez}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	25,0	0,1	0,1	-0,1	-0,2
Odstředivé síly	Q_{tk}	16,3	0,1	0,3	0,5	-1,1
Boční rázy	Q_{sk}	-6,2	0,1	0,2	0,2	-0,9
Vítr na konstrukci	$Q_{w,NK}$	4,0	0,0	-6,8	0,0	-18,9
Vítr na pás pohyblivého	$Q_{w,vlak}$	8,0	0,1	-0,2	-0,3	-0,8
Teplota	Q_T	0,2	-1,2	0,1	-1,6	-0,4
Revizní chodník	Q_{ch}	8,3	-0,1	0,0	-0,4	1,4
Sestavy zatížení:						
gr11 (LM71 + SW/0)	Q_{gr11}	332,0	-0,6	-9,7	8,5	-221,6
gr12 (LM71 + SW/0)	Q_{gr12}	324,5	-0,5	-9,5	9,0	-222,5
gr13 (brždění/rozjezd)	Q_{gr13}	332,0	-0,6	-9,7	8,5	-221,6
gr14 (odstředivé/boční ráz)	Q_{gr14}	324,5	-0,5	-9,5	9,0	-222,5
gr15 (nezatížený vlak)	Q_{gr15}	10,1	0,2	0,5	0,7	-2,0

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
2	442,1	2,1	-16,0	1,7	243,0

Únava - charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	1,00	1,00	1,00	1,00	156,1	-5,2	4,3	-20,9
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	1,00	1,00	1,00	1,00	-92,00	3,4	-1,8	15,2

Únava - návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	Mz [kNm]	My [kNm]
Vlak LM71	Q_{71}	156,1	-5,2	4,3	-20,9
Vlak LM71,min	$Q_{71,min}$	-92,00	3,4	-1,8	15,2

6.4.6.2. Mezní stav únosnosti

TAH S OHYBEM - PRUŽNÝ POSUDEK

N_{Ed}	=	442,1	kN
$M_{y,Ed}$	=	-243,0	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	1,7	kN.m

N_{Rk}	=	4629,27	kN
$M_y^h{}_{,Rk}$	=	783,3	kN.m
$M_z^h{}_{,Rk}$	=	162,4	kN.m

$M_y^d{}_{,Rk}$	=	783,3	kN.m
$M_z^d{}_{,Rk}$	=	162,4	kN.m

χ_Y	=	1,00
χ_z	=	1,00
χ_{LT}	=	0,77

k_{yy}	=	1,0
k_{yz}	=	1,0
k_{zy}	=	1,0
k_{zz}	=	1,0
γ_{M1}	=	1,10

HORNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_Y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{442053,96}{} + 1\frac{243017575,55}{} + 1\frac{1695044,61}{} \leq 1,0$$

4208429,75 548331404,07 147660358,44

0,11 + 0,44 + 0,01 ≤ 1,0

0,56 < 1,0 → VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{442053{,}96}{4208429{,}75} + 1\,\frac{243017575{,}55}{548331404{,}07} + 1\,\frac{1695044{,}61}{147660358{,}44} \leq 1{,}0$$

0,11 + 0,44 + 0,01 ≤ 1,0

0,56 < 1,0 → VYHOVUJE

DOLNÍ VLÁKNA

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{442053{,}96}{4208429{,}75} + 1{,}0\,\frac{-243017575{,}55}{548331404{,}07} + 1{,}0\,\frac{-1695044{,}61}{147660358{,}44} \leq 1{,}0$$

0,11 + -0,44 + -0,01 ≤ 1,0

0,35 < 1,0 → VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}.M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{442053{,}96}{4208429{,}75} + 1{,}0\,\frac{-243017575{,}55}{548331404{,}07} + 1{,}0\,\frac{-1695044{,}61}{147660358{,}44} \leq 1{,}0$$

0,11 + -0,44 + -0,01 ≤ 1,0

0,35 < 1,0 → VYHOVUJE

6.4.6.3. Mezní stav únavy

Diagonála D5

Detail A Oboustranné svary plechů nebo pásů kat. 80

Detail B,C	Konec průběžných svarů u překlenovacích otvorů	kat.	71
Detail D	Oboustranné svary plechů nebo pásů	kat.	80

Číslo detailu		A			B			C			D		
		N	**My**	**Mz**	**N**	**My**	**Mz**	**N**	**My**	**Mz**	**N**	**My**	**Mz**
rozpětí	L =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
náhradní délka	L_{ϕ} =	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88
vliv rozpětí	λ_1=	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
vliv objemu dopravy	λ_2=	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
souč. návrh. doby života	λ_3=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
vliv počtu kolejí	λ_4=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
souč. ekvival. poškození	$\lambda_{pole'}$ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
souč. ekvival. poškození	λ =	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{71}$	**16,8**	**-1,1**	**-76,7**	**-16,8**	**-1,0**	**-76,7**	**-16,8**	**-2,5**	**-76,7**	**-16,8**	**2,7**	**-76,7**
dyn. souč. ekv. zatížení	ϕ_2	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2,i}$	9,1	-0,6	-41,6	-9,1	-0,6	-41,6	-9,1	-1,3	-41,6	-9,1	1,5	-41,6
ekvival. rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$		**51,3**			**51,3**			**52,1**			**52,2**	
tloušťka materiálu	t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
vliv tloušťky materiálu	φ_t	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
kategorie detailu	$\Delta\sigma_C$		**80**			**71**			**71**			**80**	
γ_{Ff} * $\Delta\sigma_{E,2}$=			**51,3**			**51,3**			**52,1**			**52,2**	
$\varphi_t\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}$=			**59,3**			**52,6**			**52,6**			**59,3**	
			VYHOVUJE			VYHOVUJE		VYHOVUJE				VYHOVUJE	
Využití			0,87			0,97			0,99			0,88	

Využití 99%.

6.4.6.4. Zatížitelnost

N_{Ed}	=	442,1	kN	N_{Rd}	=	4629,3	kN
$M_{y,Ed}$	=	-243,0	kN.m	$M_{y,Rd}$	=	783,3	kN.m
$M_{z,Ed}$	=	1,7	kN.m	$M_{z,Rd}$	=	162,4	kN.m

$N_{rs,Ed}$	=	140,2	kN	$N_{LM71,Ed}$	=	301,9	kN
$M_{y,rs,Ed}$	=	-22,6	kN.m	$M_{y,LM71,Ed}$	=	-220,4	kN.m
$M_{z,rs,Ed}$	=	-6,6	kN.m	$M_{z,LM71,Ed}$	=	8,3	kN.m

$$\eta 1,rs = \frac{N_{rs,Ed}}{N_{Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta 1,rs = 140,18 + 22,60 + 6,62$$

4629,27	783,33	162,43	

$$\eta_{1,rs} = 0{,}03 + 0{,}03 + 0{,}04 = 0{,}10$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{301{,}88}{4629{,}27} + \frac{220{,}42}{783{,}33} + \frac{8{,}32}{162{,}43}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0{,}07 + 0{,}28 + 0{,}05 = 0{,}40$$

$$Z_{LM71} = \frac{1-\eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{0{,}90}{0{,}40} = \mathbf{2{,}26}$$

