



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:



Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
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		

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 mostu v km 5,703 trati Čelákovice - Neratovice	Označení investora: S632000258
		Zakázka: 03-21
Název části:	Mosty, propustky a zdi	Označení části: D.2.1.4
Název objektu/dílní části:	Most v km 5,703	Označení objektu/komplexu: SO 11-20-01
Název přílohy:	Statický výpočet	Číslo přílohy (typ/pořadí): 3. 00.1
Název dílní části přílohy:		
Odpovědný projektant: Ing. Ondřej Lojík, Ph.D.	Zpracovatel přílohy: Ing. Jan Svitavský	Měřítko: - Formáty: -
Kraj: Středočeský	Katastrální území: Brandýs nad Labem, Zápy	TUDU: 0911 04
		Stupeň dokumentace: DUSP+PDPS
		Smluvní datum zpracování: 11/2023

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podoblast:	Příloha:	Revize:
S 6 3 2 0 0 0 2 5 8	- P D P S	- D 2 1 0 4	- S O 1 1 2 0 0 1	- X X	- 3 - 0 8 4	- X X X
[Prostor pro další informace]						

[Prostor pro další informace]

Rekonstrukce mostu km 5,703 trati Čelákovice – Neratovice

SO 11-20-01 Most v km 5.703

Statický výpočet

Obsah:

1. Úvod.....	3
1.1. Popis nosné konstrukce	3
1.2. Popis výpočetního modelu	3
2. Zatížení	4
2.1. Stálé (vlastní hmotnost)	4
2.2. Zbytek stálého	4
2.3. Nahodilé krátkodobé	4
2.3.1. Svislé zatížení železniční dopravou	4
2.3.2. Boční rázy	5
2.3.3. Rozjezdové a brzdné síly	5
2.3.4. Zatížení teplotou	6
2.3.5. Zatížení neveřejných služebních chodníků	6
2.3.6. Třecí síly v ložiskách	6
2.3.7. Vykojení a jiná zatížení železničních mostů	6
2.3.8. Zatížení větrem	7
2.3.9. Roznos zatížení	9
2.3.10. Aerodynamická nestabilita závěsů	10
2.3.11. Rozhodující nebezpečné kombinace zatížení	11
3. Mostovka	12
3.1. Podélné výztuhy	12
3.2. Řez mezi příčnými výztuhami	12
3.2.1. Průřezové charakteristiky	12
3.2.2. Vnitřní síly	14
3.2.3. Mezní stav únosnosti	15
3.2.4. Mezní stav únavy	15
3.3. Podélná výztuha nad příčným	16
3.3.1. Průřezové charakteristiky	16
3.3.2. Vnitřní síly	18
3.3.3. Mezní stav únosnosti	19
3.3.4. Mezní stav únavy	21
3.4. Příčné výztuhy	23
3.4.1. Průřezové charakteristiky	23
3.4.2. Vnitřní síly	27
3.4.3. Mezní stav únosnosti	28
3.4.4. Mezní stav únavy	31
3.5. Podporový příčník - zvedání z ložisek	34
3.5.1. Průřezové charakteristiky	34
3.5.2. Posouzení průřezu	36
3.6. Podporový příčník – v provozním stavu	37
3.6.1. Průřez ve vetknutí	37
3.6.2. Závěr	41
4. Hlavní nosník	42
4.1. Závěsy - netuhé	42
4.1.1. Vnitřní síly	42
4.1.2. Mezní stav únosnosti	45
4.1.3. Mezní stav únavy	47
4.1.4. Závěr	47
4.2. Závěsy - tuhé	48
4.2.1. Vnitřní síly	48
4.2.2. Průřezové charakteristiky	50
4.2.3. Mezní stav únosnosti	51
4.2.4. Mezní stav únavy	55
4.2.5. Závěr	57
4.3. Oblouk	58
4.3.1. Průřezové charakteristiky	58

4.3.2.	Vnitřní síly	59
4.3.3.	Stabilitní výpočet	60
4.3.4.	Mezní stav únosnosti.....	61
4.3.5.	Mezní stav únavy	64
4.3.6.	Závěr.....	65
4.4.	Trám	66
4.4.1.	Průřezové charakteristiky	66
4.4.2.	Vnitřní síly	69
4.4.3.	Mezní stav únosnosti.....	70
4.4.4.	Mezní stav únavy	72
4.4.5.	Závěr.....	73
5.	Nelineární analýza.....	74
6.	Dynamické chování konstrukce	76
7.	Reakce.....	78
8.	Deformace konstrukce	79
9.	Spodní stavba	80
9.1.	Opěra O1	80
9.1.1.	Založení	80
9.1.2.	Průřez piloty	89
9.1.3.	Základ opěry	94
9.2.	Opěra O2.....	100
9.2.1.	Založení	100
9.2.2.	Průřez piloty	109
9.2.3.	Základ opěry	113
9.3.	Úložný práh.....	118
9.4.	Křídlo opěry	120
10.	Postup napínání závěsů	123
11.	Kompletní analýza bezstykové koleje	125
11.1.	Podklady a předpisy.....	125
11.2.	Uvažování zatížení	125
11.3.	Popis zatěžovacích stavů.....	126
11.4.	Popis výpočetního modelu	127
11.5.	Normálové napětí v koleji (MPa)	130
11.6.	Posouzení normálového napětí v koleji	132
11.7.	Závěr	133
12.	Tabulka zatížitelnosti	134

1. Úvod

Účel tohoto statického výpočtu je návrh hlavní nosné konstrukce a spodní stavby mostu SO 11-20-01 Most v km 5.703 akce Rekonstrukce mostu km 5,703 trati Čelákovice – Neratovice. Na mostě je navržen VMP 2,5.

1.1. Popis nosné konstrukce

Nosná konstrukce je navržena jako jednokolejná, celosvařovaná ocelová jednom poli s trémovým hlavními nosníky vyztuženým obloukem. Rozpětí konstrukce činí 68 m. Dolní pás hlavních nosníků je navržen jako svařovaný I-nosník výšky 1900 mm, oblouk je ve tvaru nepravidelného šestuúhelníku. Závěsy jsou tyčové z korozivzdorné duplexní oceli s nalisovaným závitem. Ve středu konstrukce je dvojice tuhých závěsů.

Mostovku představuje ocelový žlab kolejového lože navržený jako ortotropní konstrukce s podélnými pískovými výztuhami a příčnými výztuhami (příčníky). Příčné výztuhy sledují pravidelný modul 2000 mm a jsou tvořeny obrácenými T-průřezy.

Opěry jsou navrženy jako monolitické, železobetonové výšky cca 7,0 m. Základ opěry O1 je délky 9,8, šířky 5,8 m a výšky 1,7 m. Základ opěry O2 je délky 9,9, šířky 4,8 m a výšky 1,5 m. Tloušťka dřiků činí 2,4 m a šířka úložného prahu činí 2,55 m. Horní povrch úložného prahu je vyspádován 3% směrem k lici opěry. Kapsa pro mostní závěr je řešena jako součást vodorovné části závěrné zidky viz výkresová dokumentace. Opěry mají vnější rovnoběžné vyvěšené křídlo s železobetonovými monolitickými římsami.

V křídlech jsou umístěny prostupy pro vyvedení drenáže za opěrou.

Na základě výsledků IGP bylo navrženo hlubinné založení opěr. Piloty jsou situovány po obvodě základu.

Opěra O1 (s pevným ložiskem) je založena na velkopřůměrových pilotách Ø1200 mm délky 8 m – 12 ks. Přední řada pilot je ukloněná o 10°C.

Opěr O2 je rovněž založena na velkopřůměrových pilotách Ø1200 mm délky 8 m – 8 ks.

Piloty budou vrtány z úrovně nasypného dočasného tělesa po odstranění zasypaných železobetonových prefabrikátů v přechodové oblasti za opěrami.

1.2. Popis výpočetního modelu

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. a jiných konstrukčních výztuh.

Do desko-stěnových prvků byly vloženy prutové prvky příčných výztuh. Průřezy příčných výztuh jsou tvaru obráceného písmene T. Průřezy dolního pásu jsou tvaru písmenem I. Horní pás je tvořen komorovým průřezem. Diagonály jsou tvořeny symetrickými I průřezy a tyčovými závěsy. Podpora na konci mostu je příčně pohyblivá a pevná na začátku mostu jsou voleny jako všesměrně pohyblivé a příčně pevné. Do výpočtu byla zavedena tuhost podpor zohledňující výrobní tolerance a určité „dosednutí“ ložisek.

2. Zatížení

2.1. Stálé (vlastní hmotnost)

Vlastní váha jednotlivých prutů je automaticky generována programem. Nezapočítané prvky jako jsou výztuhy atd. jsou uvažovány jako 20% 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.

Součinitel zatížení pro stálé zatížení je uvažován $\gamma_f = 1,35$.

2.2. Zbytek stálého

Pro stanovení horní a dolní charakteristické tloušťky kolejového lože se uvažuje odchylka od nominální tl. (v našem případě 0,481 m) $\pm 30\%$.

	<i>normové zatížení</i>	<i>γ_f</i>
Štěrkové lože, izolace (výšky 636 mm) 0,636*20	12,7 kN/m ²	1,35
Přítížení, kolejnic, upevnění na šířku 3 m pod kolejí	0,7 kN/m ²	1,35
Přítížení od betonových pražců na šířku 3 m pod kolejí	1,0 kN/m ²	1,35

	<i>normové zatížení</i>	<i>γ_f</i>
Štěrkové lože, izolace	$\pm 3,81$ kN/m ²	1,35

2.3. Nahodilé krátkodobé

2.3.1. Svislé zatížení železniční dopravou

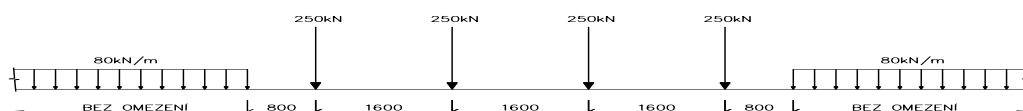
Vzhledem k tomu, že se jedná o trať 4. třídy je uvažováno se zatížením ČSN EN1991-2 „model zatížení 71“ klasifikovaný součinitelem $\alpha = 1,10$ (vlak ČD-Z)

Poloha pohyblivého zatížení byla určena tak, aby zatížení vyvolávalo maximální účinky v posuzovaných průřezích. Poloha koleje může mít odchylku od teoretické osy o 100 mm.

Přepočtené provozní zatížení je menší než $1,825 \cdot 10^6$ t/kolej (resp. menší než $5 \cdot 10^6$ t/kolej dle ČSN EN 1993-2)

Model zatížení 71

Bude násobeno $\alpha = 1,10$



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

2.3.2. Boční rázy

($\gamma_f=1,45$)

Osamělá síla v nejúčinnější poloze ve výšce temene kolejnic

$B = 100 \cdot \alpha = 121 \text{ kN}$, působí v úrovni temene kolejnic

2.3.3. Rozjezdové a brzdné síly

($\gamma_f=1,45$)

Vzhledem k délce konstrukce bude rozhodující rozjezdová síla

K účinku na nosnou konstrukci se nepřihlíží.

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

$Q_{lak} = 1,1 \cdot 33 \cdot 68 = 2468 > 1000 \text{ kN}$ / jednu kolej

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

$Q_{lbk} = 1,1 \cdot 20 \cdot 69 = 1518 \text{ kN}$ / jednu kolej

Brzdné síly jsou redukovány hodnotou 0,6 obdobně jako u mostů do 40 m dle ČSN EN 1991-2. Z výpočtu bezstykové koleje s tuhostí opěr bylo zjištěno, že by bylo možné snížit ještě více část brzdné síly, která se přenáší mostem do spodní stavby.

Rozjezdová síla: $Q_{lak} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ kN}$ / jednu kolej

Brzdná síla: LM-71 $Q_{lbk} = 0,6 \cdot 1518 = 910 \text{ kN}$ / jednu kolej

2.3.4. Zatížení teplotou

($\gamma_f = 1,5$)

Rovnoměrná složka teploty

Konstrukce: 1. typ

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

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

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

$T_{e,\min} = -33 - 3 = -36\text{ °C}$... min. teplota mostu

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

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

$T_{e,\min} = -36 - 10 = -46\text{ °C}$... min. teplota mostu

Nerovnoměrná složka teploty

Pro horní pás a diagonály ocelové konstrukce je uvažováno:

$\Delta T_1 = +15\text{ °C}$ oteplení horního povrchu

$\Delta T_1 = -16\text{ °C}$ ochlazení horního povrchu

Zatížení od bezстыkové koleje

Síly od bezстыkové koleje jsou do konstrukce přenášeny rovnoměrně a jejich vliv na nosnou konstrukci není tedy uvažován. Pro návrh ložisek a spodní stavby se uvažuje:

$F_{TK} = \pm 0,6 \text{ k L}$

$F_{TK} = \pm 0,6 \cdot 20 \cdot 69 = 828 \text{ kN}$ / jednu kolej

2.3.5. Zatížení neveřejných služebních chodníků

($\gamma_f = 1,5$)

Zatížení chodci a obecnou údržbou – rovnoměrné zatížení:

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

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

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

2.3.6. Třecí síly v ložiskách

(γ_f = shodné se svislou silou na ložisko)

Pro návrh nosné konstrukce se neuvažuje. Pro návrh podélně pevného ložiska a jeho podpory se uvažuje u kalotových ložisek pohyblivých koeficient tření 0,03.

2.3.7. Vykojení a jiná zatížení železničních mostů

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

2.3.8. Zatížení větrem $(\gamma_f = 1,5)$ **Zatížení větrem mostních konstrukcí**

(a) $d_{tot} =$	2.670	m	(a) $b/d_{tot} =$	2.5	Nezatížený most
(b) $d_{tot} =$	6.307	m	(b) $b/d_{tot} =$	1.1	Zatížený most
$b =$	6.750	m	(a) $c_{fx,0} =$	1.8	Nezatížený most
cca. $z =$	18	m	(b) $c_{fx,0} =$	2.2	Zatížený most

	b/d_{tot}	$z_e < 20$	$z_e = 50$
Nezat.	2.5	4.9	6.1
Zatížený	1.1	6.2	7.7

(a) $C =$ 4.90(b) $C =$ 6.19 $v_b = v_{b0} =$ 25 m/s $\rho =$ 1.25 kg/m³

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

(a) $F_w =$ **1.92** $\cdot A_{ref,x}$ (kN)(b) $F_w =$ **2.42** $\cdot A_{ref,x}$ (kN)

	h - prvku mm	Nezat. kN/m	Zatížený kN/m
vlak	4000		9.68
d. pás	1900	3.64	4.60
h.pás-01	970	1.86	2.35
h.pás-02	908	1.74	2.20
h.pás-03	803	1.54	1.94
h.pás-04	720	1.38	1.74
h.pás-05	657	1.26	1.59
h.pás-06	607	1.16	1.47
h.pás-07	570	1.09	1.38
diagonály	72	0.14	0.17
diagonály	220	0.42	0.53

Aerodynamická nestabilita závěsů

D=	72 mm	b=	0.072 m
A=	4069 mm ²	St=	0.18
I _y =	1.32E+06 mm ⁴	v _d =	25 m/s
E=	210 GPa	z=	15 m/s
q=	319 N/m ²	Φ _{i,y} (s)=	max. 1
m(s)=	32 kg/m		min. 0
		Φ _{i,y} (1/4)=	v 1/4 0.7
	kategorie terénu: III		
z ₀ =	0.3 m		
z _{min} =	5.0 m		
k _t =	0.22		
c _r (z)=	0.84	c ₀ (z)=	1.0 většinou
v _m (z)=	21 m/s	1.25*v _m (z)=	26.33

		1	2	3	4
l	m	3.022	5.473	7.340	8.512
u	mm	1.3	13.5	43.6	78.9
vetknuté n ₀		33.820	12.206	9.015	5.582
kloubové n ₀	Hz	15.86	4.83	2.69	2.00
n ₀		19.45	6.31	3.95	2.72
v _{crit} =	m/s	7.8	2.5	1.6	1.1
v_{crit} > 1.25v_m		Ne	Ne	Ne	Ne

Aerodynamická nestabilita závěsů nenastává

2.3.9. Roznos zatížení

Zatížení výpočetního modelu v těžišti desky mostovky

$u = 0$ mm
 $H3 = 2485$ mm
 $e = 0$ mm
 $Cq = 2578$ mm
 $b = 645$ 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
 $q'' = 0$ kN/m² (\pm) "mašle"
 $q_1 = 61$ kN/m²
 $q_2 = 61$ kN/m²
 $q_3 = 61$ kN/m²
 $q_4 = 61$ kN/m²

$q' = 31$ kN/m² rovnoměrné
 $q'' = 0$ kN/m² (\pm) "mašle"
 $q_1 = 31$ kN/m²
 $q_2 = 31$ kN/m²
 $q_3 = 31$ kN/m²
 $q_4 = 31$ kN/m²

Roznos pro návrh mostovky

střední
 Zatížení pražec
 $Q_{V2} = 125$ kN
 $Lq = 533$ mm

krajní
 Zatížení pražec
 $Q_{V2} = 62.5$ kN
 $Lq = 533$ mm

$q' = 91$ kN/m² rovnoměrné
 $q'' = 0$ kN/m² (\pm) "mašle"
 $q_1 = 91$ kN/m²
 $q_2 = 91$ kN/m²
 $q_3 = 91$ kN/m²
 $q_4 = 91$ kN/m²

$q' = 45$ kN/m² rovnoměrné
 $q'' = 0$ kN/m² (\pm) "mašle"
 $q_1 = 45$ kN/m²
 $q_2 = 45$ kN/m²
 $q_3 = 45$ kN/m²
 $q_4 = 45$ kN/m²

Boční rázy

Působící do LEVA

$H1 = 685$ mm
 střední
 Zatížení pražec
 $Q_{S1} = 50.0$ kN
 $Lq = 533$ mm

krajní
 Zatížení pražec
 $Q_{S2} = 25.0$ kN
 $Lq = 533$ mm

$q'' = -58$ kN/m² (\pm) "mašle"
 $q_1 = 44$ kN/m²
 $q_2 = 15$ kN/m²
 $q_3 = -15$ kN/m²

$q' = -29$ kN/m² (\pm) "mašle"
 $q_1 = 22$ kN/m²
 $q_2 = 7$ kN/m²
 $q_3 = -7$ kN/m²

$$q_4 = -44 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = -22 \text{ kN/m}^2$$

Působící do Prava

H2 = 685 mm
střední
Zatížení pražec

$$Q_{t2} = 50.0 \text{ kN}$$

$$L_q = 533 \text{ mm}$$

Zatížení krajní pražec

$$Q_{t2} = 25.0 \text{ kN}$$

$$L_q = 533 \text{ mm}$$

$$q'' = 58 \text{ kN/m}^2 (\pm) \text{ "mašle"}$$

$$q_1 = -44 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = -15 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 15 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = 44 \text{ kN/m}^2$$

$$q'' = 29 \text{ kN/m}^2 (\pm) \text{ "mašle"}$$

$$q_1 = -22 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = -7 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 7 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = 22 \text{ kN/m}^2$$

Vítr na pohyblivé zatížení

Působící do LEVA

$$H_4 = 2685 \text{ mm}$$

$$F_{W1} = -9.7 \text{ kN}$$

Působící do PRAVA

$$F_{W2} = 9.7 \text{ kN}$$

$$q'' = -24 \text{ kN/m}^2 (\pm) \text{ "mašle"}$$

$$q_1 = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = -6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = -18 \text{ kN/m}^2$$

$$q'' = 24 \text{ kN/m}^2 (\pm) \text{ "mašle"}$$

$$q_1 = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = -6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = 18 \text{ kN/m}^2$$

2.3.10. Aerodynamická nestabilita závěsů

$$D = 72 \text{ mm}$$

$$b = 0.072 \text{ m}$$

$$A = 4069 \text{ mm}^2$$

$$St = 0.18$$

$$I_y = 1.32E+06 \text{ mm}^4$$

$$v_d = 25 \text{ m/s}$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$z = 15 \text{ m/s}$$

$$q = 319 \text{ N/m'}$$

$$\Phi_{i,y}(s) = \text{max. } 1$$

$$m(s) = 32 \text{ kg/m}$$

$$\text{min. } 0$$

$$\Phi_{i,y}(1/4) = v_{1/4} \quad 0.7$$

kategorie terénu: III

$$z_0 = 0.3 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 5.0 \text{ m}$$

$$k_t = 0.22$$

$$c_r(z) = 0.84$$

$$c_0(z) = 1.0 \text{ většinou}$$

$$v_m(z) = 21 \text{ m/s}$$

$$1.25 \cdot v_m(z) = 26.33$$

		1	2	3	4
l	m	3.022	5.473	7.340	8.512
u	mm	1.3	13.5	43.6	78.9
vetknuté n_0		33.820	12.206	9.015	5.582
kloubové n_0	Hz	15.86	4.83	2.69	2.00
n_0		19.45	6.31	3.95	2.72
v_{crit}	m/s	7.8	2.5	1.6	1.1
$v_{crit} > 1.25v_m$		Ne	Ne	Ne	Ne

Kloub-kloub $\delta s = 0.006$ str. 116 $\rho = 1.25$ kg/m³
 $Sc = 59.2$ $K = 0.1$

		1	2	3	4	
λ	\square	42	76	102	118	
L_j/b		6.0	6.0	6.0	6.0	
$y_{f,max}/b$		0.01	0.00	0.00	0.00	
L_j	m	0.432	0.432	0.432	0.432	str.99
Kw		0.22	0.12	0.09	0.08	str. 101
Re		4.E+04	1.E+04	8.E+03	5.E+03	
$C_{lat,0}$		0.7	0.7	0.7	0.7	str. 98
$y_{f,max}$	m	0.001	0.000	0.000	0.000	
$F_{w(max)}$	N/m	279	16	5	2	
$F_{w(1/4)}$	N/m	197	12	3	1	

2.3.11. Rozhodující nebezpečné kombinace zatížení

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

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

Při posouzení průřezů jsou následně uvedeny vždy čísla těchto kombinací

3. Mostovka

3.1. Podélné výztuhy

Dynamický součinitel

$$L_d = 6.00 \text{ m}$$

$$\phi_2 = \frac{1.44}{(L_d)^{0.5-0.2}} + 0.82 = 1.46 \quad (1.00 < \phi_2 < 1.67)$$

$$\phi_3 = \frac{2.16}{(L_d)^{0.5-0.2}} + 0.73 = 1.69 \quad (1.05 < \phi_3 < 2.00)$$

Ohybové momenty jsou násobeny lokálním dynamickým součinitelem. Normálová síla v podélné výztuze vznikne od spolupůsobení s hlavním nosníkem tzn. je násobena globálním dynamickým součinitelem.