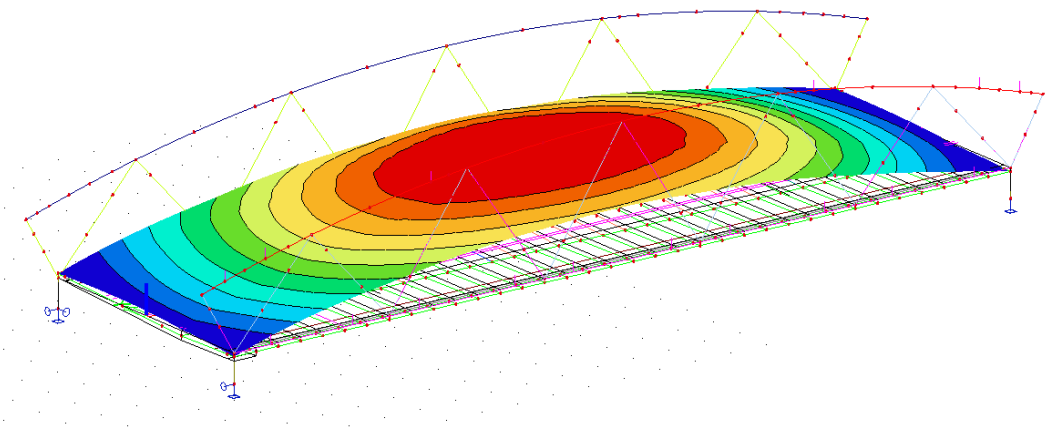
ÚNAVA

$$Z_{LM71} = \frac{\Delta\sigma_c / \gamma_f}{\Delta\sigma_{E2} . \gamma_{Ff}} = \frac{52{,}59}{52{,}06} = \mathbf{1{,}01}$$

7. Dynamické chování konstrukce

Byly zjištěny základní tvary kmitání konstrukce a první vlastní frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími.
Horní mez $n_o = 94{,}76.L^{-0{,}746} = 94{,}76.21{,}875^{-0{,}746} = 9{,}48$ Hz
Dolní mez $n_o = 23{,}58.L^{-0{,}592} = 23{,}58.21{,}875^{-0{,}592} = 3{,}79$ Hz

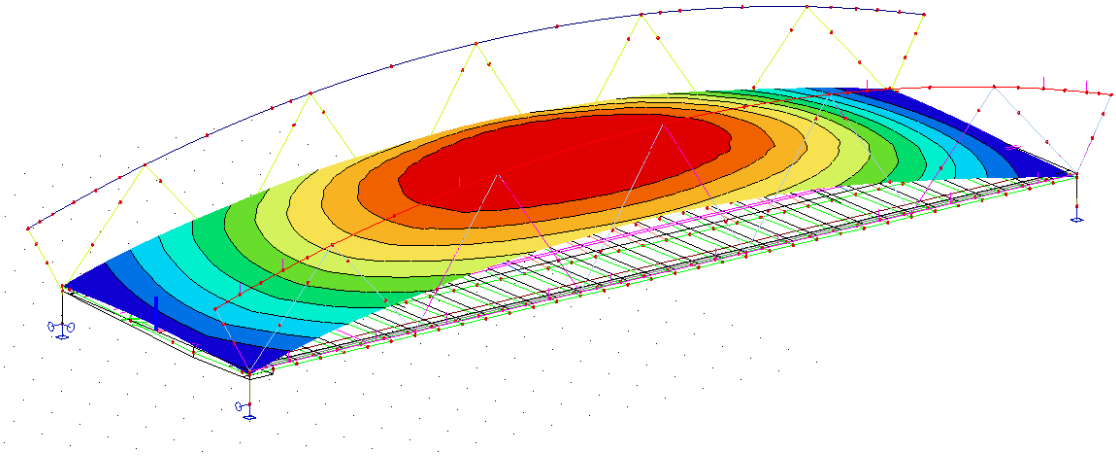
1. ohybová frekvence mostu při nominální odchylce štěrku **+ 30%**
no = 5,89 Hz



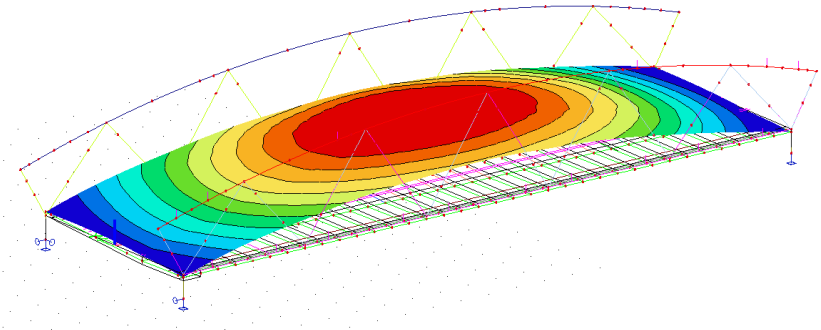
3,79 Hz < 5,89 Hz < 9,48 Hz

2. ohybová frekvence mostu při nominální odchylce štěrku **- 30%**
no = 8,11 Hz

3,79 Hz < 8,11 Hz < 9,48 Hz



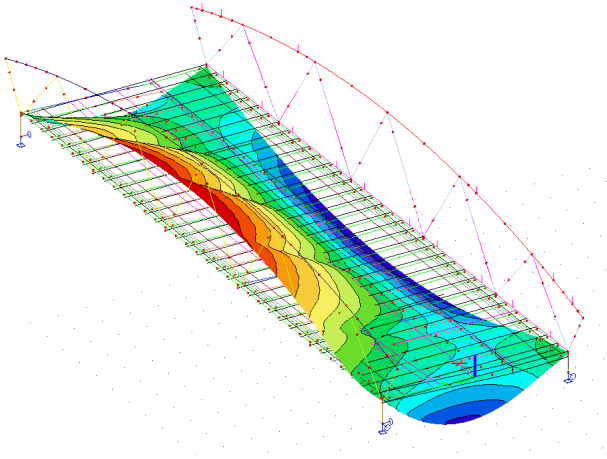
3. ohybová frekvence mostu při normální hodnotě vrstvy štěrku
no = 7,28 Hz



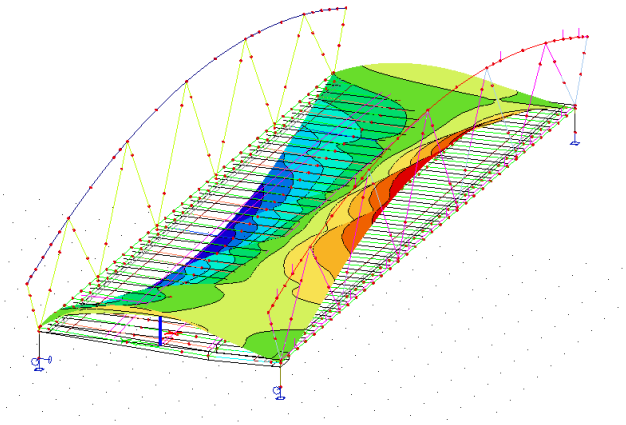
3,79 Hz < 7,28 Hz < 9,48 Hz

Na základě vývojového diagramu z ČSN EN 1991-2, změna Z4 11/2015, jsou splněny meze pro 1. vlastní frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími. Dynamická analýza není požadována. Posouzení provedeno dle vhodného postupu podle ČSN EN 1991-2, 6.4.3 (1) (Poznámka 3).

4. torzní frekvence mostu při nominální odchylce štěrku **+ 30%**
n_T = 8,29 Hz > f_{h0} = 1,2 Hz

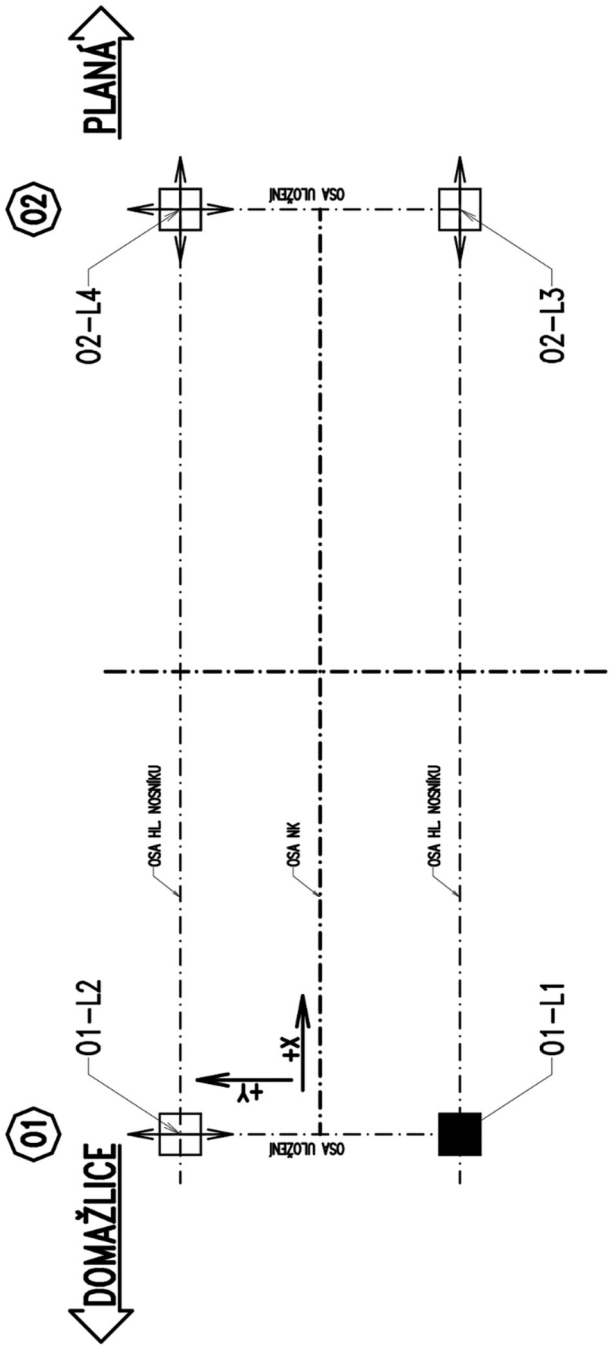


5. torzní frekvence mostu při nominální odchylce štěrku **- 30%**
n_T = 9,91 Hz > f_{h0} = 1,2 Hz



8. Reakce

Ložisko	Max. síly [kN]				Natočení	Posun (mm)		Přednastavení (mm)		Výbava						Poznámky
	Návrhové hodnoty s dyn. souč.					podélný	příčný	podélné	příčné	Kotvení	Zámětná deska	Ochranný pás	Stupnice posunů a index	Kotevní deska		
	R_z	R_y	R_x		[mrad]	v_x	v_y	$e_{v,x}$	e_{vy}					horní	dolní	
	max.	max.	max.		max.	max.	max.	T=10°C	T=10°C							
O1-L1	2590	±I	I			I	-	-	-	ano	ano	ano	-	ne	ano	
O1-L2	2590	±I	1030	I	4,2	+I	I									
		±I		I		I	15	-3	0							
O2-L4	2590	±I		I		±I	I									



9. Deformace konstrukce

Svislá deformace konstrukce

1. Hledisko bezpečnosti dopravy:
LM-71*α = 8,9*1,1= 9,79 mm= **9,8 mm <** 1/600 L = 21875/600 = **36,5 mm**
VYHOVÍ
2. Hledisko pohodlí cestujících:
LM-71*α*ϕ_3 = 8,9*1,11*1,21= 11,8 mm= **12 mm <** 1/600 L = 21875/600 = **36,5 mm**
VYHOVÍ

Pro jedno prosté pole a rychlost 50 km/h: 600*0.7=420 ale min. L/600 tzn. podmínka je shodná jako předchozí kritérium pro bezpečný provoz.

9.1. Nadvýšení konstrukce

Svislá deformace od vlastní tíhy v L/2 u_{zg1}= 2,3 mm
Ostatní stálé zatížení u_{zg2}= 3,5 mm

Nadvýšení:

u_{zg1} + u_{zg2} + 0,25* LM-71*α*ϕ_3 = 2,3+3,5+0,25*8,9*1,1*1,21 = 2,3+3,5+0,25*12= **8,8 mm**

při uvážení +30% štěrku:

u_{zg1} + u_{zg2} + 0,25* LM-71*α*ϕ_3 = 2,3+4,5+0,25*8,9*1,1*1,21 = 2,3+4,5+0,25*12= **9,8 mm**

Na základě hodnot deformací, není nadvýšení konstrukce požadováno.

10. Posouzení spodní stavby

10.1. Úvod

Předmětem tohoto statického výpočtu je zjednodušené posouzení zesílení spodní stavby. V rámci projektové přípravy byla původní archívní dokumentace neúplná. Spodní stavba byla zkreslena ze zaměření a zžásti z archivní dokumentace. Vrty ověřující hloubku založení nebyly prováděny.

10.2. Návrhové zatížení

Nová nosná konstrukce mostního objektu je navržena na účinky návrhového zatížení dle ČSN EN 1991-2: zatěžovací schéma LM71, klasifikační součinitel α = 1,1. Ponechané části spodní stavby (kamenné dříky) mají zatížitelnost Z_{UIC} > 1,0, jsou tedy přechodné pro všechny traťové třídy.

10.3. Stavebně-technické podmínky

Vzhledem ke skutečnosti, že byla dohledána archivní dokumentace spodní stavby, ze které je patrný způsob založení i veškeré rozměry spodní stavby, nebyl v rámci přípravy stavebně – technický průzkum opěr prováděn. Stav opěr je dle revizní zprávy hodnocen stavem S1 – bez zjevných závažných závad a poruch.

Zdivo obou opěr je možno popsat jako zdivo ze žulových bloků a fylitových kamenů. I přes vizuálně dobrý stav spodní stavby je v rámci rekonstrukce navrženo zesílení spodní stavby, a to z důvodu přitížení spodní stavby a základové spáry od nové nosné konstrukce s průběžným kolejovým štěrkovým ložem, která nahrazuje stávající nosnou konstrukci s prvkovou mostovkou. Založení bude zesíleno pomocí mikropilot, zdivo dříků opěr bude zpevněno pomocí injektáží.

10.4. Geotechnické podmínky

10.4.1. Inženýrskogeologický průzkum

V rámci přípravných prací byl proveden Geotechnický průzkum. Cílem průzkumných prací bylo zjištění geologického složení a vrstevního sledu základových půd, klasifikace zeminového a horninového prostředí, stanovení geotechnických parametrů zastižených zemin a hornin a ověření hydrogeologických poměrů budoucího staveniště, včetně dokumentace úrovně hladiny podzemní vody a jejího chemismu na betonové konstrukce.

Tabulka č. 1 - Seznam souřadnic a výšek realizovaných vrtů

Vrt	Souřadnice		z (m n. m.)
	Y	X	
JV1	874 042.30	1 056 165.80	474.65
JV2	874 033.65	1 056 226.10	474.86

Zeminy zastižené průzkumnými pracemi v úrovni základové spáry byly na základě výsledků laboratorních rozborů a zkoušek zatříděny podle ČSN P 73 1005. Geotechnické parametry jednotlivých vrstev byly odvozeny podle laboratorních zkoušek, místních zkušeností, analogie a jsou shrnuty dále v přehledné tabulce.