3.2. Řez mezi příčnými výztuhami

3.2.1. Průřezové charakteristiky

Vlivem spolupůsobení s hlavním nosníkem je celé výztuha v tomto řezu tažená

		t-výztuhy
$A_{sl} =$	0 mm ²	0 mm
$b_0 =$	225 mm	výška výztuhy
$t =$	14 mm	0 mm
$L_e =$	1700 mm	

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl}/(b_0 \cdot t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.132$$

$$\beta_1 = 0.899$$

$$\beta_2 = 0.554$$

$$\beta = 0.899$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{c,eff} = 6193 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} = 6106 \text{ mm}^2$$

$$b_{e1} = 218 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = 13.6 \text{ mm}$$

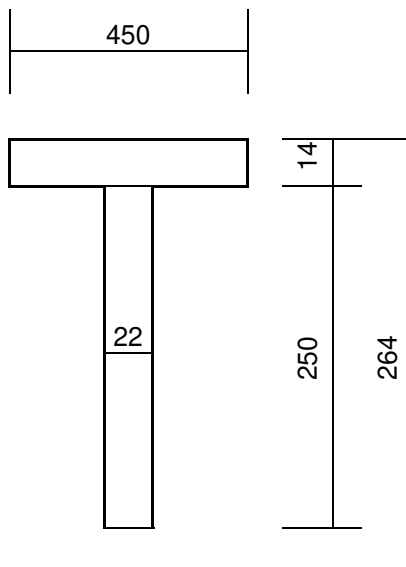
Mezní stav použitelnosti a únavy

$$b_{\text{eff}} = \beta \cdot b_0$$

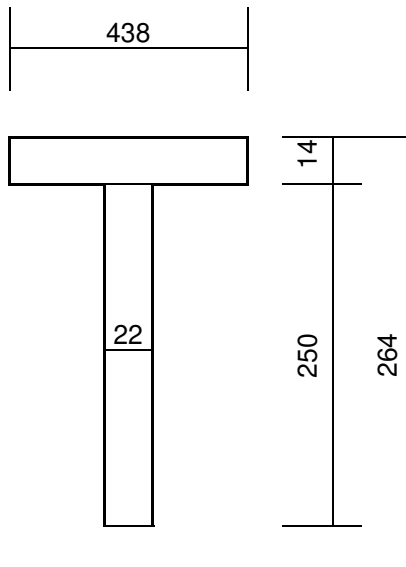
$$b_{\text{eff}} = 199 \quad \text{mm}$$

Mezní stav únosnosti**Průřezové charakteristiky**

A	11800	mm ²
A _v	5500	mm ²
S _z	8.086E+05	mm ³
e _h	69	mm
c _z = e _d	195	mm
x	-8	mm
I _y	7.991E+07	mm ⁴
I _z	1.065E+08	mm ⁴
i _y	82	mm
i _z	95	mm
W _{el,y,h}	1.166E+06	mm ³
W _{el,y,d}	4.088E+05	mm ³
W _{el,z,h}	4.735E+05	mm ³
W _{el,z,d}	9.685E+06	mm ³

**Únava****Průřezové charakteristiky**

A	11632	mm ²
A _v	5500	mm ²
S _z	8.074E+05	mm ³
e _h	69	mm
c _z = e _d	195	mm
x	-4	mm
I _y	7.927E+07	mm ⁴
I _z	9.825E+07	mm ⁴
i _y	83	mm
i _z	92	mm
W _{el,y,h}	1.142E+06	mm ³
W _{el,y,d}	4.074E+05	mm ³
W _{el,z,h}	4.486E+05	mm ³
W _{el,z,d}	8.932E+06	mm ³



3.2.2. Vnitřní síly

Průřez pro mezní stav únosnosti.

Charakteristické hodnoty								
		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.35				121.2	0.0	0.8
Předpětí	G_{k1b}	1.35				-7.3	-0.1	-0.3
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.35				212.4	0.0	4.2
Vlak LM-71	Q_{71}	1.45	1.69	1.11	1.1	212.2	0.4	12.6
Vlak LM-71	Q_{71min}	1.45	1.69	1.11	1.1	77.9	-0.4	-4.6
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	43.8	-0.1	0.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	-0.3	-0.1	0.5
Vítr	X_w	1.50				3.8	0.0	0.2
Teplota	X_t	1.50				5.3	0.1	0.4

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	882	0	42

Průřez pro mezní stav únavy

Charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Vlak LM-71	Q_{71}	1.00	1.46	1.08	1	212.2	0.4	12.6
Vlak LM-71	Q_{71min}	1.00	1.46	1.08	1	77.9	-0.4	-4.6

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Vlak LM-71	Q_{71}	229.2	0.5	18.4
Vlak LM-71	Q_{71min}	84.2	-0.6	-6.7

3.2.3. Mezní stav únosnosti

Horní vlákna		Dolní vlákna	
OcelS355		OcelS355	
$f_y =$	355MPa	$f_y =$	345MPa
$f_u =$	470MPa	$f_u =$	470MPa
$\gamma_{M0} =$	1.00		
$f_{yd} =$	355.00MPa	$f_{yd} =$	345.00MPa

Ohybová únosnost průřezu

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

V horních vláknech průřezu

$$\begin{array}{rcl} \eta_1 = & -0.452 & + 0.105 \\ \hline \eta_1 = & 0.347 & < 1.0 \\ & \text{VYHOVÍ} & \end{array}$$

V dolních vláknech průřezu

$$\begin{array}{rcl} \eta_1 = & 0.465 & + 0.302 \\ \hline \eta_1 = & 0.767 & < 1.0 \\ & \text{VYHOVÍ} & \end{array}$$

Zatížitelnost **$Z_{UIC}=1,62$** **3.2.4. Mezní stav únavy**

Lokální	Globální	
$\lambda_1 = 1.46$	$\lambda_1 = 0.62$	Standartní doprava - EC Mix
$\lambda_2 = 0.72$	$\lambda_2 = 0.72$	tzn. do $5 \cdot 10^6$ t/kolej
$\lambda_3 = 1$	$\lambda_3 = 1$	doba životnosti 100 let
$\lambda_4 = 1$	$\lambda_4 = 1$	
$\lambda = 1.05$	$\lambda = 0.45$	$\gamma_{Mf} = 1.15$
$e_N =$	-4 mm	

bod A – Výřez nad montážním stykem kat. 71

bod D – Montážní svar podélné výztuhy - ZABROUSIT kat. 90

			A	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa
LOK 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-13.9	45.6
GLO 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	9.2	9.2
			-4.7	54.8
LOK 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	5.6	-18.4
GLO 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	3.4	3.4
			9.0	-15.0
			13.7	69.9
			t	22
Vyžaduje det. výpočet ks			ne	ne
			ks	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$			71	71
$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$			61.7	78.3
$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$			Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.22	0.89

V mezním stavu únavy průřez vyhovuje s využitím 89%.

3.3. Podélná výztuha nad příčnickem

3.3.1. Průřezové charakteristiky

t-výztuhy

$A_{sl} = 0 \text{ mm}^2$ 0 mm
 $b_0 = 230 \text{ mm}$ výška výztuhy
 $t = 14 \text{ mm}$ 0 mm
 $L_e = 1005 \text{ mm}$

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl} / (b_0 * t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 * b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.229$$

Ohybový
moment



$$\beta_1 = 0.749$$

$$\beta_2 = 0.409$$

$$\beta = 0.409$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{\text{c,eff}} = 3220 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{eff}} = 2624 \text{ mm}^2$$

$$b_{\text{e1}} = 187 \text{ mm}$$

$$t_{\text{eff}} = 11.4 \text{ mm}$$

Mezní stav použitelnosti a únavy

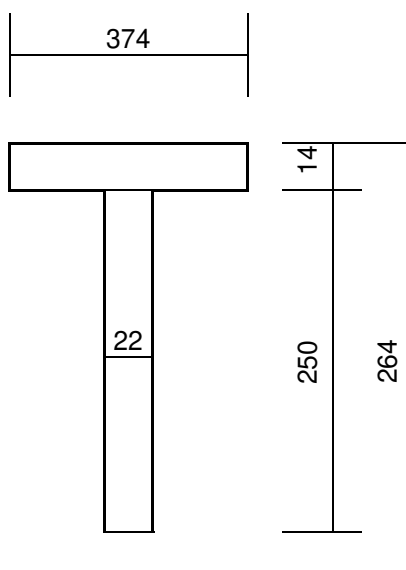
$$b_{\text{eff}} = \beta * b_0$$

$$b_{\text{eff}} = 94 \text{ mm}$$

Mezní stav únosnosti

Průřezové charakteristiky

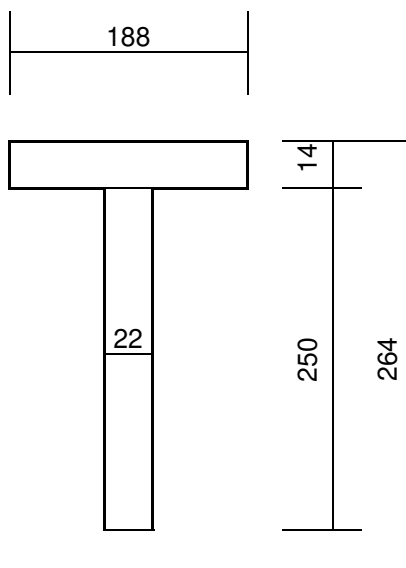
A	10736	mm ²
A _v	5500	mm ²
S _z	8.012E+05	mm ³
e _h	75	mm
c _z = e _d	189	mm
x	17	mm
I _y	7.547E+07	mm ⁴
I _z	6.125E+07	mm ⁴
i _y	84	mm
i _z	76	mm
W _{el,y,h}	1.011E+06	mm ³
W _{el,y,d}	3.985E+05	mm ³
W _{el,z,h}	3.276E+05	mm ³
W _{el,z,d}	5.569E+06	mm ³



Únava

Průřezové charakteristiky

A	8132	mm ²
A _v	5500	mm ²
S _z	7.829E+05	mm ³
e _h	96	mm
c _z = e _d	168	mm
x	77	mm
I _y	5.971E+07	mm ⁴
I _z	7.974E+06	mm ⁴
i _y	86	mm
i _z	31	mm
W _{el,y,h}	6.201E+05	mm ³
W _{el,y,d}	3.560E+05	mm ³
W _{el,z,h}	8.483E+04	mm ³
W _{el,z,d}	7.249E+05	mm ³



3.3.2. Vnitřní síly

Charakteristické hodnoty						N	V _z	My
		γ _F	Lok φ ₃	Dlo φ ₃	α	[kN]	[kN]	[kNm]
Stálé zatížení	G _{k1}	1.35				122.0	-0.8	-0.3
Předpětí	G _{k1b}	1.00				-6.5	0.1	-0.4
Ostatní trvalé zatížení	G _{k2}	1.35				196.8	-5.8	-2.7
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.45	1.69	1.11	1.1	106.9	-26.0	-13.7
Vlak LM-71	Q _{71min}	1.45	1.69	1.11	1.1	143.1	5.3	8.9
Rozjezdové a brzdné síly	Q _{lak}	1.45			1.1	31.7	-0.1	0.0
Boční rázy	X _{Sk}	1.45			1.1	0.6	-1.1	-0.4
Vítr	X _w	1.50				7.4	0.0	-0.2
Teplota	X _t	1.50				-11.0	0.0	-0.7

Maximální návrhové hodnoty
zatížení

komb. č.	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]
1	656	-57	-43

Únava

		γ _F	Lok φ ₂	Glo φ ₂	α	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.46	1.08	1	106.9	-26.0	-13.7
Vlak LM-71	Q _{71min}	1.00	1.46	1.08	1	143.1	5.3	8.9

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	115.5	-38.0	-20.0
Vlak LM-71	Q _{71min}	154.5	7.7	13.0

3.3.3. Mezní stav únosnosti

Horní vlákna

Dolní vlákna

OcelS355

OcelS355

f_y= 355MPaf_y= 345MPaf_u= 470MPaf_u= 470MPaγ_{M0}= 1.00f_{yd}= 355.00MPaf_{yd}= 345.00MPae_N= -7 mmOhybová únosnost průřezu

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

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.382 + 0.134$$

$$\eta_1 = 0.517 < 1.0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = -0.394 + 0.351$$

$$\eta_1 = 0.043 < 1.0$$

VYHOVÍ

Zatížitelnost je rozhodující u řezu 1

3.3.3.1. Krční svary podélné výztuhyNávrh **a = 4 mm**

$$\begin{aligned}
 f_u &= 510 \text{ MPa} \\
 \gamma_{M2} &= 1.25 \\
 \beta_w &= 0.9 \\
 f_{vw,d} &= f_u / (3^{0.5} \beta_w \gamma_{M2}) \\
 &= 261.7 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

návrhová pevnost svaru ve smyku

$$\begin{aligned}
 V_{Sd} &= \mathbf{93.0} \text{ kN} \\
 S_{yi} &= 3.541\text{E}+05 \text{ mm}^3 \\
 I_{yi} &= 7.547\text{E}+07 \text{ mm}^4 \\
 \text{výška svaru } a &= 4 \text{ mm} \\
 \tau_{||} &= 54.5 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

posouzení

$$\begin{aligned}
 \tau_{||} &< f_{vw,d} \\
 54.5 &< 261.7 \quad \mathbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

3.3.3.2. Svar přípoje podélné výztuhy a příčnickuNávrh **a = 5 mm**

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{Mw}} = \frac{510 / \sqrt{3}}{0.9 * 1.25} = 261 \text{ MPa}$$

$$V_{Sd} = 93 \text{ kN}$$

$$A_v = 141 * 2 * 5 = 1410 \text{ mm}^2$$

$$W_w = I_y / 485 = 7.787 \text{ e}+6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{||} = V_{sd} / A_v$$

$$\tau_{||} = 93\text{e}+3 / 1410$$

$$\tau_{||} = 66 \text{ MPa} < f_{vw,d}$$

 σ_{ED} - Napětí ve stěně příčnicku

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_{ED}}{\sqrt{2}} = 41 / 1.414 = 29 \text{ MPa}$$

$$\tau_{||} = 66.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = 29.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = 29.0 \text{ MPa}$$

posouzení

$$\tau_{||} < f_{vw,d}$$

$$66.0 < 261.7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

srovnávací napětí

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 +$$

$$3\tau^2)^{0.5} < f_u / (\beta_w \gamma_{M2})$$

$$128.2 < 453.3 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{\perp} < f_u / \gamma_{M2}$$

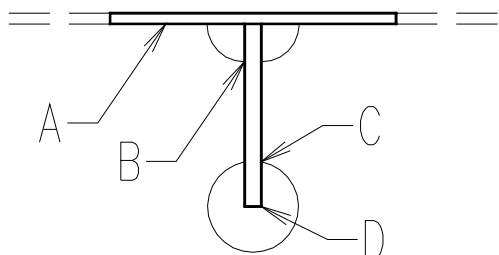
$$29.0 < 408.0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Pro posouzení svaru je rozhodující mezní stav únavy svaru, protože je součástí jak podélné výztuhy, tak příčné výztuhy.

3.3.4. Mezní stav únavy

Lokální	Globální	
$\lambda_1 = 1.46$	$\lambda_1 = 0.62$	Standartní doprava - EC Mix
$\lambda_2 = 0.72$	$\lambda_2 = 0.72$	tzn. do $5 \cdot 10^6$ t/kolej
$\lambda_3 = 1$	$\lambda_3 = 1$	doba životnosti 100 let
$\lambda_4 = 1$	$\lambda_4 = 1$	
$\lambda = 1.05$	$\lambda = 0.45$	$\gamma_{Mf} = 1.15$

$$e_N = -28 \text{ mm}$$



A	- Přivaření plechu mostovky	kat. 80
B, C,	- Přivaření stěny příčnicku $t \leq 12 \text{ mm}$	kat. 80
D	- Základní materiál	kat. 125

			A	B	C	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa	MPa	MPa
LOK1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	29.3	9.0	-47.6	-67.9

GLO 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	5.9	5.9	5.9	5.9
	<input type="checkbox"/>		35.1	14.9	-41.8	-62.0
LOK2	<input type="checkbox"/>		-11.4	-3.5	18.6	26.5
GLO 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	7.9	7.9	7.9	7.9
	<input type="checkbox"/>		-3.6	4.3	26.4	34.3
	$\Delta\sigma_{E,2}$		38.7	10.5	68.2	96.3
	t		14	22	22	22
Vyžaduje det. výpočet ks			ne	ne	ne	ne
	ks		1.00	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa		80	80	80	125
	$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$		69.6	69.6	69.6	108.7
	$\gamma_{Fi} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$		Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.56	0.15	0.98	0.89

V mezním stavu únavy průřez vyhovuje s využitím 98%.

3.4. Příčné výztuhy

Dynamický součinitel

$$L_d = 12.0 \text{ m}$$

$$\phi_2 = \frac{1.44}{(L_d)^{0.5-0.2}} + 0.82 = 1.26 \quad (1.00 < \phi_2 < 1.67)$$

$$\phi_3 = \frac{2.16}{(L_d)^{0.5-0.2}} + 0.73 = 1.39 \quad (1.05 < \phi_3 < 2.00)$$

3.4.1. Průřezové charakteristiky

Boulení panelů nedochází mostovka je držena podélnými výztuhami

3.4.1.1. Průřez 1/2 rozpětí

Příčnick v poli

		t-výztuhy
$A_{sl} =$	0 mm ²	0 mm
$b_0 =$	1000 mm	výška výztuhy
$t =$	14 mm	0 mm
$L_e =$	6150 mm	

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl}/(b_0 \cdot t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.163$$

Ohybový
moment

kladný ▼

$$\beta_1 = 0.855$$

$$\beta_2 = 0.499$$

$$\beta = 0.855$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{c,eff} = 14000 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} = 13649 \text{ mm}^2$$

$$b_{e1} = 975 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = 13.6 \text{ mm}$$

Mezní stav použitelnosti a únavy

$$b_{\text{eff}} = \beta \cdot b_0$$

$$b_{\text{eff}} = 855 \quad \text{mm}$$

Mezní stav použitelnosti a únavy

$$b_{\text{eff}} = \beta \cdot b_0$$

$$b_{\text{eff}} = 854 \quad \text{mm}$$

Mezní stav únosnosti

A	43052	mm ²
A _v	7968	mm ²
S _z	8.254E+06	mm ³
e _h	192	mm
c _z = e _d	508	mm
x	-474	mm
I _y	3.322E+09	mm ⁴
I _z	8.809E+09	mm ⁴
i _y	278	mm
i _z	452	mm
W _{el,y,h}	1.733E+07	mm ³
W _{el,y,d}	6.535E+06	mm ³
W _{el,z,h}	9.008E+06	mm ³
W _{el,z,d}	5.034E+07	mm ³
W _{pl,y}	5.175E+06	mm ³
W _{pl,z}	1.409E+07	mm ³

1956
14
12
664
700
22
350

Mezní stav únavy

A	39580	mm ²
A _v	7968	mm ²
S _z	8.230E+06	mm ³
e _h	208	mm
c _z = e _d	492	mm
x	-330	mm
I _y	3.193E+09	mm ⁴
I _z	5.892E+09	mm ⁴
i _y	284	mm
i _z	386	mm
W _{el,y,h}	1.536E+07	mm ³
W _{el,y,d}	6.488E+06	mm ³
W _{el,z,h}	6.899E+06	mm ³
W _{el,z,d}	3.367E+07	mm ³
W _{pl,y}	6.594E+06	mm ³

1708
14
12
664
700
22
350

$W_{pl,z}$	1.091E+07	mm ³
------------	-----------	-----------------

3.4.1.2. Průřez ve vetknutí

$A_{sl}=$	0 mm ²	t-výztuhy	0 mm
$b_0=$	1000 mm	výška výztuhy	
$t=$	14 mm		0 mm
$L_e=$	1537.5 mm		

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl}/(b_0 \cdot t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.650$$

Ohybový
moment

záporný ▼

$$\beta_1 = 0.270$$

$$\beta_2 = 0.179$$

$$\beta = 0.179$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{c,eff} = 14000 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} = 4579 \text{ mm}^2$$

$$b_{e1} = 327 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = 4.6 \text{ mm}$$

Mezní stav použitelnosti a únavy

$$b_{eff} = \beta \cdot b_0$$

$$b_{eff} = 179 \text{ mm}$$

Dolní pásnice

$A_{sl}=$	0 mm ²	t-výztuhy	0 mm
$b_0=$	175 mm	výška výztuhy	
$t=$	22 mm		0 mm
$L_e=$	1512.5 mm		

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl}/(b_0 \cdot t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.116$$

Ohybový
moment



$$\beta_1 = 0.921$$

$$\beta_2 = 0.590$$

$$\beta = 0.590$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{c,eff} = 3850 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} = 3622 \text{ mm}^2$$

$$b_{e1} = 165 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = 20.7 \text{ mm}$$

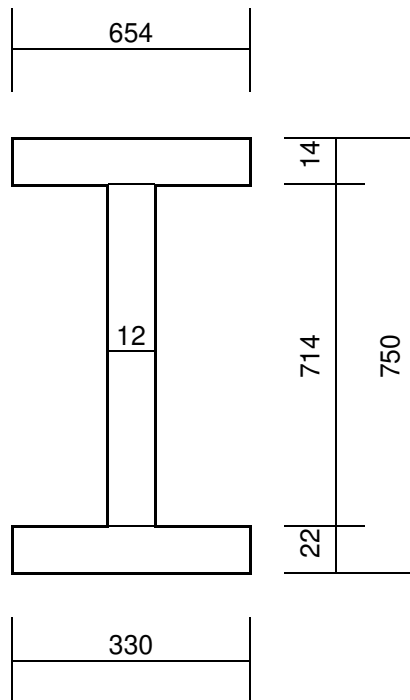
Mezní stav použitelnosti a únavy

$$b_{eff} = \beta \cdot b_0$$

$$b_{eff} = 103 \text{ mm}$$

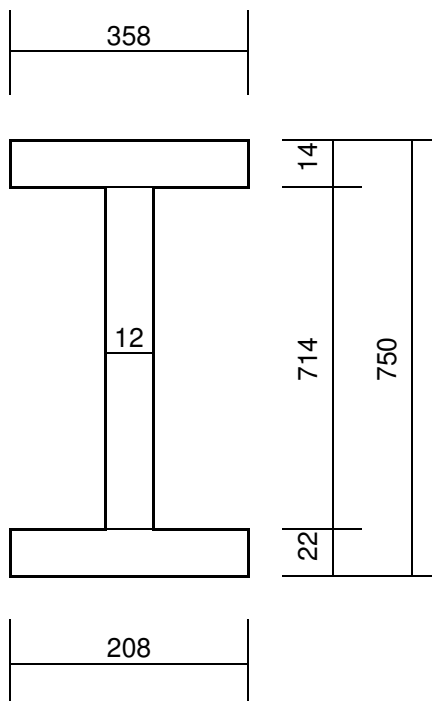
Mezní stav únosnosti

A	24984	mm ²
A _v	8568	mm ²
S _z	8.608E+06	mm ³
e _h	345	mm
c _z = e _d	405	mm
x	283	mm
I _y	2.543E+09	mm ⁴
I _z	3.923E+08	mm ⁴
i _y	319	mm
i _z	125	mm
W _{el,y,h}	7.382E+06	mm ³
W _{el,y,d}	6.273E+06	mm ³
W _{el,z,h}	1.200E+06	mm ³
W _{el,z,d}	2.378E+06	mm ³
W _{pl,y}	7.460E+06	mm ³
W _{pl,z}	2.122E+06	mm ³



Únava

A	18156	mm ²
A _v	8568	mm ²
S _z	6.595E+06	mm ³
e _h	363	mm
c _z = e _d	387	mm
x	347	mm
I _y	1.647E+09	mm ⁴
I _z	7.013E+07	mm ⁴
i _y	301	mm
i _z	62	mm
W _{el,y,h}	4.534E+06	mm ³
W _{el,y,d}	4.259E+06	mm ³
W _{el,z,h}	3.918E+05	mm ³
W _{el,z,d}	6.743E+05	mm ³
W _{pl,y}	5.034E+06	mm ³
W _{pl,z}	7.122E+05	mm ³

**3.4.2. Vnitřní síly****3.4.2.1. Průřez ½ rozpětí**

Charakteristické hodnoty

		γ _F	Lok φ ₃	Glo φ ₃	α	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	My _{,Hl.n.} [kNm]
Stálé zatížení	G _{k1}	1.35				1	-3	30	-0.7
Ostatní trvalé zatížení	G _{k2}	1.35				0	-14	133	-0.8
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.45	1.39	1.11	1.1	14	-56	365	17.1
Vlak LM-71	Q _{71min}	0.00	1.39	1.11	1.1	0	0	0	0.0
Rozjezdové a brzděné síly	Q _{lak}	1.45			1.1	-1	0	0	-1.3
Boční rázy	X _{Sk}	1.45			1.1	-4	-18	-4	0.2
Vítr	X _w	1.50				-8	-12	-2	-1.3
Teplota	X _t	1.50				-4	0	1	3.7
Revizní chodník	X _{ch}	1.50				0	0	3	0.1

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	M _z [kNm]
4	9	-164	1059	-1

Únava

		γ _F	Lok φ ₂	Glo φ ₂	α	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	M _{Hl.n.} [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.26	1.08	1	13.9	-55.6	365.1	17

Návrhové hodnoty

		N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _{Hl.n.} [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	17.5	-1.6	-70.0	460.1	18.5

3.4.2.2. Průřez ve vetknutí

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _{Hl.n.} [kNm]
Stálé zatížení	G _{k1}	1.35				0	-13	-15	0	-9	-1
Ostatní trvalé zatížení	G _{k2}	1.35				2	-17	-67	-2	-11	-1
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.45	1.39	1.11	1.1	-22	-46	-161	20	-30	17
Vlak LM-71	Q _{71min}	0.00	1.39	1.11	1.1						0
Rozjezdové a brzdné síly	Q _{lak}	1.45			1.1	0	-11	2	0	-7	-1
Boční rázy	X _{Sk}	1.45			1.1	-2	0	9	2	0	0
Vítr	X _w	1.50				-13	-67	15	12	-41	-1
Teplota	X _t	1.50				-45	37	17	40	-19	4
Revizní chodník	X _{ch}	1.50				0	-2	-3	0	-1	0

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	-95	-227	-417	124	-166

Únava

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _{Hl.n.} [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.26	1.08	1	32.3	17.9	128.7	-29.3	9.7	17
Vlak LM-71	Q _{71min}	1.00	1.26	1.08	1	-21.7	-46.2	-19.6	19.8	-29.6	17

3.4.3. Mezní stav únosnosti

3.4.3.1. Průřez ½ rozpětí

Horní vlákna

Ocel S355

f_y= 345 MPaf_u= 470 MPaγ_{M0}= 1.00

Dolní vlákna

Ocel S355

f_y= 345 MPaf_u= 470 MPa

$$e_N = -3 \text{ mm}$$

Použité vzorce pro posouzení průřezů

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

$$\tau = \frac{V_{Sd} * S}{I_y * t}$$

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

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = -0.001 \quad 0.177$$

$$\eta_1 = 0.177 < 1.0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.001 \quad + \quad 0.470$$

$$\eta_1 = 0.470 < 1.0$$

VYHOVÍ

Smyková únosnost průřezu

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

$$V_{pl,Rd} = 1587 \text{ kN} < V_{Sd}$$

$$1587 < 163.90 \text{ kN}$$

VYHOVÍ

$$\frac{V_{Sd}}{V_{pl,Rd}} = -0.103$$

$$0.103 < 0.5$$

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

Zatížitelnost v poli **Z_{UIC}=2,6**

3.4.3.2. Průřez ve vetknutí

Horní vlákna	Dolní vlákna
Ocel S355	Ocel S355
$f_y = 355 \text{ MPa}$	$f_y = 345 \text{ MPa}$
$f_u = 470 \text{ MPa}$	$f_u = 470 \text{ MPa}$
$\gamma_{M0} = 1.10$	

Ohybová únosnost průřezu

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

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.012 \quad 0.058 \quad + \quad 0.433$$

$$\eta_1 = 0.504 < 1,0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = -0.012 \quad + \quad 0.071 \quad + \quad 0.225$$

$$\eta_1 = 0.283 < 1,0$$

VYHOVÍ

Zatížitelnost ve vetknutí **$Z_{UIC}=3,9$**

3.4.4. Mezní stav únavy

3.4.4.1. Průřez 1/2 rozpětí

A - Příčný jednostranný tupý svar na podložce

kat. 71

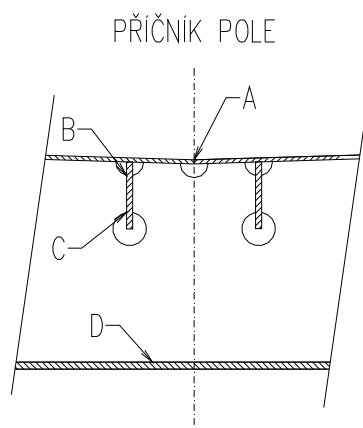
B, C - Spoj průběžné podélné výztuhy k příčníku

kat. 56

$$\Delta\sigma_{eq} = \frac{1}{2} \left(\Delta\sigma + \sqrt{\Delta\sigma^2 + 4\Delta\tau^2} \right)$$

D - Oboustranný koutový svar

kat. 100



Lokální

Globální

$$\lambda_1 = 1.07$$

$$\lambda_1 = 0.62$$

Standartní doprava - EC Mix

$$\lambda_2 = 0.72$$

$$\lambda_2 = 0.72$$

tzn. $15 \cdot 10^6$ t/kolej

$$\lambda_3 = 1$$

$$\lambda_3 = 1$$

doba životnosti 100 let

$$\lambda_4 = 1$$

$$\lambda_4 = 1$$

$$\lambda = 0.77$$

$$\lambda = 0.45$$

$$\gamma_{Mf} =$$

$$1.15$$

$$e_N =$$

$$-19 \text{ mm}$$

		$\Delta\tau_{E,2}$
		MPa
$\Delta\tau_{E,2}$		19.27
	t	12
Vyžaduje det. výpočet ks		ne
	ks	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa	80
$(\Delta\sigma_c \cdot ks) / \gamma_{Mf}$		69.57
$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c \cdot ks) / \gamma_{Mf}$		Vyhoví
Využití		0.28

			A	B	C	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa	MPa	MPa
LOK 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-21.5	-16.0	0.7	52.1

LOK 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	0.0	0.0	0.0	0.0
GLO 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-0.5	-0.3	0.0	-1.1
GLO 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	0.0	0.0	0.0	0.0
	$\Delta\sigma_{E,2}$		22.0	16.3	0.7	53.3
	t		14	12	12	25
Vyžaduje det. výpočet ks			ne	ne	ne	ne
	ks		1.00	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa		71	36	36	100
	$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$		61.7	31.3	31.3	87.0
	$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$		Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.36	0.52	0.02	0.61

		A	B	C	D
		$\Delta\sigma_{E,2}$	$0.5 * (\Delta\sigma_{E,2} + (\Delta\sigma_{E,2}^2 + 4 * \Delta\tau_{E,2}^2)^{0.5})$		$\Delta\sigma_{E,2}$
		MPa	MPa	MPa	MPa
	MPa	21.98	29.07	19.28	53.27
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa	71	56	56	100
	$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$	61.74	48.70	48.70	86.96
	$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití průřezu		0.36	0.60	0.40	0.61

V mezním stavu únavy průřez vyhovuje

3.4.4.2. Průřez ve vetknutí

S ohledem na fakt, že pro výpočet únavy má velký vliv moment na měkkou osu M_z , který způsobuje střídavé napětí v krajních vláknech horní pásnice, Tento moment je pro výpočet v místě průběžného mostkového plechu těžko postihnuteľný, s ohledem na fakt, že je počítán ze šířky desky mostovky 2,0 m. Pro výpočet napětí v horních vláknech není uvažováno smykové uchabnutí průřezu mostovky. Vzhledem k tomu, že jsou rozhodující napětí v dolní pásnici, je tento postup akceptovatelný.

$A_{\text{eff}}=$	18156 mm ²	$h=$	750 mm	$c_z=$	387 mm
$A_v=$	8568 mm ²	$c_{z,\text{eff}}=$	387 mm	Příčný moment bez ochabnutí	
$I_{y,\text{eff}}=$	1.65E+09 mm ⁴	$e_N=$	0 mm	$b_h=$	358 mm
$I_{z,\text{eff}}=$	7.01E+07 mm ⁴	$t_w=$	12 mm	$b_d=$	208 mm
$i_{y,\text{eff}}=$	301 mm	$h_w=$	714 mm	$W_{\text{eff},z,h}=$	9.41E+06 mm ³
$i_{z,\text{eff}}=$	62 mm	$t_{\text{mostovka}}=$	14 mm	$W_{\text{eff},z,D}=$	6.74E+05 mm ³
$W_{\text{eff},y,h,A}=$	4.72E+06 mm ³	bod A - Příčný svar desky mostovky			
$W_{\text{eff},y,d,B}=$	5.50E+06 mm ³	$h_A=$	736 mm		
$W_{\text{eff},y,C}=$	5.23E+06 mm ³	bod B - Stěna příčnicku			

$W_{\text{eff,y,D}}=$	4.26E+06 mm ³	$h_B=$	686 mm
svar	5 mm	bod C - Stěna příčnicku	
výška svaru	140 mm	$h_C=$	72 mm
$A_W=$	2800 mm ²	bod D - Příčný svar dolní pásnice	
		$h_D=$	0 mm

Lokální	Globální	
$\lambda_1=1.07$	$\lambda_1=0.62$	Standartní doprava - EC Mix
$\lambda_2=0.72$	$\lambda_2=0.72$	tzn. 5*10 ⁶ t/kolej
$\lambda_3=1$	$\lambda_3=1$	doba životnosti 100 let
$\lambda_4=1$	$\lambda_4=1$	
$\lambda=0.77$	$\lambda=0.45$	$\gamma_{Mf}= 1.15$

			A	B	C	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa	MPa	MPa
LOK 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	6.0	5.2	-5.4	-6.7
LOK 1 Mz	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	1.0			-13.9
GLO 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-1.8	-1.5	-1.6	1.9
LOK 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-4.1	-3.5	3.7	4.5
LOK 2Mz	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-3.1			42.6
GLO 2	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	-1.8	-1.5	-1.6	1.9
	$\Delta\sigma_{E,2}$		14.1	11.7	12.3	67.7
	t		14	12	12	22
Vyžaduje det. výpočet ks			ne	ne	ne	ne
	ks		1.00	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$			80	36	36	80
$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$			69.6	31.3	31.3	69.6
$\gamma_{Fi} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$			Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.20	0.37	0.39	0.97

V mezním stavu únavy průřez vyhovuje s využitím 97%.

3.5. Podporový příčník - zvedání z ložisek

3.5.1. Průřezové charakteristiky

Horní pásnice

$A_{sl} = 0 \text{ mm}^2$ 0 mm
 $b_0 = 500 \text{ mm}$ výška výztuhy
 $t = 25 \text{ mm}$ 0 mm
 $L_e = 5500 \text{ mm}$

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl}/(b_0 \cdot t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.091$$

Ohybový
moment

záporný ▼

$$\beta_1 = 0.950$$

$$\beta_2 = 0.653$$

$$\beta = 0.653$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{c,eff} = 12500 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} = 12024 \text{ mm}^2$$

$$b_{e1} = 481 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = 24.0 \text{ mm}$$

Dolní pásnice

$A_{sl} = 0 \text{ mm}^2$ 0 mm
 $b_0 = 340 \text{ mm}$ výška výztuhy
 $t = 40 \text{ mm}$ 0 mm
 $L_e = 5500 \text{ mm}$

$$\alpha_0 = [1 + A_{sl}/(b_0 \cdot t)]^{0.5}$$

$$\alpha_0 = 1.000$$

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_e$$

$$\kappa = 0.062$$

Ohybový
moment



$$\beta_1 = 0.976$$

$$\beta_2 = 0.747$$

$$\beta = 0.747$$

Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti

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

$$A_{\text{c,eff}} = 13600 \text{ mm}^2$$

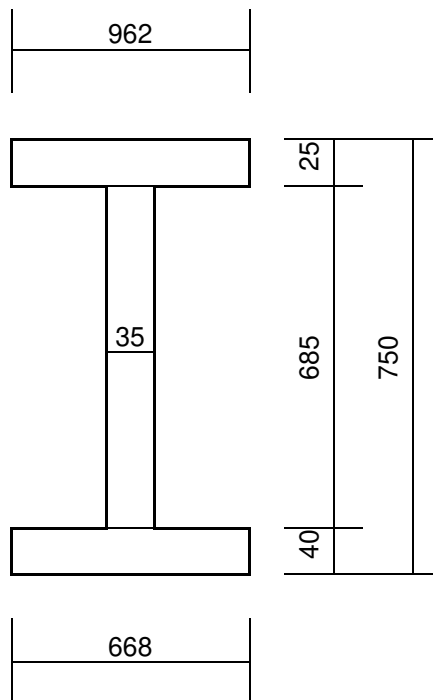
$$A_{\text{eff}} = 13357 \text{ mm}^2$$

$$b_{\text{e1}} = 334 \text{ mm}$$

$$t_{\text{eff}} = 39.3 \text{ mm}$$

1. MS

A	74745	mm ²
A _v	23975	mm ²
S _z	2.862E+07	mm ³
e _h	383	mm
c _z = e _d	367	mm
x	396	mm
I _y	7.467E+09	mm ⁴
I _z	2.851E+09	mm ⁴
i _y	316	mm
i _z	195	mm
W _{el,y,h}	1.950E+07	mm ³
W _{el,y,d}	2.034E+07	mm ³
W _{el,z,h}	5.927E+06	mm ³
W _{el,z,d}	8.535E+06	mm ³
W _{pl,y}	2.228E+07	mm ³
W _{pl,z}	1.046E+07	mm ³



3.5.2. Posouzení průřezu

Ocel S355

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

$$f_u = 470 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

Redukce f_y

$$\rho = 0.15346$$

$$\text{redukce } f_y = 0.84654$$

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.139 \quad 0.533 \quad + \quad 0.134$$

$$\eta_1 = 0.806 < 1,0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = -0.139 \quad + \quad 0.511 \quad + \quad 0.093$$

$$\eta_1 = 0.465 < 1,0$$

VYHOVÍ

Smyková únosnost průřezu

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

$$V_{pl,Rd} = 4078 \text{ kN} > V_{Sd}$$

$$4078 > 2838.00 \text{ kN}$$

VYHOVÍ

$$\frac{V_{Sd}}{V_{pl,Rd}} = 0.696$$

$$0.696 > 0.5$$

Účinek smykového napětí při ohybu NENÍ zanedbatelný je třeba posoudit interakci normálového a smykového napětí.

3.6. Podporový příčník – v provozním stavu

Vzhledem k deskovému působení desky mostovky, jsou vnitřní síly odečteny z prutové části průřezu. Napětí v desce mostovky jak následně odečteno z výpočetního modelu.