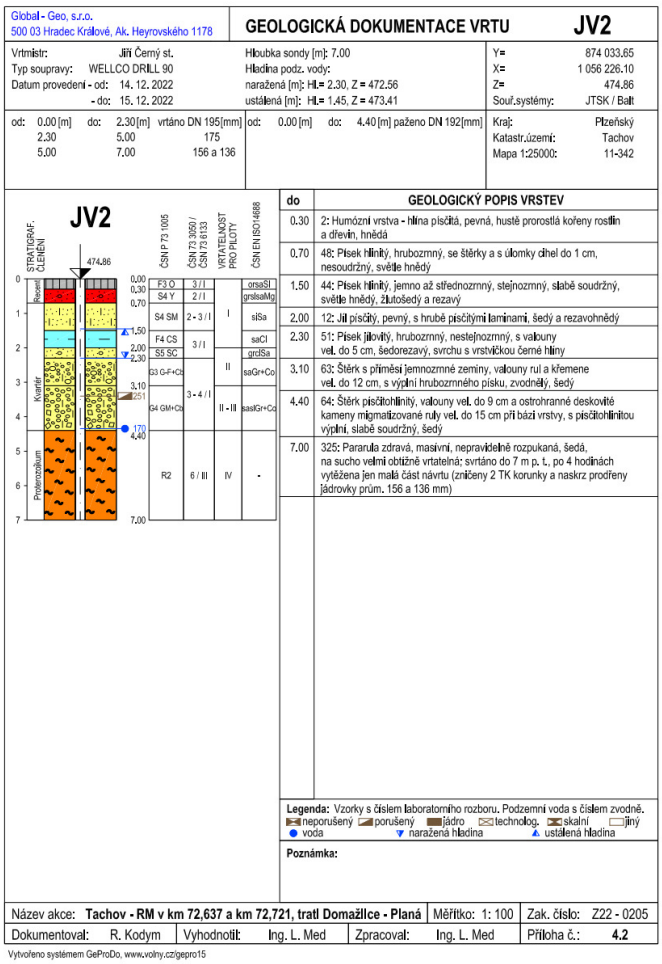
Tabulka č. 4 - Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost R_{dt}

Geotechnický typ / Parametr	Zařídění ČSN P 73 1005	Poissonovo číslo ν (1)	Převodní součinitel β (1)	Objemová tíha γ (kN.m⁻³)	Modul převárnosti E_{def} (MPa)	Úhel vnitřního tření zeminy efektivní φ_{ef} (°)	Úhel vnitřního tření zeminy totální φ_u (°)	Soudržnost zeminy efektivní c_{ef} (kPa)	Soudržnost zeminy totální c_u (kPa)	Očekávaná únosnost R_{dt} (kPa)
GT 1	F4 Y pevný S4 Y stř. ulehlý	0,35 0,30	0,62 0,74	18,50 18,00	7 10	27 28	8 -	20 0	70 -	-
GT 2	F4 CS tuhý S5 SC tuhý S4 SM stř. ulehlý	0,35 0,30 - 0,35	0,62 0,74 - 0,62	18,50 18,00 - 18,50	5 7 - 10	25 27 - 29	0 -	15 0 - 4	50 -	150* 195 - 225**
GT 3	G3 G-F+Cb stř. ulehlý G4 GM±Cb stř. ulehlý	0,25 - 0,30	0,83 - 0,74	19,50	60 - 100	32 - 35	-	0 - 4	-	260 - 450**
GT 4	F6 CL tuhý-pevný	0,40	0,47	21,00	6	20	4	12	65	150*
GT 5	R3 - R2	0,15 - 0,10		25,50	600 - 2500					800 - 2 000

* platí pro šířku základu b ≤ 3 m a hloubku založení h = 0,8 - 1,5 m
** platí pro šířku základu b = 3 m a hloubku založení h = 1 m
Hodnoty R_{dt} pro zeminy středně ulehlé x koef. 0,65

Upozornění: Hodnoty R_{dt} nejsou upraveny na hloubku založení a vliv podzemní vody.

Na základě dosavadních poznatků mají oba stávající mosty opěry založené v terasových štěrkách typu GT3 a jejich základové poměry jsou kvůli HPV blízko povrchu složité.
V případě mostu v km 72,637 lze k opření mikropilot rovněž využít skalních hornin typu GT5.
Do nosných zásypů a zásypů výkopů vedených ve zpevněných plochách se doporučuje použití vhodného a dobře hutnitelného materiálu (kap. 4.2, str. 11), který bude nutné v celém potřebném objemu dovézt.



Seismicita území:

Ve znění ČSN EN 1998-1 „Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - část 1“ (Eurokód 8) předmětné území náleží do zóny s přiřazenou hodnotou referenčního zrychlení základové půdy agR …0,08 - 0,100 g. Dle čl. 3.1.2 citované normy lze podloží přiřadit typu základových půd A.

Hydrogeologické poměry:
Ve smyslu hydrogeologického členění ČR náleží zájmové území s železniční tratí do rajónu základní vrstvy 6212 Krystalinikum v povodí Mže po Stříbro a Radbuzy po Staňkov, budovaného komplexy převážně metamorfovaných a méně magmatických hornin, které jsou jako celek málo propustné.
Relativně lepší propustnost má zvětralinový plášť a kvartérní pokryv, dále zóna přípovrchového rozpojení hornin a některé tektonicky porušené zóny a zlomy. Propustnost prostředí se odvíjí od charakteru zvětralin a hustoty, rozevření a výplně puklin. K proudění podzemní vody dochází zejména v eluviích a v pásmu přípovrchového rozpojení hornin (zvětrání v kombinaci s rozpukáním).
Pro posouzení hydrogeologických poměrů lokality byla v rámci průzkumu provedena dokumentace naražené a ustálené HPV a zjištění jejího chemismu. Tabulka č. 3 na str. 7 zahrnuje též úroveň hladiny Mže zjištěnou v době realizace průzkumu. Provedené vrty JV1 a JV2 ověřují zvodnění vázané na prostředí kvartérních sedimentů s průlinovou propustností. Zvodeň má volnou souvislou hladinu ustálenou 1,20 - 1,45 m pod stávající úrovní terénu, tj. na kótě 473,45 - 473,41 m n. m. Přibližně kopíruje jeho povrch a odpovídá při IGP zjištěné aktuální hladině Mže (473,35 m n. m.).

Ochrana území:
Vymezený úsek železniční trati náleží do dílčího povodí 4. řádu Mže, číslo hydrologického pořadí 1-10-01-0160-0-00, která protéká pod mostem v km 72,637. Podle serveru HEIS VÚV TGM není součástí žádné CHOPAV. Celý Tachov s okolím pokrývá rozsáhlé OP 3. stupně Milíkov-povrchový zdroj Mže (OkÚ Tachov - ŽP-893/91-234/3 z 29.10.1991)

Agresivita podzemní vody:
Dle výsledků zkrácených chemických rozborů (příloha č. 5) podzemní voda z kvartérních sedimentů z obou vrtů vytváří ve znění ČSN EN 206-1 slabě agresivní prostředí stupně XA1, vlivem obsahů 21,26 - 27,21 mg.l-1 CO2 agresivního na vápno (normové rozpětí pro stupeň XA1 činí 15 - 40 mg.l-1).

geologické poměry:
Geomorfologicky náleží město Tachov do oblasti Českoleské, podcelku Tachovská brázda a okrsku Plánská pahorkatina (kód IA-2A-d), s výrazně rozčleněným erozně denudačním reliéfem, předurčeným geologickou stavbou území a jejím tektonickým porušením.