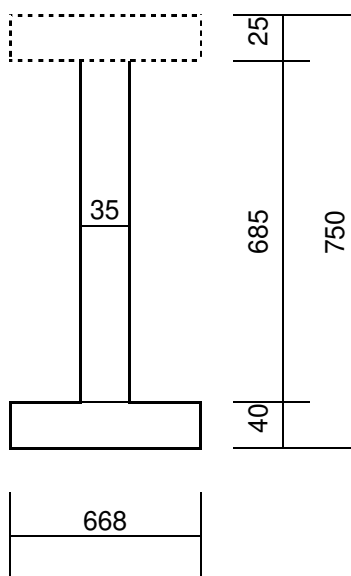
3.6.1. Průřez ve vetknutí

3.6.1.1. Průřezové charakteristiky

Průřez ve vetknutí

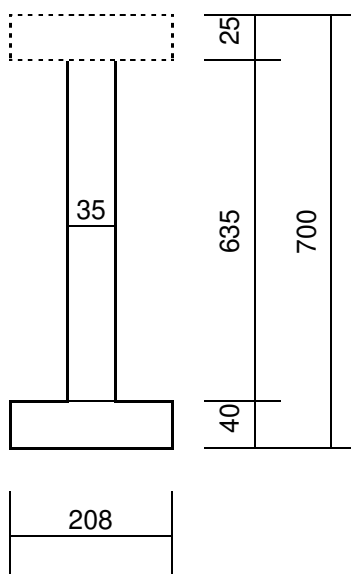
Mezní stav únosnosti

A	51570	mm ²
A _v	23975	mm ²
S _z	2.833E+07	mm ³
e _h	549	mm
c _z =e _d	201	mm
x	736	mm
I _y	2.858E+09	mm ⁴
I _z	9.961E+08	mm ⁴
i _y	235	mm
i _z	139	mm
W _{el,y,h}	5.203E+06	mm ³
W _{el,y,d}	1.424E+07	mm ³
W _{el,z,h}	5.692E+07	mm ³
W _{el,z,d}	2.982E+06	mm ³
W _{pl,y}	9.331E+06	mm ³
W _{pl,z}	4.680E+06	mm ³



Únava

A	31420	mm ²
A _v	22225	mm ²
S _z	1.328E+07	mm ³
e _h	423	mm
c _z =e _d	277	mm
x	448	mm
I _y	1.589E+09	mm ⁴
I _z	3.235E+07	mm ⁴
i _y	225	mm
i _z	32	mm
W _{el,y,h}	3.759E+06	mm ³
W _{el,y,d}	5.730E+06	mm ³
W _{el,z,h}	1.849E+06	mm ³
W _{el,z,d}	3.111E+05	mm ³
W _{pl,y}	6.229E+06	mm ³
W _{pl,z}	6.348E+05	mm ³



3.6.1.2. Vnitřní síly

Charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.00				-6.3	-28.0	4.6	10.6
Předpětí	G_{k1b}	1.00				-0.9	0.2	2.0	5.9
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.00				-5.8	-89.2	-5.7	5.1
Vlak LM-71	Q_{71}	1.45	2	1.11	1.1	1.0	-159.5	-31.2	-10.8
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	2	1.11	1.1				
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	8.4	0.8	-5.7	-8.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	-15.8	-11.8	-7.1	0.1
Vítr	X_w	1.50				-427.7	-97.7	-104.5	-89.4
Teplota	X_t	1.50				0.2	-0.4	-0.3	-0.3

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
4	-654	-264	-156	-113

Únava

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q_{71}	1.00	2.0	1.08	1.	1	-159.5	-31.2	-10.8

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q_{71}	1.1	-31.0	-319.0	-62.4	-11.7

3.6.1.3. Mezní stav únosnosti

Ocel S355

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

$$f_u = 470 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

Ohybová únosnost průřezu

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

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = -0.037 \quad 0.094 \quad + \quad 0.006$$

$$\eta_1 = 0.063 < 1,0$$

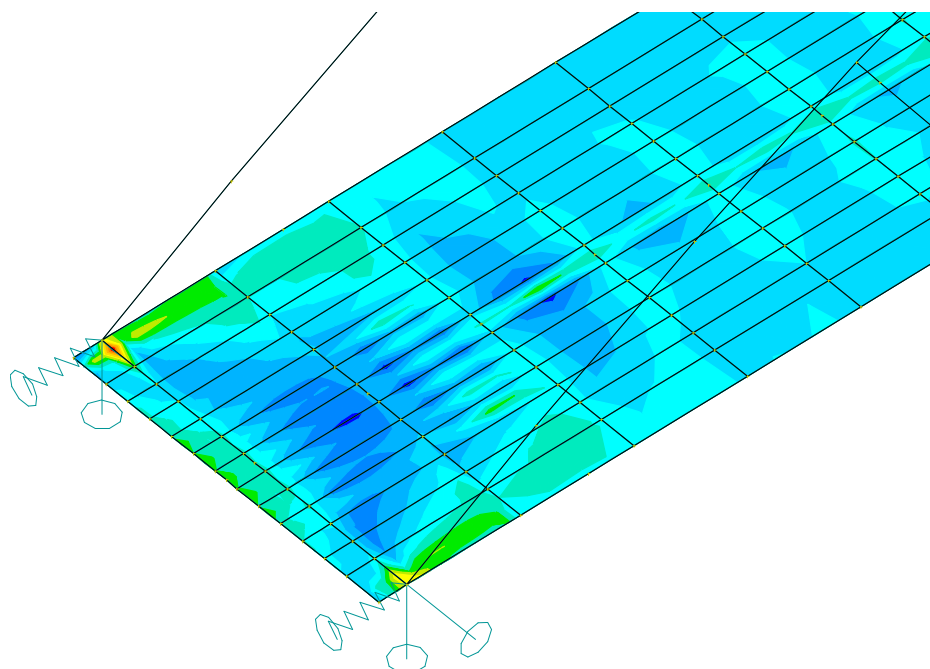
VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.037 \quad + \quad 0.034 \quad + \quad 0.110$$

$$\eta_1 = 0.181 < 1,0$$

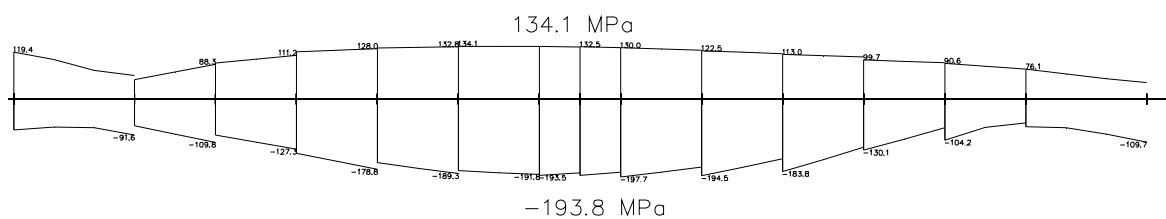
VYHOVÍ



Hlavní napětí: 284 MPa < 345 MPa

Vyhoví

Napětí v dolních vláknech v poli



Zatížitelnost koncového příčnicku $Z_{UIC}=1.65$

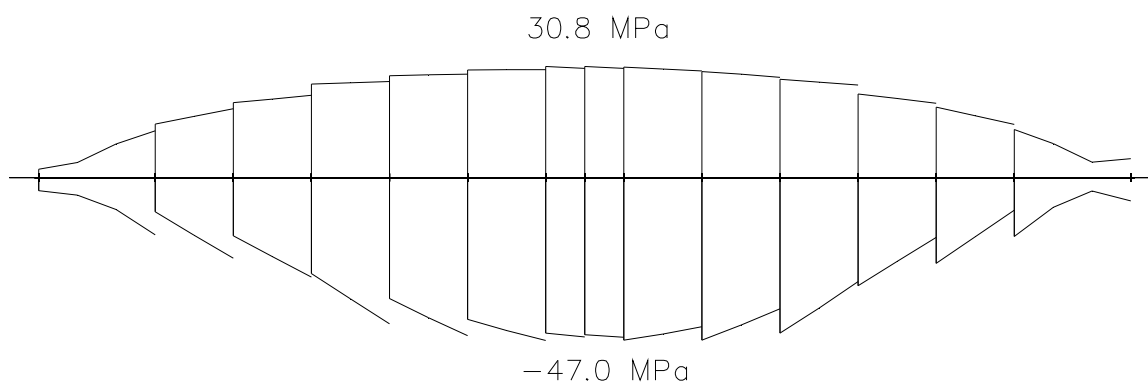
3.6.1.4. Mezní stav únavy

Vetknutí

Lokální	Globální	
$\lambda_1=1.07$	$\lambda_1=0.62$	Standartní doprava - EC Mix
$\lambda_2=0.72$	$\lambda_2=0.72$	tzn. $5 \cdot 10^6$ t/kolej
$\lambda_3=1$	$\lambda_3=1$	doba životnosti 100 let
$\lambda_4=1$	$\lambda_4=1$	
$\lambda=0.77$	$\lambda=0.45$	$\gamma_{Mf}=1.15$

			B	C	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa	MPa
LOK 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	12.0	-7.5	-7.2
LOK 1 Mz	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa			-28.9
GLO 1	$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	0.0	0.0	0.0
	$\Delta\sigma_{E,2}$		12.0	7.5	21.8
	t		35	35	40
Vyžaduje det. výpočet ks			ne	ne	ne
	ks		1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa		36	36	90
$(\Delta\sigma_c \cdot ks) / \gamma_{Mf}$			31.3	31.3	78.3
$\gamma_{Fi} \cdot \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c \cdot ks) / \gamma_{Mf}$			Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.38	0.24	0.46

V poli

Normálové napětí: 30.8 MPa < 31.3 MPa (kat.36)

Vyhoví (0.98)

3.6.2. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Běžný příčník	2.6
Koncový příčník	1.65

	Únava využití
Běžný příčník	0.97
Koncový příčník	0.98

4. Hlavní nosník

Dynamický součinitel

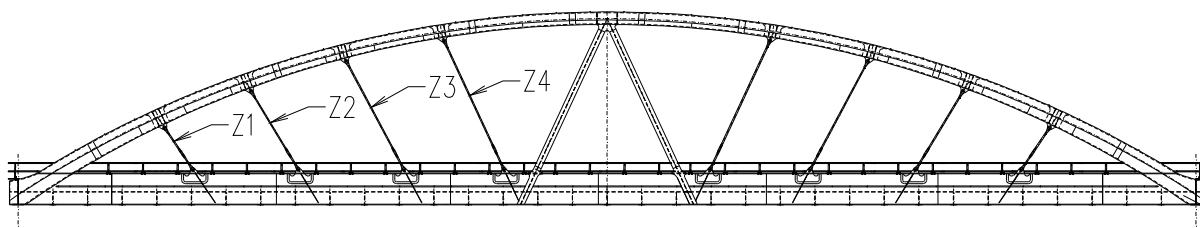
EN 1991-2

$$L_d = 5,9 \cdot 4 = 23,6 \text{ m}$$

$$\phi_2 = \frac{1.44}{(L_d)^{0.5-0.2}} + 0.82 = 1.13 \quad (1.00 < \phi_2 < 1.67)$$

$$\phi_3 = \frac{2.16}{(L_d)^{0.5-0.2}} + 0.73 = 1.19 \quad (1.05 < \phi_3 < 2.00)$$

4.1. Závěsy - netuhé



4.1.1. Vnitřní síly

Z1

Charakteristické hodnoty						N	My	Mz
		γ_F	Lok ϕ_3	Dlo ϕ_3	α	[kN]	[kNm]	[kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.35				125.2	0.2	0.0
Předpětí	G_{k1b}	1.00				17.3	0.0	0.0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.35				344.9	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71}	1.45	1.19	1.19	1.1	386.3	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.19	1.19	1.1	0.0	0.0	0.0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	1.1	0.0	0.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	2.5	0.0	0.0
Vítr	X_w	1.50				38.7	0.3	-0.2
Teplota	X_t	1.50				1.4	0.0	0.0

Návrhové hodnoty

komb. č.		N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1		1450	1	0

Z2

Charakteristické hodnoty								
			Lok	Dlo		N	My	Mz
		γ_F	ϕ_3	ϕ_3	α	[kN]	[kNm]	[kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.35				89.1	0.6	0.0
Předpětí	G_{k1b}	1.00				24.7	0.0	0.0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.35				249.1	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71}	1.45	1.19	1.19	1.1	276.7	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.19	1.19	1.1	0.0	0.0	0.0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	0.7	0.0	0.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	3.4	0.0	0.0
Vítr	X_w	1.50				31.5	0.1	-0.7
Teplota	X_t	1.50				3.0	0.0	0.0

Návrhové hodnoty

komb. č.		N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1		1063	1	-1

Z3

Charakteristické hodnoty								
			Lok	Dlo		N	My	Mz
		γ_F	ϕ_3	ϕ_3	α	[kN]	[kNm]	[kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.35				92.6	1.0	0.0
Předpětí	G_{k1b}	1.00				46.8	0.0	0.0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.35				260.8	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71}	1.45	1.19	1.19	1.1	283.9	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.19	1.19	1.1	0.0	0.0	0.0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	0.2	0.0	0.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	3.2	0.0	0.0
Vítr	X_w	1.50				34.9	0.0	-1.2
Teplota	X_t	1.50				3.6	0.0	0.0

Návrhové hodnoty

komb. č.		N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1		1124	1	-2

Z4

Charakteristické hodnoty								
		γ_F	Lok ϕ_3	Dlo ϕ_3	α	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.35				98.5	1.2	0.0
Předpětí	G_{k1b}	1.00				86.3	0.0	0.0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.35				266.0	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71}	1.45	1.19	1.19	1.1	294.3	0.0	0.0
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.19	1.19	1.1	0.0	0.0	0.0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	0.0	0.0	0.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	3.2	0.0	0.0
Vítr	X_w	1.50				41.1	0.0	-1.6
Teplota	X_t	1.50				-2.1	0.0	0.0

Návrhové hodnoty

komb. č.		N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1		1202	2	-2

Minimální síly v závěsech

Charakteristické hodnoty						Z1	Z2	Z3	Z4
		γ_F	Lok ϕ_3	Dlo ϕ_3	α	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.00				125.2	89.1	92.6	98.5
Předpětí	G_{k1b}	1.00				17.3	24.7	46.8	86.3
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.00				195.4	141.2	147.8	150.7
Vlak LM-71	Q_{71}	0.00	1.19	1.19	1.1	386.3	276.7	283.9	294.3
Vlak LM-71	Q_{71min}	1.45	1.19	1.19	1.1	0.0	4.2	0.0	0.0
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	-1.1	0.7	0.2	0.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	-2.5	-3.4	-3.2	-3.2
Vítr	X_w	1.50				-38.5	-31.5	-34.9	-41.0
Teplota	X_t	1.50				-1.4	-3.0	-3.6	-2.1

	Z1	Z2	Z3	Z4
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Min	273	193	226	267

Únava

Charakteristické hodnoty

						Z1	Z2	Z3	Z4
		Lok	Glo			N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
		γ_F	ϕ_2	ϕ_2	α				
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.13	1.13	1	386.3	276.7	283.9	294.3

Návrhové hodnoty

		Z1	Z2	Z3	Z4
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Vlak LM-71	Q ₇₁	436.5	312.7	320.8	332.6

4.1.2. Mezní stav únosnosti

Závěsy jsou z oceli S460

$$f_y = 410 \text{ MPa} \quad \gamma_{M0} = 1.00$$

Průřez č. 13 - Závěs-01 (72)

Materiál : 140 - S 460

A :	4.071504e+003 mm ²		
A _y /A :	0.850	A _z /A :	0.850
I _y :	1.319167e+006 mm ⁴	I _z :	1.319167e+006 mm ⁴
I _{yz} :	-5.683186e-008 mm ⁴	I _t :	2.638335e+006 mm ⁴
I _w :	0.000000e+000 mm ⁶		
W _{ely} :	3.655062e+004 mm ³	W _{elz} :	3.655062e+004 mm ³
W _{ply} :	6.208873e+004 mm ³	W _{piz} :	6.208963e+004 mm ³
c _y :	-0.00 mm	c _z :	-0.00 mm
i _y :	18.00 mm	i _z :	18.00 mm
d _y :	0.00 mm	d _z :	0.00 mm
Obrys :		225.91 mm	

Závěs Z1

N [kN]	M [kNm]
1450	0.8

Napětí

$$323.7 + 19.8 + = 343.5 \text{ MPa}$$

$$0.868 + 0.053 + = \underline{\underline{0.922}} < 1.0$$

VYHOVÍ

Závěs Z2

N [kN]	M [kNm]
1063	1.3

$$\begin{array}{rclclcl}
 \text{Napětí} & & & & & & \\
 237.3 & + & 33.5 & + & = & 270.8 & \text{MPa} \\
 0.637 & + & 0.090 & + & = & \mathbf{0.726} < 1.0 \\
 & & & & & \text{VYHOVÍ}
 \end{array}$$

Závěs Z3

N [kN]	M [kNm]
1124	2.2

$$\begin{array}{rclclcl}
 \text{Napětí} & & & & & & \\
 250.9 & + & 54.1 & + & = & 305.0 & \text{MPa} \\
 0.673 & + & 0.145 & + & = & \mathbf{0.818} < 1.0 \\
 & & & & & \text{VYHOVÍ}
 \end{array}$$

Závěs Z4

N [kN]	M [kNm]
1202	2.9

$$\begin{array}{rclclcl}
 \text{Napětí} & & & & & & \\
 268.3 & + & 71.1 & + & = & 339.4 & \text{MPa} \\
 0.720 & + & 0.191 & + & = & \mathbf{0.911} < 1.0 \\
 & & & & & \text{VYHOVÍ}
 \end{array}$$

Tendon Capacities for Carbon and Stainless Macalloy 460

Thread	Units	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90	M100	M105
Nominal Bar Dia.	mm	10	11	15	19	22	28	34	39	45	52	60	72	82	87	97	102
Min. Yield Load	kN	25	36	69	108	156	249	364	501	660	912	1204	1756	2239	2533	3172	3520
Min. Break Load	kN	33	48	91	143	207	330	483	665	875	1209	1596	2329	2969	3358	4206	4667
Design Resistance to EC3 $N_{R,d}$	kN	24	35	66	103	149	238	348	479	630	870	1149	1677	2138	2418	3029	3360
Nominal Bar Weight	kg/m	0.5	0.75	1.4	2.2	3.0	4.8	7.1	9.4	12.5	16.7	22.2	32	41.5	46.7	58	64.1

	Z1	Z2	Z3	Z4
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Max	1400	1028	1087	1164

1450 kN < 1677 kN (pro závěs M76 tzn průměr 72 mm)

Vyhoví (0.86)

Celkově odpovídá posouzení pro závěs Z1 konvenčním způsobem dle EN.

4.1.3. Mezní stav únavy

Maximální rozkmit je v závěsu č. 1

N		
$\lambda_1 =$	0.62	Standardní doprava - EC Mix
$\lambda_2 =$	0.72	tzn. méně než $5 \cdot 10^6$ t/kolej
$\lambda_3 =$	1	doba životnosti 100 let
$\lambda_4 =$	1	
$\lambda =$	0.45	$\gamma_{Mf} = 1.35$

		A
		$\Delta\sigma_{E,2}$
		MPa
$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	47.8
	t	72
Vyžaduje det. výpočet k_s		ne
	k_s	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa	84
$(\Delta\sigma_c \cdot k_s) / \gamma_{Mf}$		62.2
$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c \cdot k_s) / \gamma_{Mf}$		Vyhoví
Využití		0.77

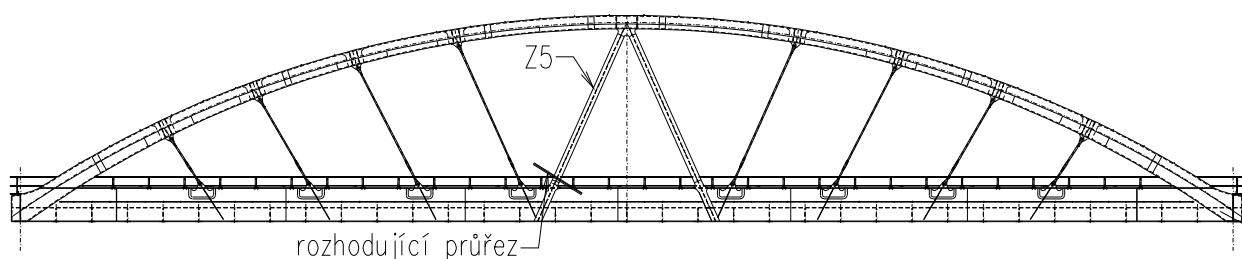
4.1.4. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Z1	1.30
Z2	2.04
Z3	1.69
Z4	1.40

	Únava využití
Z1	0.77

4.2. Závěsy - tuhé



Pro návrh je rozhodující průřez u hlavního nosníku. Vzhledem k tomu, že jedná o prvek jakoby se jenalo o příhradový most, zatížený momentem a osovou silou je dynamický součinitel uvažován shodný s hlavním nosníkem.

4.2.1. Vnitřní síly

Z5

Charakteristické hodnoty						U trámu hl. nosníku DX=0				
		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G _{k1}	1.00				76.6	4.5	-1.0	-61.6	-8.3
Předpětí	G _{k1b}	1.00				-52.7	0.3	0.0	0.0	-2.0
Ostatní trvalé zatížení	G _{k2}	1.00				166.3	0.1	-1.7	12.3	-1.0
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.11	1.11	1.1	-670.0	-0.5	-0.1	-138.9	5.9
Vlak LM-71	Q _{71min}	0.00	1.11	1.11	1.1	988.0	1.2	-2.5	18.4	-11.6
Rozjezdové a brzdné síly	Q _{lak}	1.45			1.1	-1.0	0.0	0.1	-0.6	0.0
Boční rázy	X _{Sk}	1.45			1.1	-7.9	0.0	0.0	-1.1	0.0
Vítr	X _w	1.50				49.0	0.1	23.2	-137.8	-1.4
Teplota	X _t	1.50				7.6	0.4	0.0	-1.8	-2.8
Chodník	X _{ch}	1.35								

	Ve středu DX= 0.5					U oblouku DX =1,0				
	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
G_{k1}	86.6	-0.1	-1.0	-33.7	4.6	96.7	-4.6	-1.0	-5.7	-8.9
G_{k1b}	-52.7	0.3	0.0	-0.2	-0.5	-52.7	0.3	0.0	-0.3	1.1
G_{k2}	166.3	0.1	-1.7	2.3	-0.2	166.3	0.1	-1.7	-7.7	0.6
Q_{71}	-670.0	-0.5	-0.1	-70.6	3.3	-670.0	-0.5	-0.1	-2.4	0.7
Q_{71min}	988.0	1.2	-2.5	3.9	-4.8	988.0	1.2	-2.5	-10.5	2.1
Q_{lak}	-1.0	0.0	0.1	0.2	0.0	-1.0	0.0	0.1	1.0	-0.1
X_{Sk}	-7.9	0.0	0.0	-0.1	0.0	-7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
X_w	49.0	0.1	20.1	-2.1	-0.6	49.0	0.1	17.0	105.1	0.2
X_t	7.6	0.4	0.0	-0.9	-0.7	7.6	0.4	0.0	0.0	1.4
X_{ch}										

Pro namáhání je rozhodující tlak s ohybem v místě

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	začátek	-863	6	31	0	-523	-9
	střed	-849	0	27	0	-171	10
	konec	-836	-6	22	0	136	-7

DX=0

Charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.08	1.08	1	-670.0	-0.5	-0.1	-138.9	5.9
Vlak LM-71	Q _{71min}	1.00	1.08	1.08	1	988.0	1.2	-2.5	18.4	-11.6

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	-723.5	-0.5	-0.1	-150.0	6.4
Vlak LM-71	Q _{71min}	1067.0	1.3	-2.7	19.9	-12.5

DX=0.5

Charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.08	1.08	1	-670.0	-0.5	-0.1	-70.6	3.3
Vlak LM-71	Q _{71min}	1.00	1.08	1.08	1	988.0	1.2	-2.5	3.9	-4.8

Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	-723.5	-0.5	-0.1	-76.3	3.6
Vlak LM-71	Q _{71min}	1067.0	1.3	-2.7	4.3	-5.2

DX=1.0

Charakteristické hodnoty

		γ_F	Lok ϕ_2	Glo ϕ_2	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.08	1.08	1	-670.0	-0.5	-0.1	-2.4	0.7
Vlak LM-71	Q _{71min}	1.00	1.08	1.08	1	988.0	1.2	-2.5	-10.5	2.1

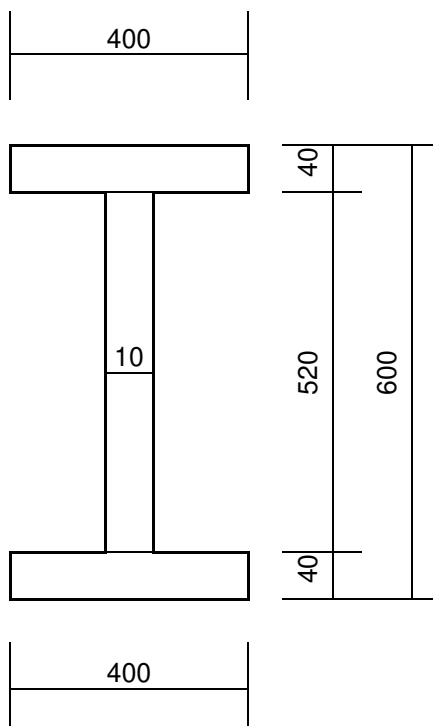
Návrhové hodnoty

		N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Vlak LM-71	Q ₇₁	-723.5	-0.5	-0.1	-2.6	0.8
Vlak LM-71	Q _{71min}	1067.0	1.3	-2.7	-11.4	2.2

4.2.2. Průřezové charakteristiky

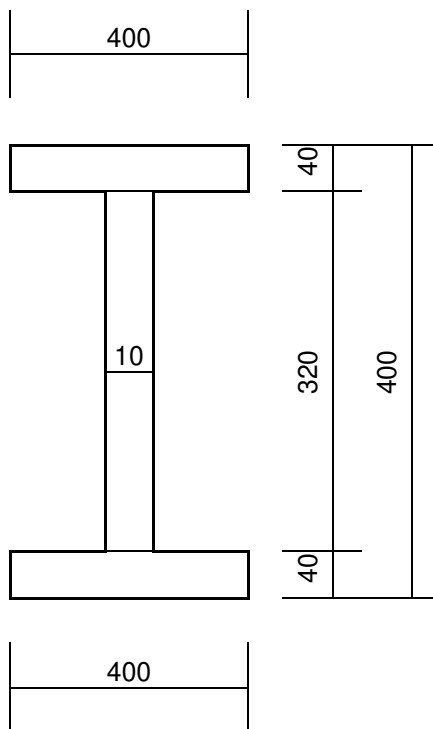
Průřez u hlavního nosníku

A	37200	mm ²
A _v	5200	mm ²
S _z	1.116E+07	mm ³
e _h	300	mm
c _z = e _d	300	mm
x	300	mm
I _y	2.630E+09	mm ⁴
I _z	4.267E+08	mm ⁴
i _y	266	mm
i _z	107	mm
W _{el,y,h}	8.767E+06	mm ³
W _{el,y,d}	8.767E+06	mm ³
W _{el,z,h}	2.134E+06	mm ³
W _{el,z,d}	2.134E+06	mm ³
W _{pl,y}	9.636E+06	mm ³
W _{pl,z}	3.213E+06	mm ³



Průřez u oblouku

A	35200	mm ²
A _v	3200	mm ²
S _z	7.040E+06	mm ³
e _h	200	mm
c _z = e _d	200	mm
x	200	mm
I _y	1.068E+09	mm ⁴
I _z	4.267E+08	mm ⁴
i _y	174	mm
i _z	110	mm
W _{el,y,h}	5.342E+06	mm ³
W _{el,y,d}	5.342E+06	mm ³
W _{el,z,h}	2.133E+06	mm ³
W _{el,z,d}	2.133E+06	mm ³
W _{pl,y}	6.016E+06	mm ³
W _{pl,z}	3.208E+06	mm ³



4.2.3. Mezní stav únosnosti

C_{my}			C_{mz}		
Tvar:	1	(1-3 str.77)	Tvar:	1	(1-3 str.77)
M _{i,y} =	-523	kNm	M _{i,z} =	-9	kNm
M _{1/2,y} =	-171	kNm	M _{1/2,z} =	10	kNm
M _{j,y} =	136	kNm	M _{j,z} =	-7	kNm
-					
ψ=	0.2600855		ψ=	0.760372	
α _s =	--		α _s =	--	
α _h =	--		α _h =	--	
C _{my} =	0.4959658	≥ 0.4	C _{mz} =	0.904149	≥ 0.4
C _{my} =	0.4959658		C _{mz} =	0.904149	

N _{Ed} =	863	kN	(kladná zanménko tlak)		
třída pr.	3		(výpočet pro 1-3)		
f _y =	345	MPa			
γ _{M1} =	1.1				
A =	35200	mm ²	i _y =	174.2	mm
I _y =	1.068E+09	mm ⁴	i _z =	110.1	mm
I _z =	4.267E+08	mm ⁴			
L _{cr,y} =	19600	mm	Vzpěrná délka kolmo na osu y		
L _{cr,z} =	8820	mm	Vzpěrná délka kolmo na osu z		
N _{Rk} =	12144.0	kN			
λ _y =	112.5		λ _z =	80.1	
křivka (a-d)	b		křivka (a-d)	c	
α =	0.34		α =	0.49	
φ =	1.767		φ =	1.239	
λ ₁ =	77.5		λ ₁ =	77.5	
λ _y =	1.45		λ _z =	1.03	
χ _y =	0.361		χ _z =	0.521	

Průřezy NÁCHYLNÉ ke zkroucení			
		C _{mlt} =C _{my} =	0.495966
k _{yy} =	0.56	k _{yz} =	0.97
k _{zy} =	0.45	k _{zz} =	0.97
Pro posouzení kombinace tlaku a ohybu			
k _{yy} =	1.00	k _{yz} =	1.00
k _{zy} =	1.00	k _{zz} =	1.00

E=	210	GPa	f_y =	345	MPa
G=	85	GPa			
L=	9800	mm	k_z =	1.0	(tab. NB.3.1.str.95)
I_{ti} =	1.717E+07	mm ⁴	k_w =	1.0	(tab. NB.3.3.str.96)
I_y =	1.068E+09	mm ⁴	c_g =	200	mm těžiště
I_z =	4.267E+08	mm ⁴	c_s =	200	mm střed smyku
$W_{y,el}$ =	5.342E+06	mm ³	c_a =	400	mm poloha zatížení
z_s =	0	mm	z_g =	200	mm
z_a =	200	mm	z_j =	0	mm aproximace
h =	400	mm			
$b_{tlak,h}$ =	400	mm	$b_{tah,d}$ =	400	mm
$t_{f,h}$ =	40	mm	$t_{f,d}$ =	40	mm
I_{fc} =	5.333E+05	mm ⁴	I_{fc} =	5.333E+05	mm ⁴
ψ_f =	0.000				
I_w =	1.382E+07	mm ⁴			
K_{wt} =	0.452				
ζ_g =	0.502				
ζ_j =	0.000				

Zatížení koncovými momenty: **ano****(tab. NB.3.1.str.95)** Pro zatížení koncovými momenty

$C_{1,0}$ =	1.13	C_1 =	1.13
$C_{1,1}$ =	1.13	C_3 =	0.46

(tab. NB.3.1.str.95) Pro různé hodnoty příčného zatížení

C_2 =	0.55
---------	------

μ_{cr} =	0.967
--------------	-------

M_{cr}=	3542 kNm
-----------------------------	-----------------

λ_{LT} =	0.72
------------------	------

křivka (a- d)	d	h/b =	1.0
	α_{LT} =	0.76	
	Φ_{LT} =	0.958	
	χ_{LT} =	0.629	< 1,0
	χ_{LT}=	0.629	

U trámu hl. nosníku

Horní vlákna		Dolní vlákna	
Ocel	S355 tl.17-40 mm	Ocel	S355 tl.17-40 mm
f_y =	345 MPa	f_y =	345 MPa
f_u =	470 MPa	f_u =	470 MPa
γ_{M1} =	1.15		
f_{yd} =	300.00 MPa	f_{yd} =	300.00 MPa

Vztah (6.61 EN 1993-1-1)

χ_y =	0.361	k_{yy} =	1.00
χ_{LT} =	0.629	k_{yz} =	1.00

Horní vlákna

N		M_y		M_z			
-68.0	+	94.9	+	-4.4	=	23 MPa	
-0.227	+	0.316	+	-0.015	=	0.075	< 1.0
VYHOVÍ							

Dolní vlákna

N		M_y		M_z			
-68.0	+	-94.9	+	4.4	=	-158 MPa	
-0.227	+	-0.316	+	0.015	=	0.528	< 1.0
VYHOVÍ							

Vztah (6.62 EN 1993-1-1)

χ_z =	0.521	k_{zy} =	1.00
χ_{LT} =	0.629	k_{zz} =	1.00

Horní vlákna

N		M_y		M_z			
-47.1	+	94.9	+	-4.4	=	43 MPa	
-0.157	+	0.316	+	-0.015	=	0.145	< 1.0
VYHOVÍ							

Dolní vlákna

N		M_y		M_z			
-47.1	+	-94.9	+	4.4	=	-138 MPa	
-0.157	+	-0.316	+	0.015	=	0.459	< 1.0
VYHOVÍ							

0.528	<	1.0
VYHOVÍ		

U oblouku

Vztah (6.61 EN 1993-1-1)

$$\chi_y = 0.361 \quad k_{yy} = 1.00$$

$$\chi_{LT} = 0.629 \quad k_{yz} = 1.00$$

Horní vlákna

N		M _y		M _z			
-54.2	+	51.6	+	-2.6	=	-5 MPa	
-0.181	+	0.172	+	-0.009	=	0.017	< 1.0

VYHOVÍ

Dolní vlákna

N		M _y		M _z			
-54.2	+	-51.6	+	2.6	=	-103 MPa	
-0.181	+	-0.172	+	0.009	=	0.344	< 1.0

VYHOVÍ

Vztah (6.62 EN 1993-1-1)

$$\chi_z = 0.521 \quad k_{zy} = 1.00$$

$$\chi_{LT} = 0.629 \quad k_{zz} = 1.00$$

Horní vlákna

N		M _y		M _z			
-37.6	+	51.6	+	-2.6	=	11 MPa	
-0.125	+	0.172	+	-0.009	=	0.038	< 1.0

VYHOVÍ

Dolní vlákna

N		M _y		M _z			
-37.6	+	-51.6	+	2.6	=	-87 MPa	
-0.125	+	-0.172	+	0.009	=	0.289	< 1.0

VYHOVÍ

0.344	<	1.0
-------	---	-----

VYHOVÍ

Zatížitelnost tuhého závěsu **Z_{UIC}=2.15**

4.2.4. Mezní stav únavy

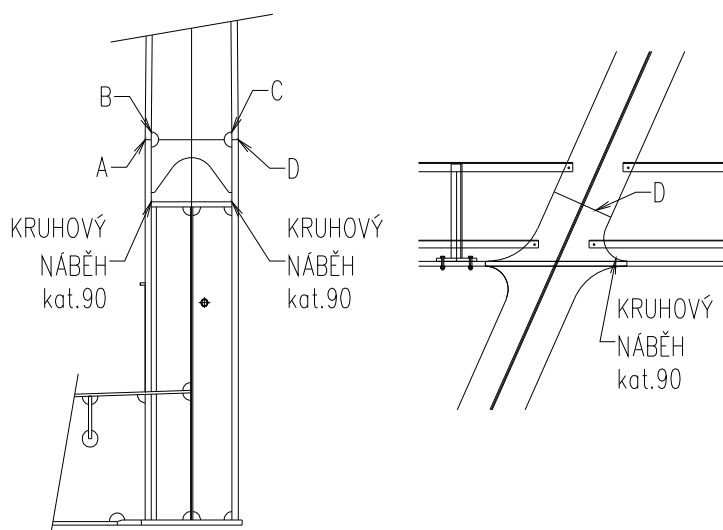
Ohybová únosnost průřezu

Globální

$\lambda_1 = 0.64$ Standardní doprava - EC Mix
 $\lambda_2 = 0.72$ tzn. $5 \cdot 10^6$ t/kolej
 $\lambda_3 = 1$ doba životnosti 100 let
 $\lambda_4 = 1$
 $\lambda = 0.46$ $\gamma_{Mf} = 1.35$

$$\sigma_{X,E} = \frac{N_{Sd}}{A_{eff}} + \frac{M_{Sd} + N_{Sd} \cdot e_N}{W_{eff,y}}$$

Styčnick



- A - příčný svar
 B - výřez ve stěně
 C - výřez ve stěně
 D - příčný svar

kat. 80
 kat. 71
 kat. 71
 kat. 80

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Max	-723.5	-0.5	-0.1	0.0	-150.0	6.4
Min	1067.0	1.3	-2.7	0.0	19.9	-12.5

A	$h_A = 300$ $W_{eff,y,h} = 8.77E+06 \text{ mm}^3$	$b_A = 200 \text{ mm}$ $W_{eff,z,h} = 2.13E+06 \text{ mm}^3$
B	$h_B = 260$ $W_{eff,y,h} = 1.01E+07 \text{ mm}^3$	$b_B = 5 \text{ mm}$ $W_{eff,z,h} = 8.53E+07 \text{ mm}^3$
C	$h_B = 260$ $W_{eff,y,h} = 1.01E+07 \text{ mm}^3$	$b_B = 5 \text{ mm}$ $W_{eff,z,h} = 8.53E+07 \text{ mm}^3$
D	$h_D = 300$ $W_{eff,y,d} = 8.77E+06 \text{ mm}^3$	$b_D = 200 \text{ mm}$ $W_{eff,z,d} = 2.13E+06 \text{ mm}^3$

Vztah (6.61 EN 1993-1-1)

$$\chi_y = 0.361 \quad k_{yy} = 1.00$$

$$\chi_{LT} = 0.629 \quad k_{yz} = 1.00$$

	A	B	C	D
Mz	-1	-1	1	1

MAX	A	B	C	D
σ_N	-53.9	-53.9	-53.9	-53.9
σ_{My}	27.2	23.6	-23.6	-27.2
σ_{Mz}	-3.0	-0.1	0.1	3.0

	λ	A	B	C	D
σ_N	0.46	-38.2	-38.2	-38.2	-38.2
σ_{My}	0.46	14.2	12.3	-12.3	-14.2
σ_{Mz}	0.46	-4.1	-0.1	0.0	4.1
σ		28.0	26.0	50.6	48.3

Tah bez vzpěru

	A	B	C	D
Mz	-1	-1	-1	-1

MIN	A	B	C	D
σ_N	28.7	28.7	28.7	28.7
σ_{My}	-3.6	-3.1	3.1	3.6
σ_{Mz}	5.9	0.1	0.1	-5.9

$$\gamma_{Mf} = 1.35$$

		A	B	C	D
$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	28.0	26.0	50.6	48.9
	t	40	40	40	40
Vyžaduje det. ks		ano	ne	ne	ano
	ks	0.89	1.00	1.00	0.89
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa	80	71	71	80
	$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$	52.7	52.6	52.6	52.7
	$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití		0.53	0.49	0.96	0.93

V mezním stavu únavy průřez vyhovuje s využitím 96%.