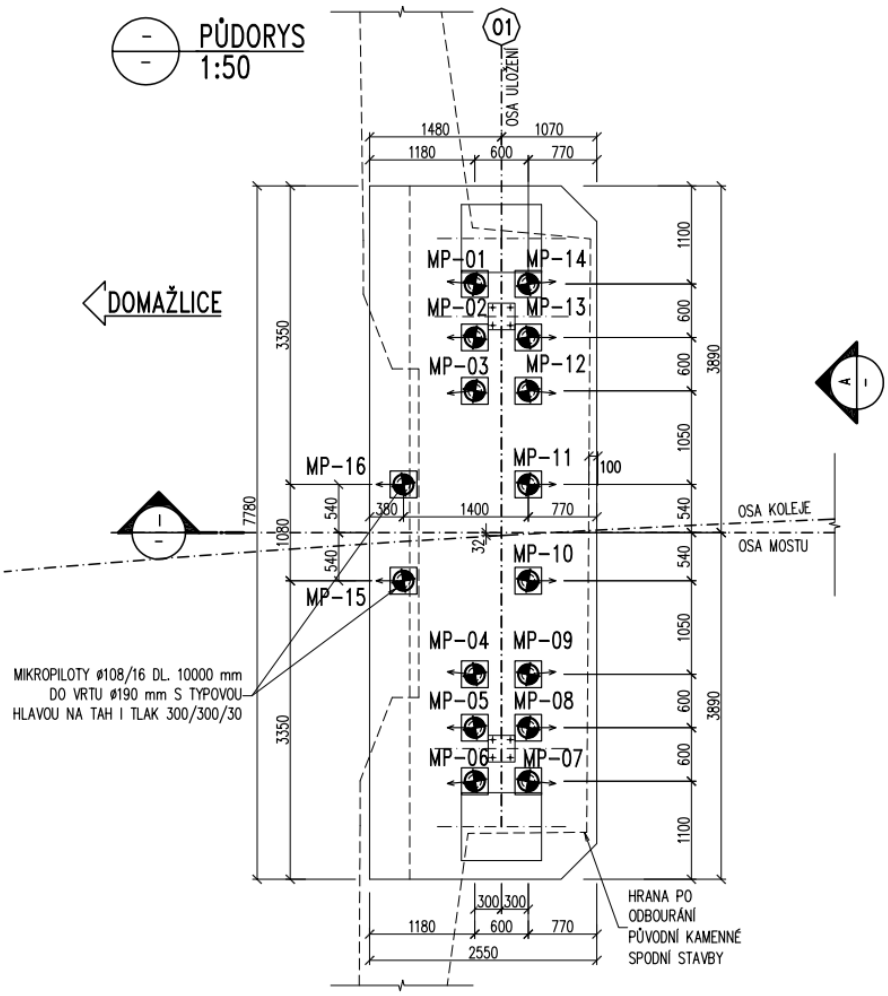
Předkvartérní podloží
Budují metamorfované horniny krystalinika Českého masívu, řazené k moldanubické oblasti, stáří proterozoikum - paleozoikum. Litologicky se jedná o dvojslídné pararuly ± se sillimanitem (ve výřezu geomapy zobrazené červenohnědými plochami s č. 1342), s protáhle čočkovitými tělesy amfibolitů (zelené, kód 1252). Směrem k východu je prorážejí tělesa granitových hornin (1546) náležející k borskému masívu. Při povrchu pararuly vytvářejí hlinito-písčitá i kamenitá eluvia. Pararuly v navětralém a zdravém stavu ověřují oba provedené vrty v hloubce 4,40 - 5,60 m pod stávajícím povrchem terénu, v úrovni 470,46 - 469,05 m n. m. Mírně zvlněný strop se zvolna zvedá směrem k jihu, tj. od vrtu JV1 k vrtu JV2.
Kvartérní pokryv reprezentují soudržné a nesoudržné sedimenty fluviální geneze. Jejich hlavní součást představuje pleistocénní údolní terasa Mže, složená ze špatně vytříděných polymiktních štěrků se zvýšeným obsahem jemnozrnných částic, s písčitou a s písčito-hlinitou mezizrnnou výplní. Vedle štěrkové frakce, tvořené pestrými horninami krystalinika a křemenem, v podobě dobře oválných valounů, zrn s nižším stupněm zaoblení vel. do 12 cm i téměř ostrohranných úlomků, obsahují při rozhraní s podložím též kamenitou složku vel. až do 15 cm, jako ostrohranné

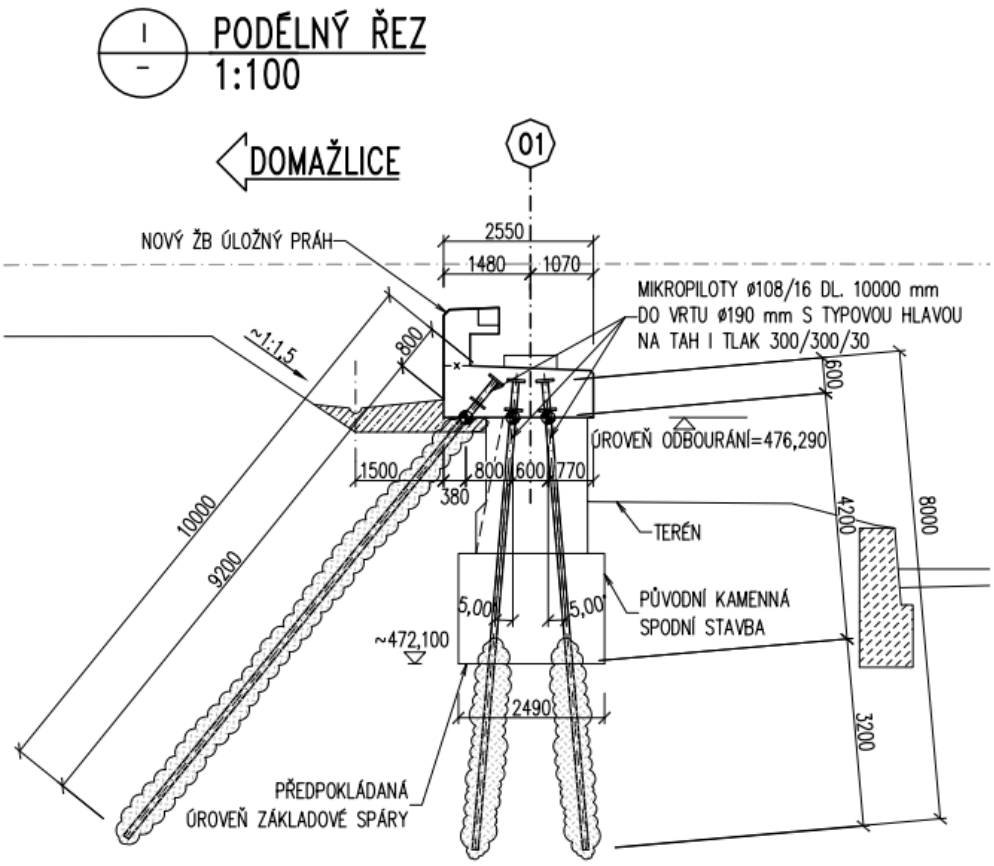
deskovité a hranolovité bloky hornin rulového složení. Souhrnná mocnost štěrků činí 2,10 - 2,90 m.
Deluvia a sprašové hlíny mají dle geologické mapy malé plošné rozšíření. V redeponované podobě jsou součástí nivních sedimentů. V nejsvrchnější části vrstevního profilu se nacházejí uloženiny antropogenního původu - navážky, tvořené místními zeminami (písčité jíly a hlinité písky) s příměsí úlomků cihel, vymezené v mocnosti 0,40 - 0,70 m. V okolí vrtu JV2 je pokrývá humózní písčitá hlína tl. 0,30 m, v místě vrtu JV1 pak jen drn tl. 0,10 m.