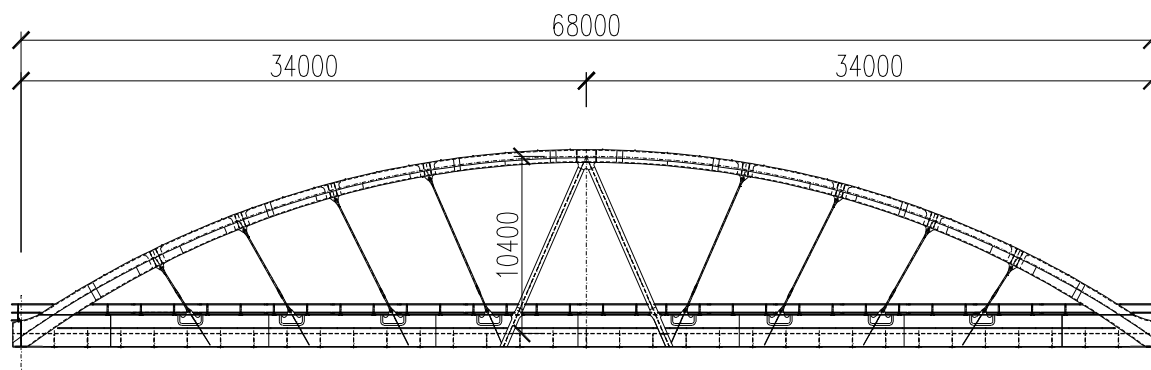
4.2.5. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

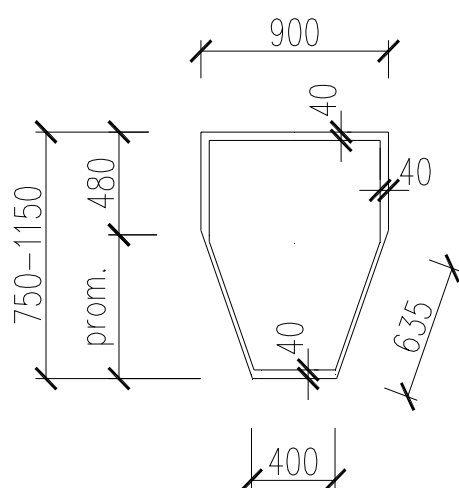
	Z_{LM-71}
Z5	2.15

	Únava využití
Z5	0.96

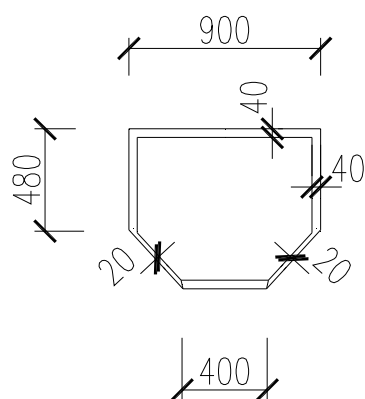
4.3. Oblouk



4.3.1. Průřezové charakteristiky



Rozhodující je průřez ve vrcholu obluku



Zatřídění průřezu:

$$d/t_w = 635/20 = 32 < 42 \cdot \epsilon = 34 \text{ třída 3}$$

$$d/t_f = 900/40 = 22.5 < 38 \cdot \epsilon = 27,4 \text{ třída 1}$$

Třída 3

Průřez č. 30 - O7-03 (Obecný)

Materiál : 21 - S 355

A :	1.008667e+005 mm ²		
Ay/A :	1.000	Az/A :	1.000
Iy :	7.755547e+009 mm ⁴	Iz :	1.057886e+010 mm ⁴
Iyz :	-6.816748e+003 mm ⁴	It :	1.833441e+010 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.707047e+007 mm ³	Welz :	2.350857e+007 mm ³
Wply :	2.465188e+007 mm ³	Wplz :	2.914923e+007 mm ³
cy :	0.00 mm	cz :	454.33 mm
iy :	277.29 mm	iz :	323.85 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		0.00 mm	

4.3.2. Vnitřní síly

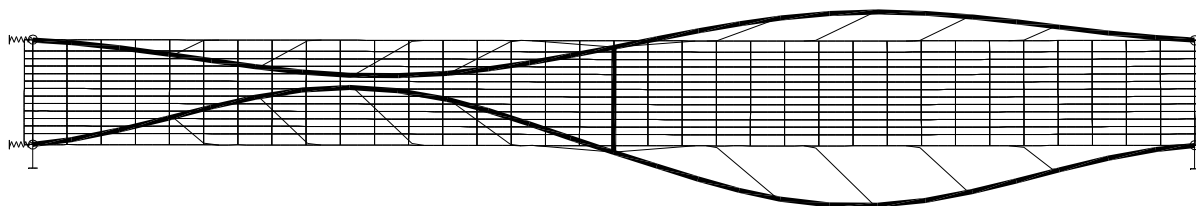
Charakteristické hodnoty						Ve vrcholu				
		γ _F	Lok φ ₃	Glo φ ₃	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Stálé zatížení	G _{k1}	1.00				-1531.7	-0.1	67.1	228.5	6.7
Předpětí	G _{k1b}	1.00				-42.2	-0.1	-99.5	-724.3	-0.7
Ostatní trvalé zatížení	G _{k2}	1.00				-2754.1	0.6	233.8	658.1	22.3
Vlak LM-71	Q ₇₁	1.00	1.11	1.11	1.1	-2799.0	1.1	229.3	644.0	33.9
Vlak LM-71	Q _{71min}	0.00	1.11	1.11	1.1					
Rozjezdové a brzdné síly	Q _{lak}	1.45			1.1	-1.8	-0.3	0.0	1.8	0.0
Boční rázy	X _{Sk}	1.45			1.1	-18.5	0.1	1.0	3.5	1.9
Vítr	X _w	1.50				-234.1	-14.1	19.5	55.5	122.1
Teplota	X _t	1.50				-39.6	0.0	9.6	0.0	-0.1

	Ve středu					Vetknutí				
	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
G _{k1}	-1507.6	-0.1	0.8	65.8	6.4	-1562.1	-0.1	-48.5	236.5	5.9
G _{k1b}	5.8	-0.1	24.6	393.8	1.2	-3.0	-0.1	67.1	-638.7	3.6
G _{k2}	-2634.7	0.6	30.5	162.1	8.0	-2544.0	0.6	-143.2	611.7	-10.5
Q ₇₁	-2671.8	1.1	45.6	186.7	9.2	-2583.9	1.1	-154.5	581.8	-22.3
Q _{71min}										
Q _{lak}	-1.7	-0.3	-0.7	5.4	2.9	-1.4	-0.3	-0.9	25.6	6.6
X _{Sk}	-17.4	0.1	1.0	0.4	0.2	-17.0	0.1	-1.6	2.2	-2.1
X _w	-223.9	10.8	2.0	20.2	137.6	-216.1	53.0	-11.7	56.9	-520.8
X _t	-40.3	0.0	0.4	-69.8	0.1	-38.9	0.0	-9.8	11.8	0.4

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.		N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	začátek	-11202	-19	752	1704	285
	střed	-10719	19	152	1007	247
	konec	-10509	82	-495	1669	-818

4.3.3. Stabilitní výpočet



$$N_{ED} = 11202 \text{ kN} \quad A = 1.01E+05 \text{ mm}^2$$

$$N_{Cr} = 54778 \text{ kN} \quad W_{z,el} = 6.52E+06 \text{ mm}^3$$

$$N_{RK} = 34799 \text{ kN} \quad f_y = 345 \text{ MPa}$$

$$M_{RK} = 2248 \text{ kNm} \quad \gamma_{M1} = 1.1$$

$$\alpha_{ult} = N_{RK}/N_{Ed} \quad \alpha_{cr} = N_{Cr}/N_{Ed}$$

$$\alpha_{ult} = 3.11 \quad \alpha_{ult} = 4.89$$

$$\lambda^- = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{0.5}$$

$$\lambda^- = 0.797$$

Výpočet χ

$$\text{Vzpěrnostní křivka } c \quad \lambda^- = 0.797$$

$$\alpha = 0.49 \quad \phi = 0.964$$

$$\chi = 0.664$$

Pro vzpěru je uvažována délka vybočení z roviny 28900 mm, což je na stranu bezpečnou ($0.664 > 0.458$)

4.3.4. Mezní stav únosnosti

C_{my}				C_{mz}			
Tvar:	1	(1-3 str.77)		Tvar:	1	(1-3 str.77)	
M _{i,y} =	1704	kNm		M _{i,z} =	285	kNm	
M _{1/2,y} =	1007	kNm		M _{1/2,z} =	247	kNm	
M _{j,y} =	1669	kNm		M _{j,z} =	-818	kNm	
$\psi = 0.9792757$				$\psi = -0.34795$			
$\alpha_s = --$				$\alpha_s = --$			
$\alpha_h = --$				$\alpha_h = --$			
C _{my} =	0.9917103	≥	0.4	C _{mz} =	0.460822	≥	0.4
C _{my} =	0.9917103			C _{mz} =	0.460822		

N _{Ed} =	10719	kN	(kladná znaménko tlak)	
třída pr.	3		(výpočet pro 1-3)	
f _y =	345	MPa		
γ _{M1} =	1.1			
A =	100867	mm ²	i _y = 277.3 mm	
I _y =	7.756E+09	mm ⁴	i _z = 323.9 mm	
I _z =	1.058E+10	mm ⁴		
L _{cr,y} =	5000	mm	Vzpěrná délka kolmo na osu y	
L _{cr,z} =	28900	mm	Vzpěrná délka kolmo na osu s Ncr	
λ _y =	18.0		λ _z = 89.2	
křivka (a-d)	c		křivka (a-d)	c
α =	0.49		α =	0.49
φ =	0.535		φ =	1.396
λ ₁ =	77.5		λ ₁ =	77.5
λ _y =	0.23		λ _z =	1.15
χ _y =	0.983		χ _z =	0.458

Pravoúhlé duté průřezy				Průřezy NEnáchylné ke zkroucení	
k _{yy} =	1.04			k _{yz} =	0.67
k _{zy} =	0.83			k _{zz} =	0.67
Pro posouzení kombinace tlaku a ohybu					
k _{yy} =	1.04			k _{yz} =	1.00
k _{zy} =	1.00			k _{zz} =	1.00

Ocel S355 tl.17-40 mm

 $f_y = 345 \text{ MPa}$ $f_u = 470 \text{ MPa}$ $\gamma_{M1} = 1.10$ $f_{yd} = 313.64 \text{ MPa}$ **Vrchol oblouku**

komb. č.	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
střed	-11202	-19	752	1704	285

Vztah (6.61 EN 1993-1-1) $\chi_y = 0.983$ $k_{yy} = 1.04$ $k_{yz} = 1.00$ **Horní vlákna**

N		M _y		M _z			
-112.9	+	-67.5	+	12.6	=	-168 MPa	
-0.360	+	-0.215	+	0.040	=	0.535	< 1.0
							VYHOVÍ

Dolní vlákna

N		M _y		M _z			
-112.9	+	103.8	+	-5.6	=	-15 MPa	
-0.360	+	0.331	+	-0.018	=	0.047	< 1.0
							VYHOVÍ

Vztah (6.62 EN 1993-1-1) $\chi_z = 0.458$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 1.00$ **Horní vlákna**

N		M _y		M _z			
-242.7	+	-65.0	+	12.1	=	-296 MPa	
-0.774	+	-0.207	+	0.039	=	0.942	< 1.0
							VYHOVÍ

Dolní vlákna

N		M _y		M _z			
-242.7	+	99.8	+	-5.4	=	-148 MPa	
-0.774	+	0.318	+	-0.017	=	0.473	< 1.0
							VYHOVÍ

0.942	<	1.0
VYHOVÍ		

Vetknutí oblouku

komb. č.	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
vetknutí	-10452	82	-461	1661	-817

Vztah (6.61 EN 1993-1-1)

$$\chi_y = 1.000 \quad k_{yy} = 1.03$$

$$k_{yz} = 1.00$$

Horní vlákna

N		M _y		M _z			
-91.0	+	-36.6	+	-31.3	=	-159	MPa
-0.290	+	-0.117	+	-0.100	=	0.507	< 1.0

VYHOVÍ

Dolní vlákna

N		M _y		M _z			
-91.0	+	60.0	+	13.9	=	-17	MPa
-0.290	+	0.191	+	0.044	=	0.054	< 1.0

VYHOVÍ

Zatížitelnost oblouku **Z_{UIC}=1,23**

4.3.5. Mezní stav únavy

Maximální návrhové hodnoty zatížení

komb. č.	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Max	-2994.9	1.2	245.4	689.1	36.2
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A	náběh příčle
B	příč. svar výtuhy
C	podélný svar příčle
D	příčný svar výztuhy

A	h _A = 296 W _{eff,y,h} = 2.62E+07 mm ³	b _A = 450 mm W _{eff,z,h} = 2.35E+07 mm ³
B	h _B = 296 W _{eff,y,h} = 2.62E+07 mm ³	b _B = 415 mm W _{eff,z,h} = 2.55E+07 mm ³
C	h _B = 179 W _{eff,y,h} = 4.32E+07 mm ³	b _B = 450 mm W _{eff,z,h} = 2.35E+07 mm ³
D	h _D = 414 W _{eff,y,d} = 1.87E+07 mm ³	b _D = 280 mm W _{eff,z,d} = 3.78E+07 mm ³

Globální

$$L_D = 34 \quad \text{m}$$

$$\lambda_1 = 0.64$$

$$\lambda_2 = 0.72$$

$$\lambda_3 = 1$$

$$\lambda_4 = 1$$

$$\lambda = 0.46$$

Vztah (6.61 EN 1993-1-1)

$$\chi_y = 0.983 \quad k_{yy} = 1.04$$

$$k_{yz} = 1.00$$

	A	B	C	D
M _z	1	1	-1	-1

MAX	A	B	C	D
σ _N	-30.2	-30.2	-30.2	-30.2
σ _{M_y}	-27.4	-27.4	16.6	38.3
σ _{M_z}	1.5	1.4	-1.5	-1.0

	λ	A	B	C	D
σ_N	0.46	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0
σ_{My}	0.46	-12.6	-12.6	7.7	17.7
σ_{Mz}	0.46	0.7	0.7	-0.7	-0.4
σ		25.9	25.9	7.0	3.3

Vztah (6.62 EN 1993-1-1)

$$\chi_z = 0.458 \quad k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

	A	B	C	D
Mz	1	1	-1	-1

MAX	A	B	C	D
σ_N	-64.9	-64.9	-64.9	-64.9
σ_{My}	-26.3	-26.3	15.9	36.8
σ_{Mz}	1.5	1.4	-1.5	-1.0

	λ	A	B	C	D
σ_N	0.46	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0
σ_{My}	0.46	-12.1	-12.1	7.4	17.0
σ_{Mz}	0.46	0.7	0.7	-0.7	-0.4
σ		41.4	41.5	23.3	13.4

$\gamma_{Mf} =$	1.35
-----------------	------

		A	B	C	D
$\Delta\sigma_{E,2}$	MPa	41.4	41.5	23.3	13.4
	t	40	40	40	40
Vyžaduje det. ks		ne	ne	ne	ne
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$	MPa	90	80	36	90
	$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$	66.7	59.3	26.7	66.7
	$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití		0.62	0.70	0.88	0.20

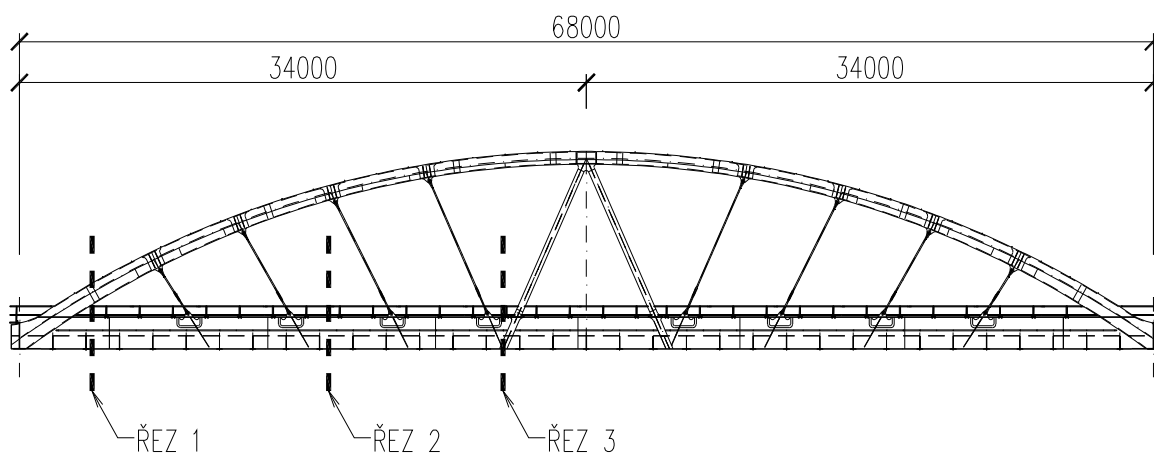
4.3.6. Závěr

Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Oblouk	1.23

	Únava využití
Oblouk	0.88

4.4. Trám

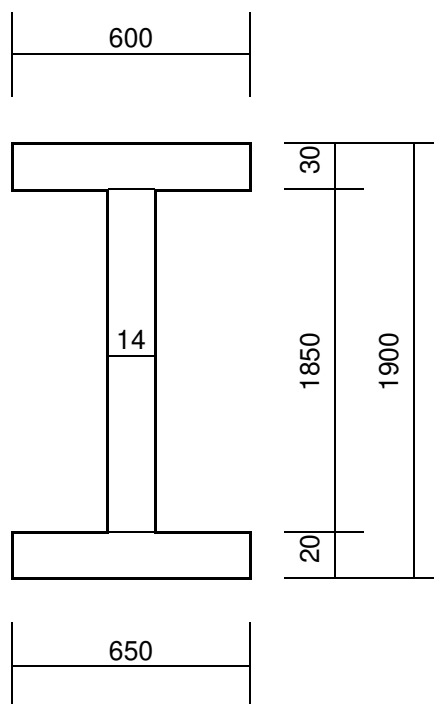


4.4.1. Průřezové charakteristiky

Ve vetknutí ŘEZ 1

Průřezové charakteristiky

A	56900	mm ²
A _v	25900	mm ²
S _z	4.957E+07	mm ³
e _h	871	mm
c _z = e _d	1029	mm
x	776	mm
I _y	3.426E+10	mm ⁴
I _z	9.981E+08	mm ⁴
i _y	776	mm
i _z	132	mm
W _{el,y,h}	3.932E+07	mm ³
W _{el,y,d}	3.330E+07	mm ³
W _{el,z,h}	3.327E+06	mm ³
W _{el,z,d}	3.071E+06	mm ³
W _{pl,y}	4.061E+07	mm ³
W _{pl,z}	4.903E+06	mm ³



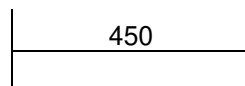
V tomto místě je průřez převážně tažený

Ve čtvrtině rozpětí ŘEZ 2

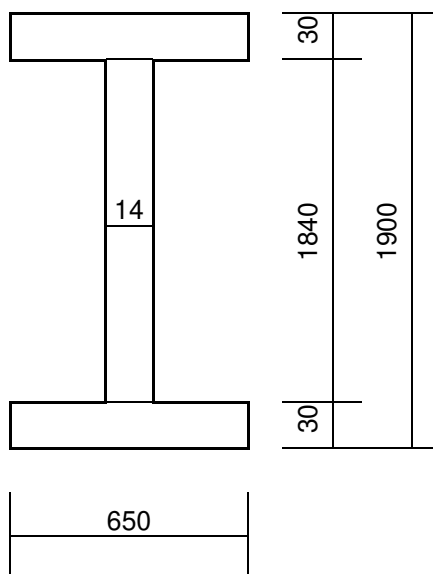
Horní pásnice je uvažována zúžené tzn. zmenšená o výřez pro vstup styčnickového plechu

Průřezové charakteristiky

A	58760	mm ²
A _v	25760	mm ²



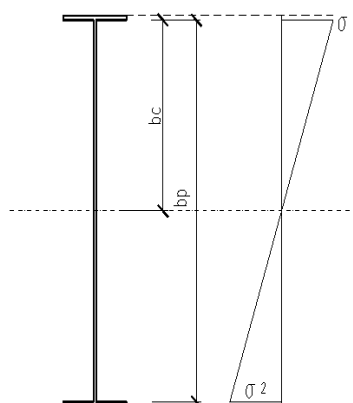
S_z	6.143E+07	mm ³
e_h	1045	mm
$c_z = e_d$	855	mm
x	1164	mm
I_y	3.558E+10	mm ⁴
I_z	9.148E+08	mm ⁴
i_y	778	mm
i_z	125	mm
$W_{el,y,h}$	3.404E+07	mm ³
$W_{el,y,d}$	4.164E+07	mm ³
$W_{el,z,h}$	4.066E+06	mm ³
$W_{el,z,d}$	2.815E+06	mm ³
$W_{pl,y}$	4.206E+07	mm ³
$W_{pl,z}$	4.778E+06	mm ³



$$\begin{aligned}\sigma_1 &= -245.0 \text{ MPa} \\ \sigma_2 &= 160.0 \text{ MPa} \\ b_c &= 1113.1 \text{ mm} \\ b_p &= 1840.0 \text{ mm} \\ t_w &= 14.0 \text{ mm} \\ f_y &= 355 \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &= 1.0\end{aligned}$$

Boulení panelů

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0.5} = 0.814$$



$$\begin{aligned}\psi &= \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = -0.653 \\ k_\sigma &= 16.089\end{aligned}$$

$\psi = 1$	$k_\sigma = 4$
$1 > \psi > 0$	$k_\sigma = 8.2 / (1.05 + \psi)$
$\psi = 0$	$k_\sigma = 7.81$
$0 > \psi > -1$	$k_\sigma = 7.81 - 6.29\psi + 6.29\psi^2$
$\psi = 1$	$k_\sigma = 23.9$
$-1 > \psi > -3$	$k_\sigma = 5.98 * (1 - \psi)^2$

$$\lambda_{p-} = \frac{b_1/t}{28.4 * \varepsilon * (k_\sigma)^{0.5}}$$

$$\lambda_{p-} = 1.418$$

$$\lambda_{p-,red} = 1.178$$

$$\rho = 0.76$$

$$\text{když } \lambda_{p-} < 0.5 + (0.085 - 0.055 * \psi)^{0.5}$$

$$\rho_{pan} = (\lambda_{p-} - 0.055(3 + \psi)) / \lambda_{p-}^2$$

$$\text{když } \lambda_{p-} < 0.5 + (0.085 - 0.055 * \psi)^{0.5}$$

$$\rho_{pan} = 1$$

$$b_{\text{eff}} = \rho * b_b = 841 \text{ mm}$$

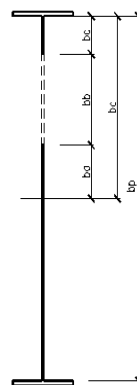
$$b_{e1} = 0.4 * b_{\text{eff}} = 337 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0.6 * b_{\text{eff}} = 505 \text{ mm}$$

$$b_a = 505 \text{ mm}$$

$$b_b = 272 \text{ mm}$$

$$b_c = 337 \text{ mm}$$



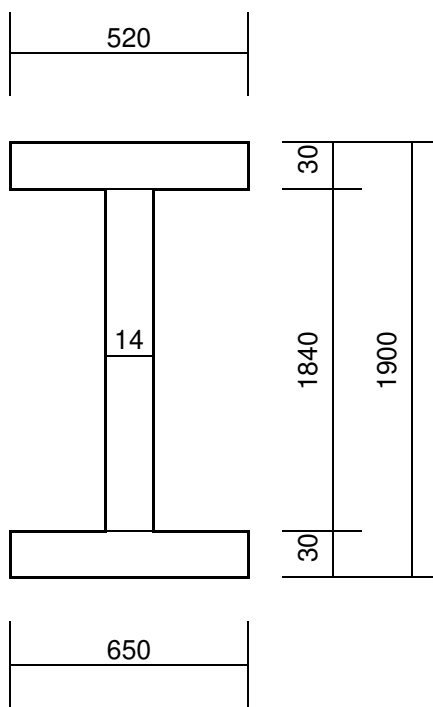
V místě závěsu je příční výtzuha a průřez je uvažován o výřez v horní pásnici, boulení stěny v tomto místě nenastává. U průřezu mimo závěs by nastávalo, ale zde by byla únosnost průřezu vyšší (není zde výřez pro styčníkový plech závěsu)

Pod tuhým závěsem ŘEZ 3

Horní pásnice je uvažována zúžené tzn. s výřezem pro pásnici tuhého závěsu

Průřezové charakteristiky

A	60860	mm ²
A _v	25760	mm ²
S _z	6.146E+07	mm ³
e _h	1010	mm
c _z = e _d	890	mm
x	1089	mm
I _y	3.774E+10	mm ⁴
I _z	1.039E+09	mm ⁴
i _y	787	mm
i _z	131	mm
W _{el,y,h}	3.737E+07	mm ³
W _{el,y,d}	4.240E+07	mm ³
W _{el,z,h}	3.994E+06	mm ³
W _{el,z,d}	3.195E+06	mm ³
W _{pl,y}	4.440E+07	mm ³
W _{pl,z}	5.287E+06	mm ³



4.4.2. Vnitřní síly

Ve vetknutí ŘEZ 1

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.00				977.3	-16.7	113.0	39.0
Předpětí	G_{k1b}	1.00				-37.0	-1.3	-42.3	400.0
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.00				1843.2	-39.1	320.2	-62.1
Vlak LM-71	Q_{71}	1.00	1.11	1.11	1.1	1615.0	-47.6	454.1	-139.3
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.11	1.11	1.1				
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	568.1	-9.7	1.6	115.3
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	0.5	0.7	9.9	-6.8
Vítr	X_w	1.50				50.9	-92.9	22.2	-19.8
Teplota	X_t	1.50				29.7	-0.1	-13.3	-2.4

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
2	5765	-270	977	353

Ve čtvrtině rozpětí ŘEZ 2

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.00				494.2	-2.0	-30.6	304.1
Předpětí	G_{k1b}	1.00				-9.4	0.8	-41.6	-14.3
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.00				834.4	-4.7	-57.2	981.8
Vlak LM-71	Q_{71}	1.00	1.11	1.11	1.1	-270.4	-8.6	60.6	2473.8
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.11	1.11	1.1	1064.5	-0.7	-94.8	-995.8
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	286.3	-1.1	-0.3	33.1
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	-5.0	-0.4	2.1	50.0
Vítr	X_w	1.50				163.0	5.9	-9.2	104.4
Teplota	X_t	1.50				-50.9	-0.4	13.4	131.2

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	1545	-10	-54	4689

Pod tuhým závěsem ŘEZ 3

		γ_F	Lok ϕ_3	Glo ϕ_3	α	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
Stálé zatížení	G_{k1}	1.00				671.5	7.8	10.1	-30.4
Předpětí	G_{k1b}	1.00				82.9	-0.5	47.5	-219.2
Ostatní trvalé zatížení	G_{k2}	1.00				1482.2	31.1	-24.9	-504.5
Vlak LM-71	Q_{71}	1.00	1.11	1.11	1.1	1102.5	10.9	-405.4	-2281.5
Vlak LM-71	Q_{71min}	0.00	1.11	1.11	1.1	588.9	27.8	321.9	1520.9
Rozjezdové a brzdné síly	Q_{lak}	1.45			1.1	188.8	0.4	0.3	-12.0
Boční rázy	X_{Sk}	1.45			1.1	-8.4	1.7	-5.0	-18.3
Vítr	X_w	1.50				621.4	180.9	-9.5	-20.2
Teplota	X_t	1.50				105.4	0.1	-6.6	-322.1

komb. č.	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	4837	326	-490	-3904

4.4.3. Mezní stav únosnosti

Vliv vzpěru horní pásnice

Únosnost tlačенých pásů

 f_y 345

<input type="checkbox"/>		Řez
		2
I_z pásu	mm ⁴	5.40E+08
h hl.n.	mm	1900
$c_{z,příčnicku}$	mm	331
A_h	mm	2.04E+04
h_A	mm	200
c_A	mm	173.0
C_z vyz. Troj.		369
h_v	mm	1173.0
I_v	mm ⁴	3.03E+07
I_q	mm ⁴	1.91E+09
b_q	mm	6050
h	mm	1542.4
E	Mpa	210000
C_i	kNm	9758
l	mm	2000
c	kN	4879
L	m	68
γ		9.20E+05
m		195
N_E	kN	242

Příčník

$c_z = e_d$	331	mm
I_y	1.912E+09	mm ⁴

Horní
pás

A	20381	mm ²
$c_z = e_d$	173	mm
I_z	5.400E+08	mm ⁴
i	163	mm

N_{cr}	kN	47046
$\lambda_{LT'}$		0.387
L_{cr}	m	4.882
křivka	k ose y	c
α		0.49
ϕ		0.62
χ_z		0.904

Ve vetknutí ŘEZ 1

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.294 - 0.026$$

$$\eta_1 = 0.268 < 1,0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.294 + 0.031$$

$$\eta_1 = 0.324 < 1,0$$

VYHOVÍ

Ve čtvrtině rozpětí ŘEZ 2

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = -0.088 + 0.799$$

$$\eta_1 = 0.712 < 1,0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.088 + 0.375$$

$$\eta_1 = 0.463 < 1,0$$

VYHOVÍ

Pod tuhým závěsem ŘEZ 3

V horních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.265 + 0.609$$

$$\eta_1 = 0.874 < 1,0$$

VYHOVÍ

V dolních vláknech průřezu

$$\eta_1 = 0.265 + -0.305$$

$$\eta_1 = 0.040 < 1,0$$

VYHOVÍ

4.4.4. Mezní stav únavy

Globální

$\lambda_1 = 0.64$ Standartní doprava - EC Mix

$\lambda_2 = 0.72$ tzn. $5 \cdot 10^6$ t/kolej

$\lambda_3 = 1$ doba životnosti 100 let

$\lambda_4 = 1$

$\lambda = 0.46$ $\gamma_{Mf} = 1.35$

Ve vetknutí ŘEZ 1

Jak je vidět z vnitřních sil v místě těsně za vetknutím s obloukem je využití konstantního průřezu trámu malé a nejedná se o rozhodující místo.

Ve čtvrtině rozpětí ŘEZ 2

Vzpěr horního pásu

$\chi_z = 0.904$

			A	B	C	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa	MPa	MPa
LOK 1	$\sigma_{E,2}$	MPa	-38.8	-34.0	3.8	28.6
GLO 1	$\sigma_{E,2}$	MPa	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
LOK 2	$\sigma_{E,2}$	MPa	14.1	13.7	-1.5	-11.5
GLO 2	$\sigma_{E,2}$	MPa	8.7	8.7	8.7	8.7
$\Delta\sigma_{E,2}$			63.8	58.7	5.6	29.2
		t	30	14	25	25
Vyžaduje det. výpočet ks			ne	ne	ne	ano
		ks	1.00	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$		MPa	90	80	56	80
$(\Delta\sigma_c \cdot ks) / \gamma_{Mf}$			66.7	59.3	41.5	59.3
$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c \cdot ks) / \gamma_{Mf}$			Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.96	0.99	0.13	0.49

Pod tuhým závěsem ŘEZ 3

bod A - Příčný svar pásnice

$h_A = 1900$ mm

bod B - Svar - výřez ve stěně

$h_B = 1870$ mm

bod C - přivaření pásnice příčníku

$h_C = 740$ mm

bod B - Příčný svar pásnice

$h_D =$

0 mm

			A	B	C	D
			$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$	$\Delta\sigma_{E,2}$
			MPa	MPa	MPa	MPa
LOK 1	$\sigma_{E,2}$	MPa	30.4	29.5	-4.5	-26.8
GLO 1	$\sigma_{E,2}$	MPa	9.0	9.0	9.0	9.0
LOK 2	$\sigma_{E,2}$	MPa	-20.3	-19.7	3.0	17.9
GLO 2	$\sigma_{E,2}$	MPa	4.8	4.8	4.8	4.8
$\Delta\sigma_{E,2}$			54.8	53.3	3.3	40.4
t			30	16	25	25
Vyžaduje det. výpočet ks			ano	ne	ne	ne
ks			0.96	1.00	1.00	1.00
Kategorie det. $\Delta\sigma_c$			80	71	56	56
$(\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$			56.6	52.6	41.5	41.5
$\gamma_{Fi} * \Delta\sigma_{E,2} < (\Delta\sigma_c * ks) / \gamma_{Mf}$			Vyhoví	NEVYHOVÍ	Vyhoví	Vyhoví
Využití			0.97	1.01	0.08	0.97

1% překročení je akceptovatelné, protože průřez horní pásnice je uvažován jakoby zúžený pro pásnici závěsu, tzn. na stranu bezpečnou, **vyhoví 1,0**.

4.4.5. Závěr

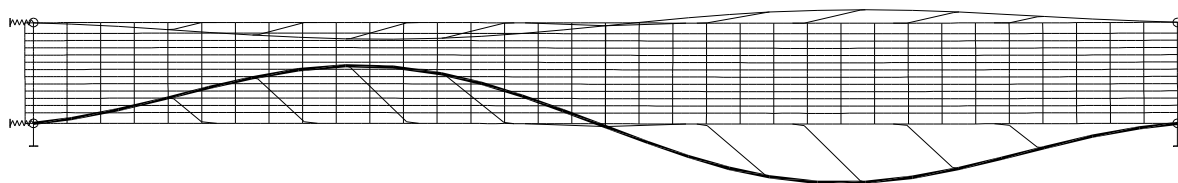
Průřezy vyhoví s následující zatížitelností a využitím v mezním stavu únavy

	Z_{LM-71}
Řez 2	1.69
Řez 3	1.35

	Únava využití
Řez 2	0.99
Řez 3	1.00

5. Nelineární analýza

Počáteční deformace konstrukce



$N_{ED} =$	11202 kN	$A =$	1.01E+05 mm ²
$N_{Cr} =$	54778 kN	$W_{z,el} =$	6.52E+06 mm ³
$N_{RK} =$	34799 kN	$f_y =$	345 MPa
$M_{RK} =$	2248 kNm	$\gamma_{M1} =$	1.1

$\alpha_{ult} =$	N_{RK}/N_{Ed}	$\alpha_{cr} =$	N_{Cr}/N_{Ed}
$\alpha_{ult} =$	3.11	$\alpha_{ult} =$	4.89

$$\lambda^- = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{0.5}$$

$$\lambda^- = 0.797$$

Výpočet χ

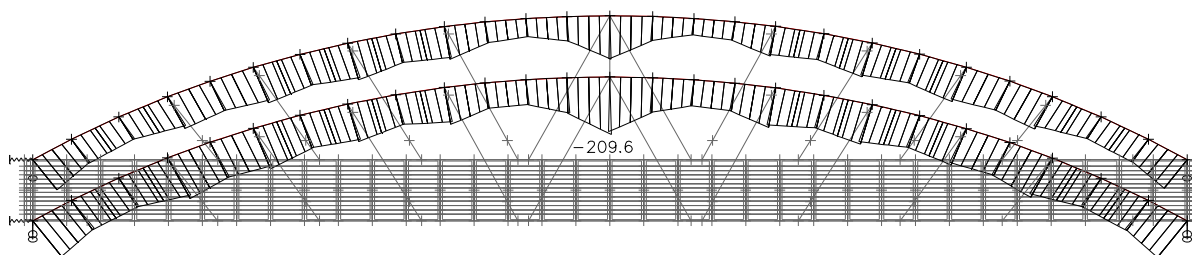
Vzpěrnostní křivka	c	$\lambda^- =$	0.797
$\alpha =$	0.49	$\phi =$	0.964
		$\chi =$	0.664

$e_0 =$	$\alpha^*(\lambda^- - 0.2)^*$	$\frac{M_{RK}}{N_{RK}}$	$\frac{1 - (\chi^* \lambda^{-2} / \gamma_{M1})}{1 - \chi^* \lambda^{-2}}$
$e_0 =$	0.293	0.0646	1.066327
$e_0 =$	0.020	m	
$e_0 =$	20.2	mm	

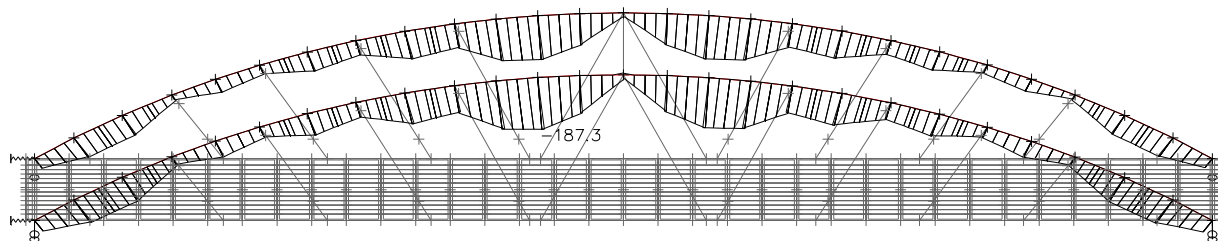
Tvar počáteční zdeformované konstrukce je totožný s 1. tvarem stabilitního výpočtu

Rozhodující kombinace zatížení jsou shodné s kombinacemi z lineárního výpočtu.
Pro výpočet byla použita iterační metoda Newton- Raphson s deseti přírůstky zatížení.

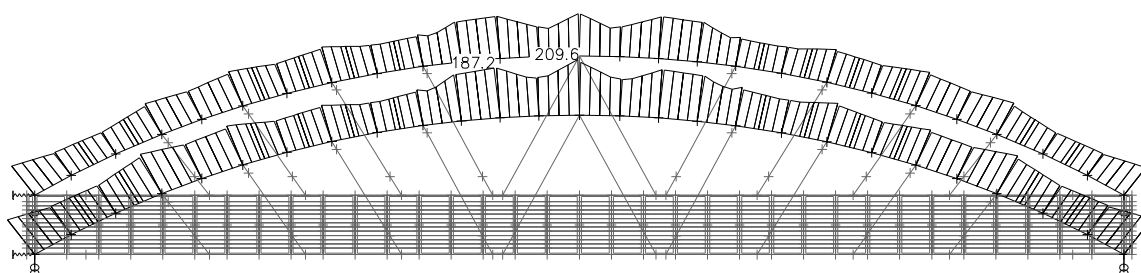
Velikost normálového napětí v horních vláknech oblouku



Velikost normálového napětí v dolních vláknech oblouku



Výsledné napětí v závěsech podle podmínky plasticity Von Mises



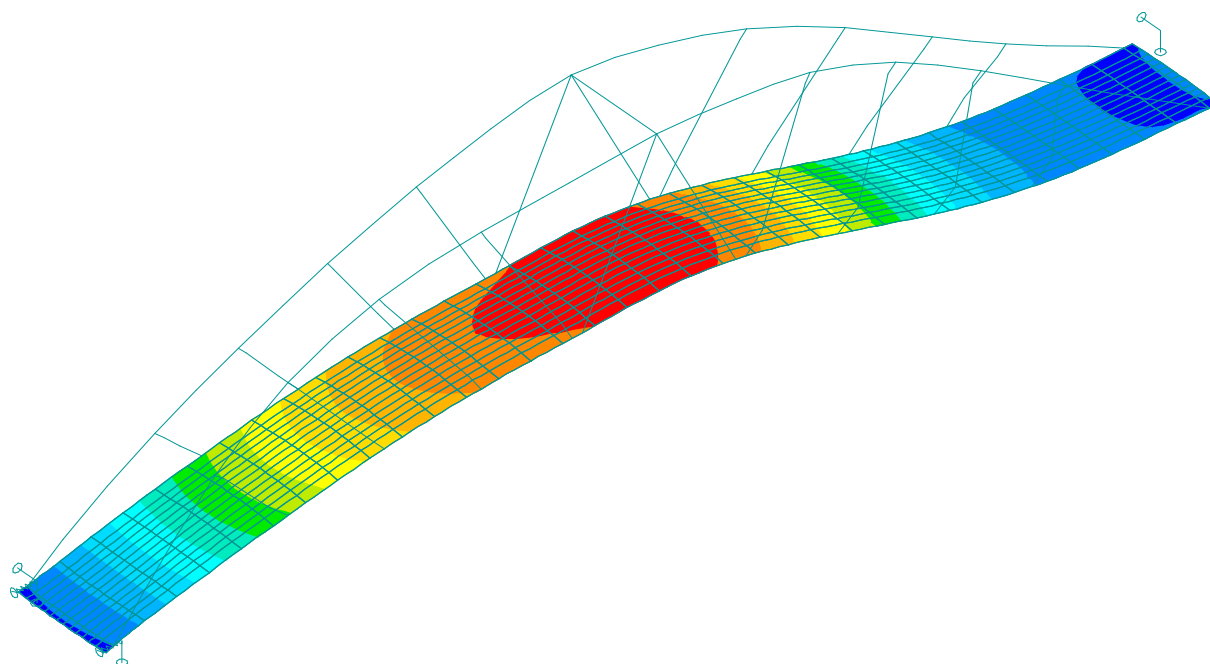
$$209 \text{ MPa} < 345/1.1 = 313 \text{ MPa}$$

Vyhoví

Při použití nelineárního výpočtu s počáteční deformací průřez oblouku bezpečně vyhoví

6. Dynamické chování konstrukce

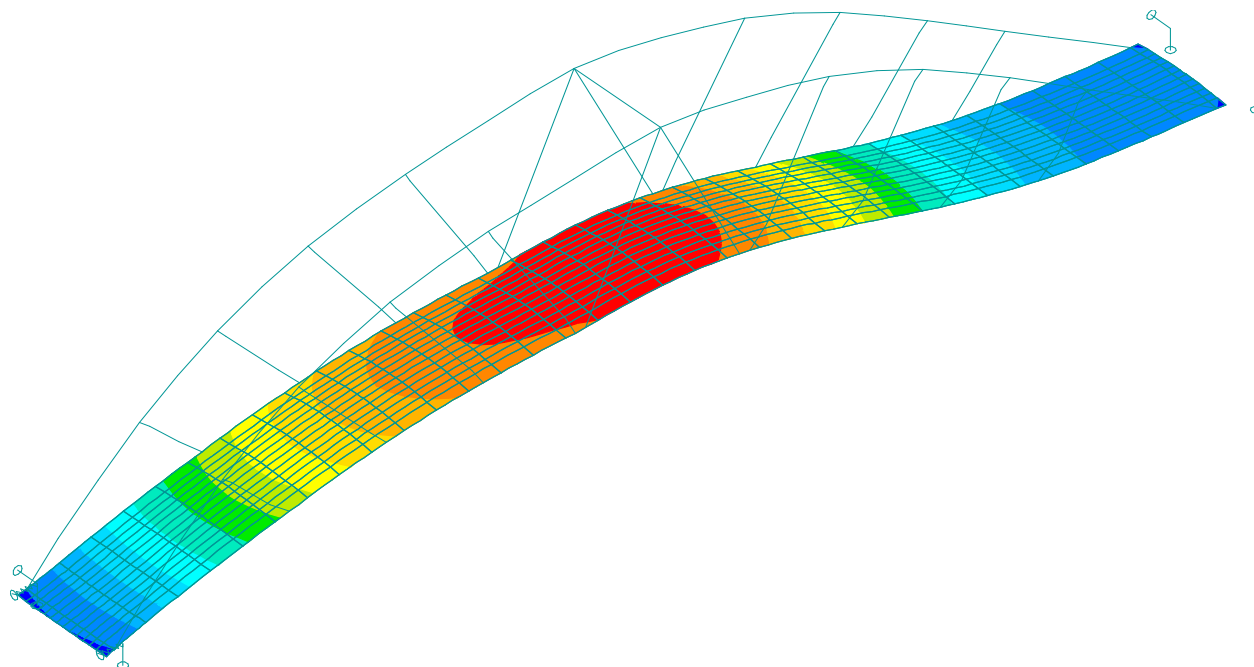
Byly zjištěny základní tvary kmitání konstrukce