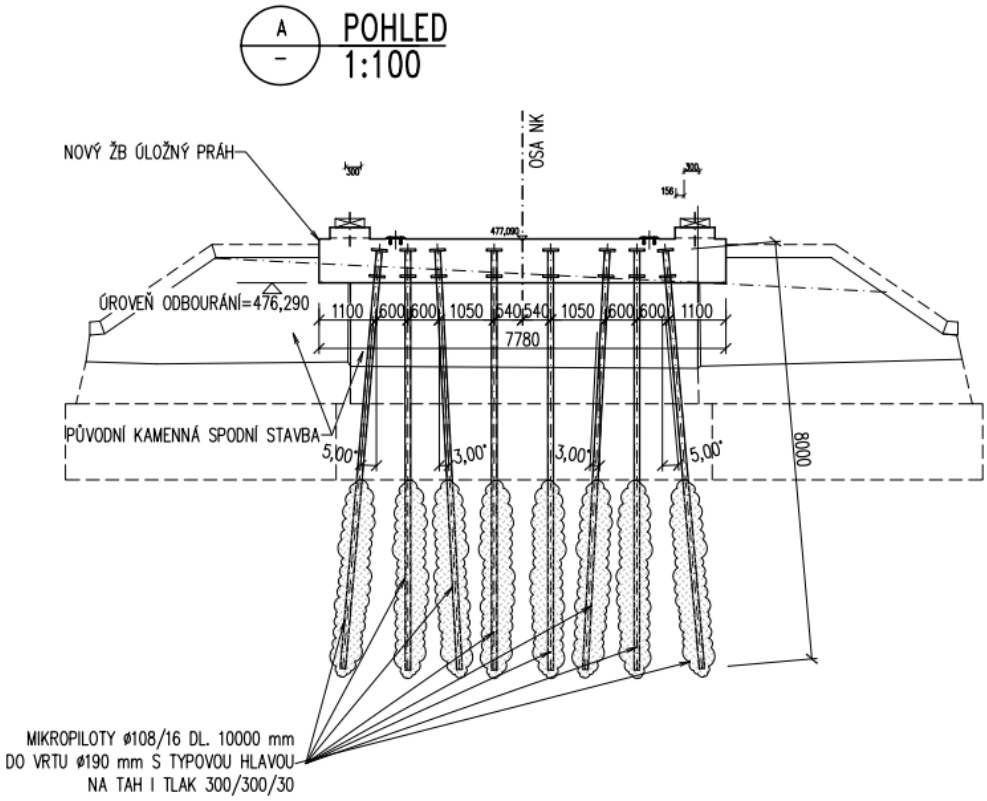
10.5. Popis statického modelu

Pro výpočet globálních účinků zatížení a stanovení vnitřních sil a deformací byl vytvořen kombinovaný prostorový model v programu Scia Engineer. Je tvořen z prutových prvků kombinovaných s desko-stěnovými prvky. Průřezové veličiny modelovaných prutů odpovídají průřezovým charakteristikám skutečných prvků. Z tohoto modelu byly i stanoveny maximální reakce a síly na ložiska.
Vlastní posouzení zesílení mikropilot bylo provedeno v programu GEO 5 (FINE s.r.o.)

10.5.1. Geometrie spodní stavby




PODÉLNÝ ŘEZ
1:100
DOMAŽLICE
01
NOVÝ ŽB ÚLOŽNÝ PRÁH
2550
1480
1070
MIKROPILOTY ø108/16 DL. 10000 mm
DO VRTU ø190 mm S TYPOVOU HLAVOU
NA TAH I TLAK 300/300/30
~1:1,5
800
600
ÚROVEŇ ODBOURÁNÍ=476,290
1500
800
600
770
380
10000
9200
4200
8000
TERÉN
PŮVODNÍ KAMENNÁ
SPODNÍ STAVBA
5,00
5,00
~472,100
2490
3200
PŘEDPOKLÁDANÁ
ÚROVEŇ ZÁKLADOVÉ SPÁRY


POHLED
1:100
OSA NK
NOVÝ ŽB ÚLOŽNÝ PRÁH
ÚROVEŇ ODBOURÁNÍ=476,290
1100
600
600
1050
540
540
1050
600
600
1100
7780
PŮVODNÍ KAMENNÁ SPODNÍ STAVBA
5,00
3,00
3,00
5,00
8000
MIKROPILOTY ø108/16 DL. 10000 mm
DO VRTU ø190 mm S TYPOVOU HLAVOU
NA TAH I TLAK 300/300/30

10.6. Předpoklady výpočtu

Dle podkladů od zhotovitele zesílení spodní stavby byly upraveny okrajové podmínky a upraven výpočet spodní stavby na následovně
Stávající spodní stavba je založena na dřevěných roštech. Není zcela jasné zda-li není dokonce rošt podporován dřevěnými pilotami.
Na základě těchto skutečností je uvažováno s tím, že stávající těleso spodní stavby a nové betonové části opěr (nahrazující původní kamenné zdivo), je přenášeno stávající spodní kamennou spodní stavbou. Nové mikropiloty přenášení novou ocelovou konstrukci včetně všech vniklých nahodilých kombinací (zatěžovací schéma LM71, klasifikační součinitel α = 1,21)
Na základě těchto uvážení je zatížitelnost spodní stavby $\mathbf{Z_{LM71}=1,21}$.

10.7. Přílohy

7.2 Posouzení tažené mikropiloty u pevného ložiska – výstup GEO5.

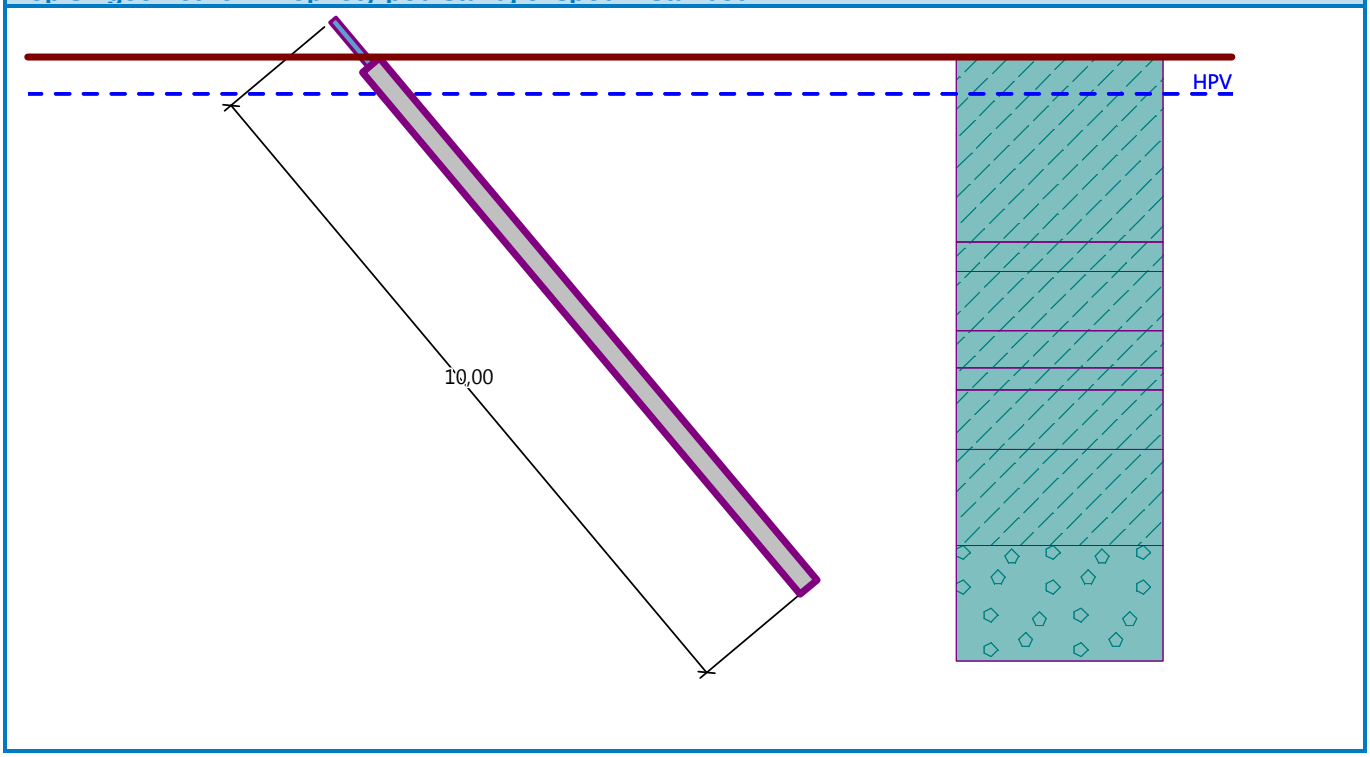
Výpočet Mikropiloty

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce mostů v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá
Část : Posouzení zesílení spodní stavby
Vypracoval : Ing. T. Vejběra
Datum : 19.6.2023

Název : Projekt **Fáze - výpočet : 1 - 0**
Popis : geometriemikropiloty pod stávající spodní stavbou



Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : γ_{M0} = 1,00

Mikropiloty

Výpočet únosnosti dříku : geometrická (Eulerova) metoda
Výpočet únosnosti kořene : metoda Lizziho
Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\varphi}$ =	1,25	[–]
Součinitel redukce soudržnosti :	γ_{mc} =	1,40	[–]
Součinitel redukce kritické síly :	γ_{mf} =	1,00	[–]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	γ_{sc} =	1,50	[–]
Součinitel spolehlivosti oceli :	γ_{ss} =	1,50	[–]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	γ_r =	1,50	[–]

Parametry zemin

GT1

Objemová tíha : γ = 18,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 27,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 18,50 kN/m^3

GT2

Objemová tíha : γ = 18,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 0,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 18,50 kN/m^3

GT3

Objemová tíha : γ = 19,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 32,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 1,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 20,00 kN/m^3

GT5

Objemová tíha : γ = 25,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 32,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 70,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 25,50 kN/m^3

Geometrie

Průměr = 108,0 mm
Tloušťka stěny = 16,0 mm

Volná délka mikropiloty l = 0,80 m
Délka kořene l_r = 9,20 m
Průměr kořene d_r = 0,30 m
Odklon mikropiloty od svislice α = 40,00 °
Vysazení mikropiloty nad terén l_a = 0,50 m

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 23,00 kN/m^3
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 25,00 MPa

Modul pružnosti E_{cm} = 31000,00 MPa

Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu f_y = 355,00 MPa

Modul pružnosti E = 210000,00 MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

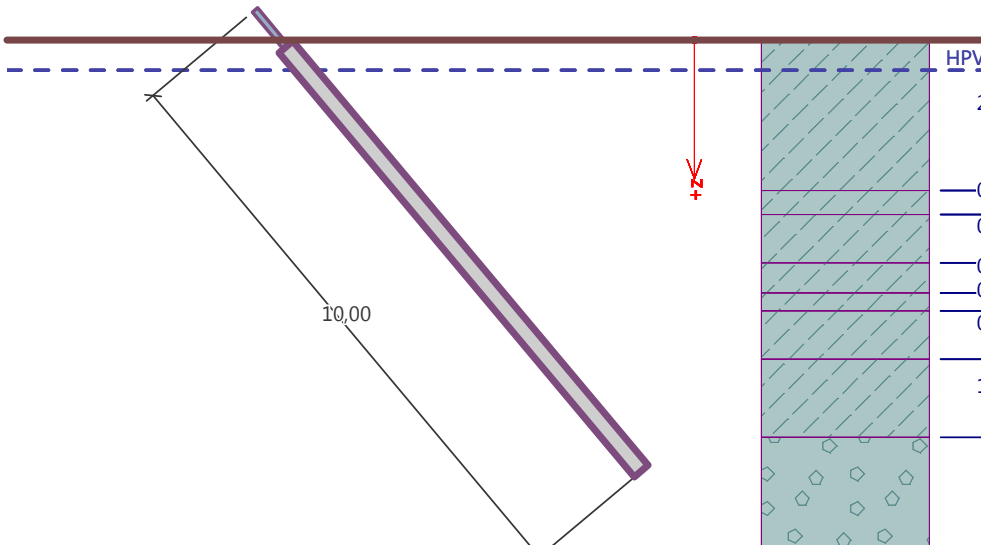
Informace o umístění

Kóta povrchu = 3,70 m

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,50	0,00 .. 2,50	3,70 .. 1,20	GT1	
2	0,40	2,50 .. 2,90	1,20 .. 0,80	GT1	
3	0,80	2,90 .. 3,70	0,80 .. 0,00	GT2	
4	0,50	3,70 .. 4,20	0,00 .. -0,50	GT2	
5	0,30	4,20 .. 4,50	-0,50 .. -0,80	GT3	
6	0,80	4,50 .. 5,30	-0,80 .. -1,60	GT3	
7	1,30	5,30 .. 6,60	-1,60 .. -2,90	GT3	
8	-	6,60 .. ∞	-2,90 .. -	GT5	

Název : Profil a přiřazení | **Fáze - výpočet : 1 - 0**



Zatížení

Číslo	Zatížení nové	Zatížení změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano		Zatížení č. 1	-1030,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,50 m od původního terénu.

Posouzení čís. 1

Posouzení průřezu 1

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Mikropilota je tažená, vnitřní stabilita vyhovuje.

Posouzení únosnosti spřaženého průřezu: Tažená mikropilota - s pevností betonu v tahu se nepočítá.

Napětí v oceli = 222,73 MPa
Výpočtová pevnost oceli = 236,67 MPa

Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Posouzení kořene

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.
Součinitel vlivu průměru kořene = 0,80
Průměrné mezní plášťové tření q_{sav} = 250,00 kPa

Posouzení tažené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty R_s = 1734,16 kN
Výpočtová únosnost kořene mikropiloty R_d = 1156,11 kN
Maximální tahová síla N_{max} = 1030,00 kN

Únosnost tažené mikropiloty VYHOVUJE

7.1 Posouzení tlačené mikropiloty pod pevným ložiskem – výstup GEO5

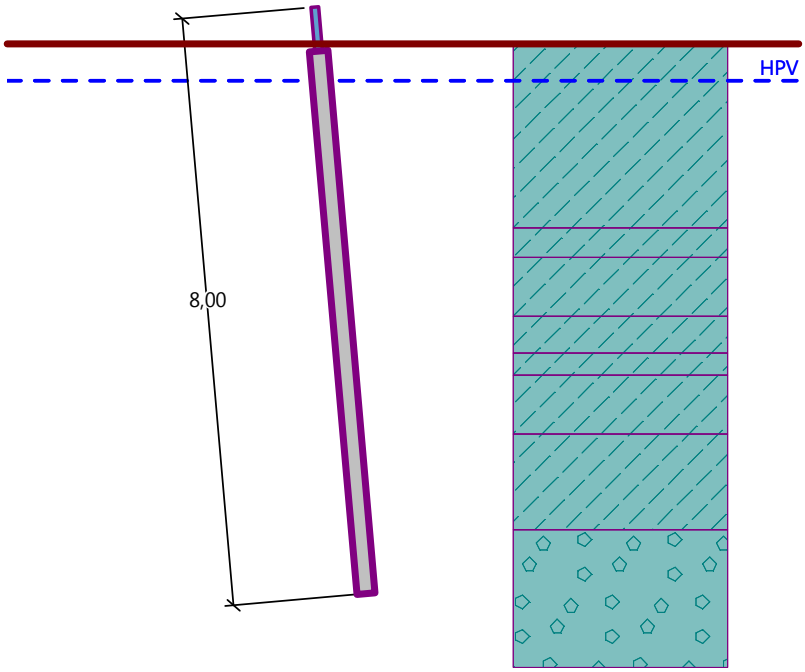
Výpočet Mikropiloty

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce mostů v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá
Část : Posouzení zesílení spodní stavby
Vypracoval : Ing. T. Vejběra
Datum : 19.6.2023

Název : Projekt	Fáze - výpočet : 1 - 0
Popis : geometriemikropiloty pod stávající spodní stavbou	



Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 :	standardní
Ocelové konstrukce :	EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu :	γ_{M0} = 1,00

Mikropiloty

Výpočet únosnosti dříku :	geometrická (Eulerova) metoda
Výpočet únosnosti kořene :	metoda Lizziho
Metodika posouzení :	mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\varphi}$ =	1,25	[–]
Součinitel redukce soudržnosti :	γ_{mc} =	1,40	[–]
Součinitel redukce kritické síly :	γ_{mf} =	1,00	[–]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	γ_{sc} =	1,50	[–]
Součinitel spolehlivosti oceli :	γ_{ss} =	1,50	[–]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	γ_r =	1,50	[–]

Parametry zemin

GT1

Objemová tíha :	γ	=	18,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	27,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	18,50 kN/m^3

GT2

Objemová tíha :	γ	=	18,50 kN/m^3

Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 0,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 18,50 kN/m^3

GT3
Objemová tíha : γ = 19,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 32,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 1,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 20,00 kN/m^3

GT5
Objemová tíha : γ = 25,50 kN/m^3
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 32,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 70,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 25,50 kN/m^3

Geometrie

Průměr = 108,0 mm
Tloušťka stěny = 16,0 mm

Volná délka mikropiloty l = 0,60 m
Délka kořene l_r = 7,40 m
Průměr kořene d_r = 0,25 m
Odklon mikropiloty od svislice α = 5,00 °
Vysazení mikropiloty nad terén l_a = 0,50 m

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 23,00 kN/m^3
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30
Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 25,00 MPa
Modul pružnosti E_{cm} = 31000,00 MPa

Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 355
Mez kluzu f_y = 355,00 MPa
Modul pružnosti E = 210000,00 MPa

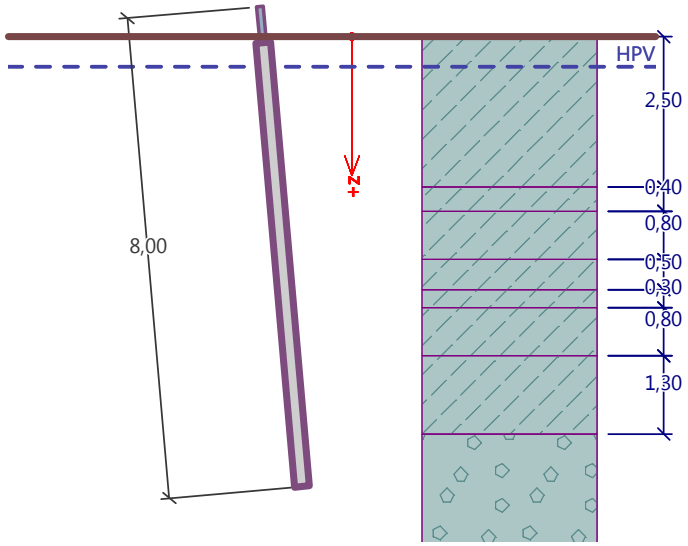
Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění
Kóta povrchu = 3,70 m
Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,50	0,00 .. 2,50	3,70 .. 1,20	GT1	
2	0,40	2,50 .. 2,90	1,20 .. 0,80	GT1	
3	0,80	2,90 .. 3,70	0,80 .. 0,00	GT2	
4	0,50	3,70 .. 4,20	0,00 .. -0,50	GT2	
5	0,30	4,20 .. 4,50	-0,50 .. -0,80	GT3	
6	0,80	4,50 .. 5,30	-0,80 .. -1,60	GT3	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
7	1,30	5,30 .. 6,60	-1,60 .. -2,90	GT3	
8	-	6,60 .. ∞	-2,90 .. -	GT5	

Název : Profil a přiřazení — **Fáze - výpočet : 1 - 0**



Zatížení

Číslo	Zatížení nové	Zatížení změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano		Zatížení č. 1	431,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,50 m od původního terénu.

Posouzení čís. 1

Posouzení průřezu 1

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda
Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-kloub).

Modul reakce podloží E_p = 10,00 MN/m^3
Spočtený počet půlvln n = 1,36
Vzpěrná délka l_{cr} = 2,31 m

Kritická normálová síla N_{crd} = 2057,38 kN
Maximální normálová síla N_{max} = 431,00 kN

Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:
Plocha ideálního průřezu A_i = 5,29E+03 mm^2
Moment setrvačnosti ideálního průřezu J_i = 5,28E+06 mm^4
Štíhlost prutu λ = 73,029
Součinitel vzpěrnosti κ = 0,731

Napětí v oceli = 119,21 MPa

Výpočtová pevnost oceli = 236,67 MPa

Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Posouzení kořene

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.
Součinitel vlivu průměru kořene = 0,80
Průměrné mezní plášťové tření q_{sav} = 200,00 kPa

Posouzení tlačené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty	R_s	=	929,91	kN
Výpočtová únosnost kořene mikropiloty	R_d	=	619,94	kN
Maximální normálová síla	N_{max}	=	431,00	kN

Únosnost tlačené mikropiloty VYHOVUJE

Tabulka zatížitelnosti

Přehled zatížitelnosti částí mostu (dle S5/1)

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 0331 Havlovice - Tachov DÚ: 38 km: 7 2 6 3 7

B. Identifikace části mostu

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

C. Doplňující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti:…C……. Výpočtový model: kombinovaný – prutový + deskostěnový

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

	na začátku		uprostřed		na konci	
poloměr oblouku	201	[m]	201	[m]	201	[m]
převýšení koleje	95	[mm]	95	[mm]	95	[mm]
excentricita osy koleje	59	[m]	310	[m]	32	[m]

Směrná úroveň spolehlivosti β = ...[5)], zbytková životnost: ……let
Popis použitých úlev [6)]:
Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

.....

Datum zjištění technického stavu mostu zpracovatelem přepočtu ….. / …… / …….

Poznámka k části mostu či k rozhodující poloze zatížení: Zatížitelnost určena pro novou nosnou ocelovou konstrukci. U prvků s vyšší hodnotou zatížitelnosti byl rozhodující stav posouzení na únavu..

Poř. číslo	Prvek[4)]	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	ϕ_i	L_ϕ	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$[1)]	Viz číslo strany přepočtu	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$[2)]	Poznámky[3)]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Příčníky		Kombinace namáhání v MSÚ	1	N,V,M	-	1,36	6,6	1,45	-				**1,67**
	HL. nosníky			1										-
2	Diagonála D2			1	M,N	-	1,21	21,88	1,45	-				**1,35**
3	Diagonála D3			1	M,N	-	1,21	21,88	1,45	-				1,56
4	Diagonála D4			1	M,N	-	1,21	21,88	1,45	-				1,77
5	Diagonála D5			1	M,N	-	1,21	21,88	1,45	-				1,88
6	Diagonála D6			1	M,N	-	1,21	21,88	1,45	-				2,26
7	Horní pás			1	M,N	-	1,21	21,88	1,45	-				**1,41**
8	Dolní pás			1	M,N,Vz	-	1,21	21,88	1,45	-				2,76
	Opěry a založení			1										-
9	Mikropiloty			1	N	-	1,21	21,88	1,45	-				**1,10**
10	Úložný práh			1	reakce	-	1,21	21,88	1,45	-				1,11

Dne: 12 / 06 / 2023, zatížitelnost určil: Ing. T. Vejběra