1. ohybová frekvence mostu při nominální odchylce šterku + 30%

$\omega_0 = 2.99 \text{ Hz}$

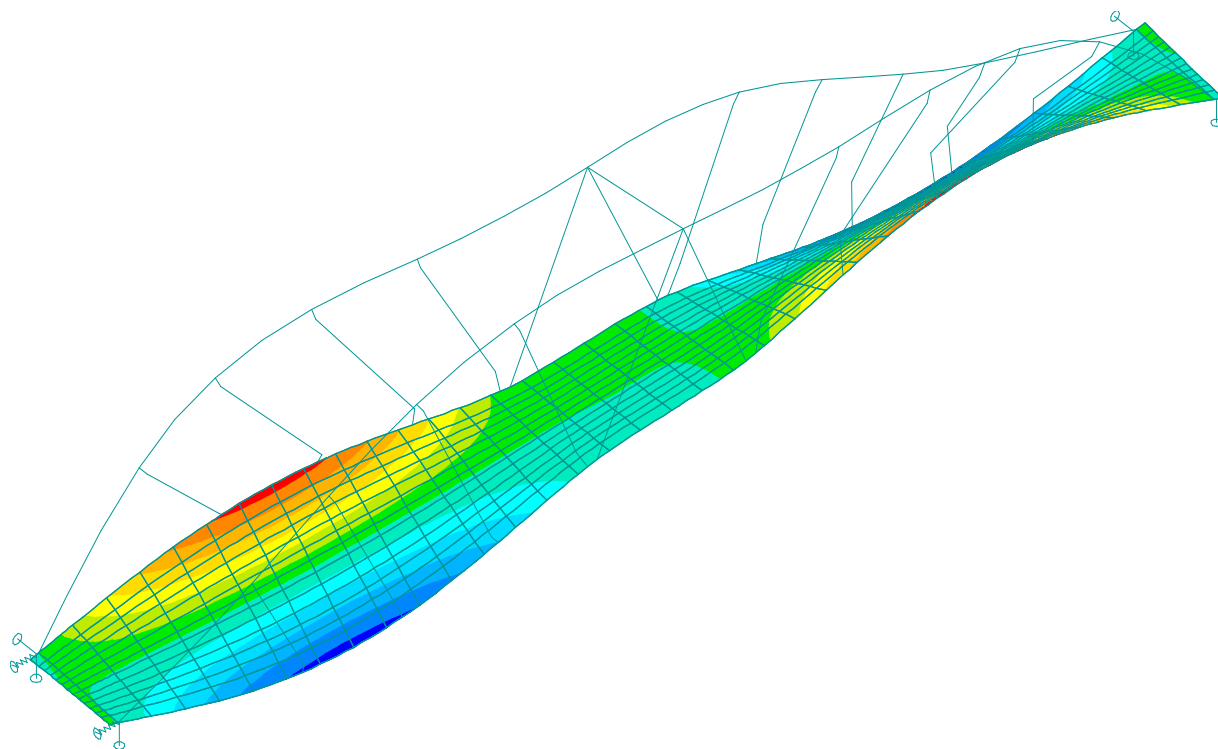
$1.94 \text{ Hz} < 2.99 \text{ Hz} < 4.04 \text{ Hz}$



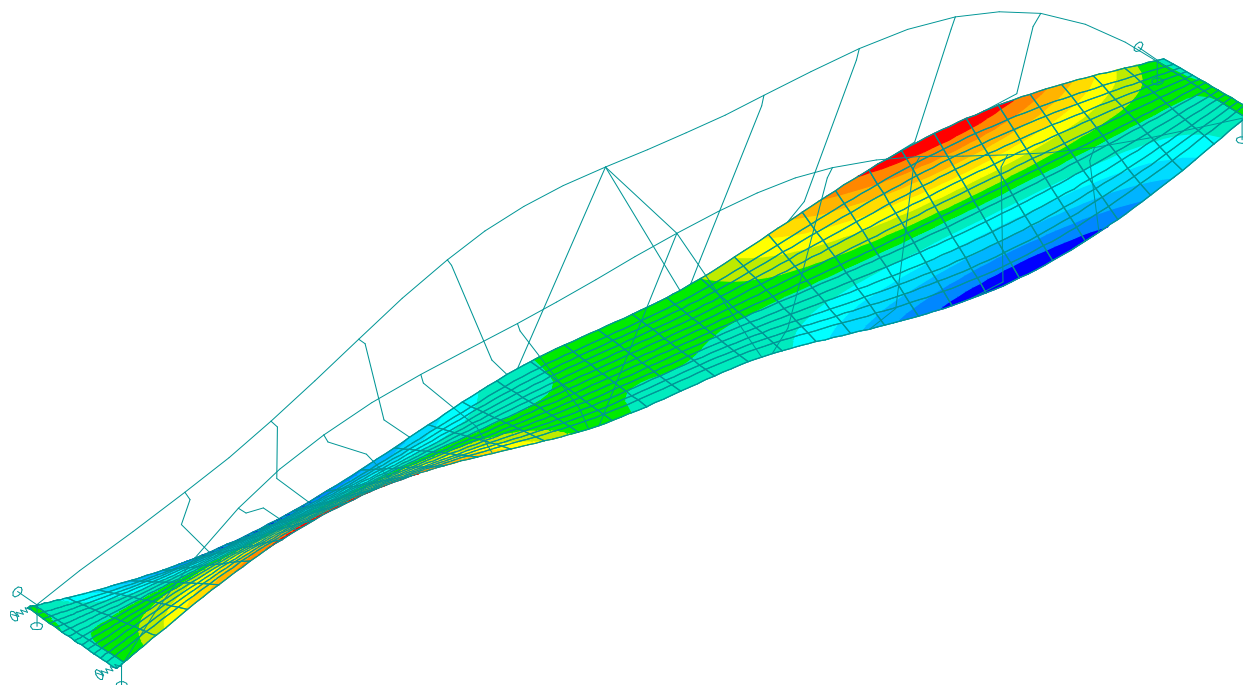
1. ohybová frekvence mostu při nominální odchylce šterku - 30%

$\omega_0 = 3.55 \text{ Hz}$

$1.94 \text{ Hz} < 3.55 \text{ Hz} < 4.04 \text{ Hz}$



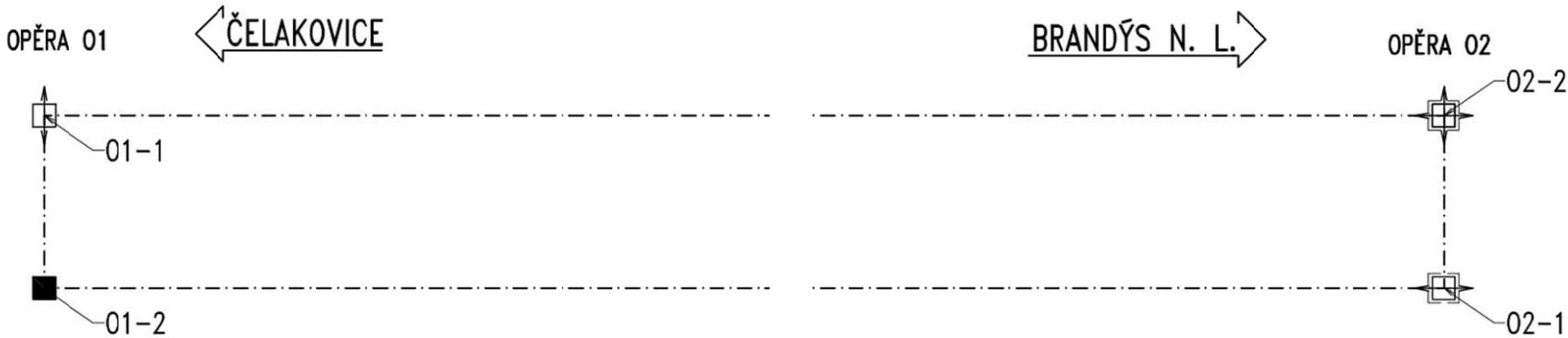
1. torzní frekvence mostu při nominální odchylce štěrku + 30%
 $n_o = 4,74 \text{ Hz} > 1,2 \cdot 2,99 = 3,59 \text{ Hz}$



1. torzní frekvence mostu při nominální odchylce štěrku + 30%
 $n_o = 5,39 \text{ Hz} > 1,2 \cdot 2,99 = 3,59 \text{ Hz}$

7. Reakce

Ložisko	Max. síly [kN]					Natočení	Posun (mm)		Přednastavení (mm)		Výbava						Poznámky
	Návrhové hodnoty s dyn. souč.						podélný	příčný	podélné	příčné	Kotvení	Záměrná deska	Ochranný pás	Stupnice posunů a index	Kotevní deska		
															R _z		
max.	min.	max.	max.	max.	max.	max.	T=10°C	T=10°C									
O1-01	6902	2714	±	±		4.5	±	±	0	0	ano	ano	ano	ano	ne	ano	
O1-02	6902	2714	±	±		4.5	±	±	0	-							
O2-01	6902	2714	±	±		4.5	±	±	-	0							
O2-02	6902	2714	±	±		4.5	±	±	-	-							



8. Deformace konstrukce

Svislá deformace konstrukce

Rozhodující zatížení

$$(LM-71) \cdot \alpha \cdot \phi_3 = 22.3 \cdot 1.1 \cdot 1.08 = \mathbf{26,5 \text{ mm}} < 1/600 L = 68000/600 = \mathbf{113 \text{ mm}}$$

VYHOVÍ

Deformace z hlediska pohody cestujících

Pro jedno prosté pole a rychlost do 160 km/h: $600 \cdot 0.7 = 420$ ale min. $L/600$.

$$LM-71 \cdot \phi_3 = 22.3 \cdot 1.08 = \mathbf{24,5 \text{ mm}} < 1/600 L = 68000/600 = \mathbf{113 \text{ mm}}$$

VYHOVÍ

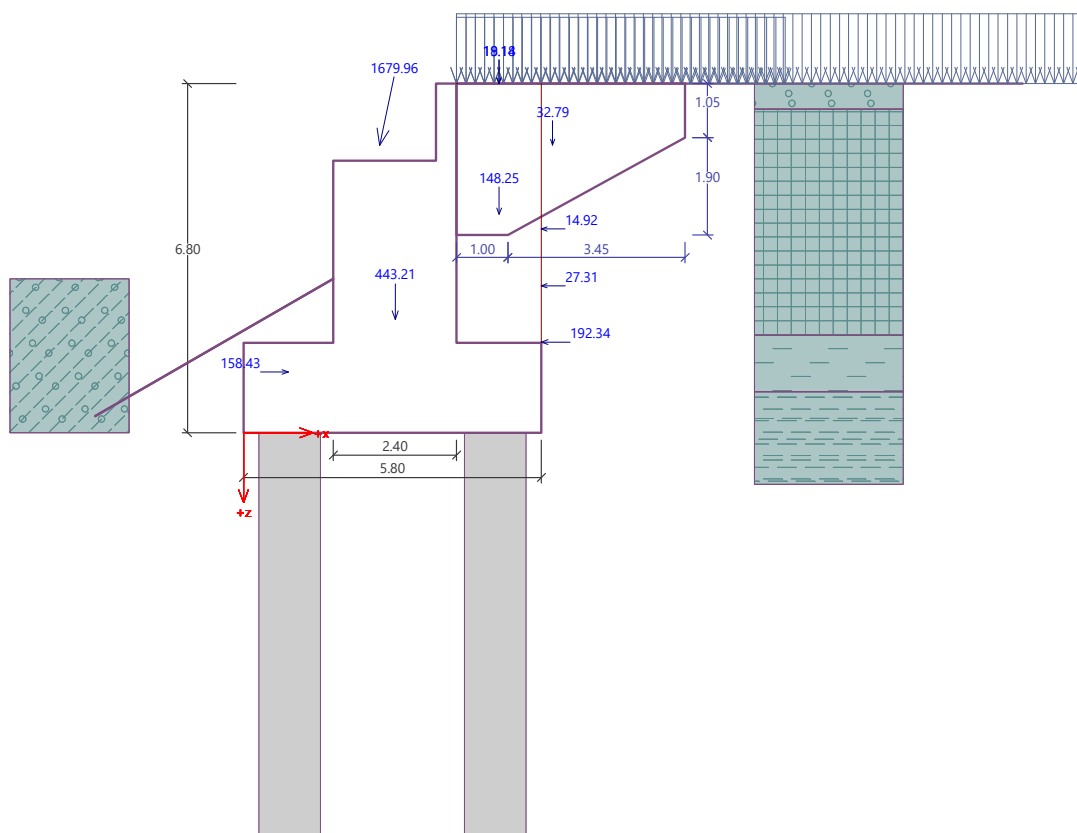
Výpočet průhybů pro nadvýšení

Průhyb od: Vlastní hmotnost = 4,7 mm

Průhyb od: Stále + $0,25(LM-71) \cdot \alpha \cdot \phi_3 = 14.1 + 6,3 = 20.4 \text{ mm}$

9. Spodní stavba

9.1. Opěra O1



9.1.1. Založení

Posouzení skupiny pilot

Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

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 : $\gamma_{M0} = 1.00$

Parametry zemin

Přechodová oblast

Objemová tíha : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 35.50^\circ$
 Soudržnost zemin : $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 114.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zemin : soudržná

Zásyp za opěrou

Objemová tíha : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8.00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 24.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

R6/S4 CI

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

R5

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 22.50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 35.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

R6/F6 CIO

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 9.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

Beton

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 45.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8000.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

Konstrukce

Průměr piloty $d = 1.20 \text{ m}$
 Přesah desky $o = 0.30 \text{ m}$

Souřadnice pilot

Číslo	x [m]	y [m]	$\alpha [^\circ]$	Typ zadání
1	-2.00	-4.00	10.00	ve směru osy X
2	-2.00	-2.00	10.00	ve směru osy X
3	-2.00	0.00	10.00	ve směru osy X
4	-2.00	2.00	10.00	ve směru osy X
5	-2.00	4.00	10.00	ve směru osy X
6	2.00	-4.00	0.00	kolmo ke středu

Číslo	x [m]	y [m]	α [°]	Typ zadání
7	2.00	-2.00	0.00	kolmo ke středu
8	2.00	0.00	0.00	kolmo ke středu
9	2.00	2.00	0.00	kolmo ke středu
10	2.00	4.00	0.00	kolmo ke středu
11	0.00	4.00	0.00	kolmo ke středu
12	0.00	-4.00	0.00	kolmo ke středu

Geometrie

Hloubka založení $h_z = 6.80$ m
 Vysazení piloty $h = 0.00$ m
 Tloušťka základové desky $t = 1.75$ m
 Délka pilot $l = 7.90$ m
 Účinnost skupiny pilot $\eta_g = 1.00$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 0.00$ kN/m³

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20.00$ MPa
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2.20$ MPa
 Modul pružnosti $E_{cm} = 30000.00$ MPa
 Modul pružnosti ve smyku $G = 12500.00$ MPa

Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00$ MPa

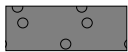



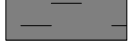

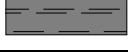
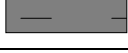
Ocel příčná: B500



Mez kluzu $f_{yk} = 500.00$ MPa

Stanovení svislých pružin

Typické zatížení (pro výpočet tuhosti svislých pružin) : ZS 1

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0.50	0.00 .. 0.50	Přechodová oblast	
2	4.40	0.50 .. 4.90	Beton	
3	1.10	4.90 .. 6.00	R6/F6 CIO	
4	2.30	6.00 .. 8.30	R5	
5	0.40	8.30 .. 8.70	R6/F6 CIO	
6	1.30	8.70 .. 10.00	R5	
7	1.40	10.00 .. 11.40	R5	
8	1.50	11.40 .. 12.90	R6/F6 CIO	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
9	4.50	12.90 .. 17.40	R5	
10	-	17.40 .. ∞	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _z [kNm]
	nové	změna								
1	Ano		ZS 1	Návrhové	19276.18	0.00	16279.53	-3860.85	0.00	0.00
2	Ano		ZS 2	Návrhové	17194.38	0.00	18698.76	-4186.34	0.00	0.00

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : pružinová metoda

Uložení pilot v patě : plovoucí piloty - tuhosti pružin dopočítat z parametrů zemin

Připojení pilot k desce : tuhé

Modul reakce podloží : podle ČSN 73 1004

Výsledky výpočtu**Maximální vnitřní síly (všechna zatížení)**

Maximální tlaková síla = -2484.17 kN
 Minimální tlaková síla = -485.65 kN
 Maximální moment = 2044.12 kNm
 Maximální posouvající síla = 572.76 kN

Maximální deformace (jen užitná zatížení)

Maximální sednutí = 22.6 mm
 Maximální vodorovný posun desky = 15.6 mm
 Maximální natočení desky = 2.1E-01 °

Posouzení čís. 1**Vstupní data pro dimenzaci piloty**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejneprůzračnější kombinace.

Výztuž navržena pro všechny piloty ve skupině.

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 14 ks profil 32.0 mm; krytí 100.0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0.996 \% > 0.250 \% = \rho_{\min}$ Zatížení : $N_{Ed} = -485.65$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 2044.12$ kNmÚnosnost : $N_{Rd} = -534.32$ kN; $M_{Rd} = 2248.96$ kNm**Navržená výztuž piloty VYHOVUJE****Posouzení na smyk**

Smyková výztuž - 2 ks profil 12.0 mm; vzdálenost 300.0 mm

 $A_{sw} = 754.0$ mm²Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 708.09$ kN > 572.76 kN = V_{Ed} **Průřez VYHOVUJE.****Průběhy vnitřních sil po konstrukci**

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	572.76	2044.12	-705.34	-2484.17

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.79	316.08	2002.48	-690.12	-2434.66
1.58	255.75	1903.03	-660.82	-2325.81
2.37	288.48	1706.87	-635.87	-2206.88
3.16	329.29	1464.94	-609.97	-2067.24
3.95	342.15	1192.14	-579.94	-1899.01
4.74	340.96	929.37	-552.12	-1714.99
5.53	334.71	661.70	-534.82	-1584.32
6.32	306.56	403.77	-522.81	-1492.67
7.11	258.56	183.03	-500.45	-1318.06
7.90	215.44	0.00	-485.65	-1200.28

Posouzení piloty

Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

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 : $\gamma_{M0} = 1.00$

Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)

Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1.30$

Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0.50$

Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0.67$

Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky : ČSN 73 1002

Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)

Vodorovná únosnost : pružný poloprostor

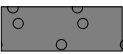

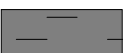
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997




Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

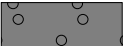
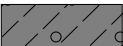




Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Přechodová oblast		35.50	0.00	19.00	0.25
2	Zásyp za opěrou		29.00	8.00	19.00	0.35
3	R6/S4 CI		18.00	20.00	21.00	0.35

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
4	R5		22.50	35.00	21.00	0.35
5	R6/F6 CIO		18.00	20.00	21.00	0.35
6	Beton		45.00	8000.00	21.00	0.35

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Přechodová oblast		114.00	-	19.00	-	-
2	Zásyp za opěrou		24.00	-	19.00	-	-
3	R6/S4 CI		-	20.00	21.00	-	-
4	R5		-	30.00	21.00	-	-
5	R6/F6 CIO		-	9.00	21.00	-	-
6	Beton		-	30.00	21.00	-	-

Parametry zemín

Přechodová oblast

Objemová tíha :	γ	=	19.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	ϕ_{ef}	=	35.50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.25
Edometrický modul :	E_{oed}	=	114.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19.00 kN/m ³

Zásyp za opěrou

Objemová tíha :	γ	=	19.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	ϕ_{ef}	=	29.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	8.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.35
Edometrický modul :	E_{oed}	=	24.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19.00 kN/m ³

R6/S4 CI

Objemová tíha :	γ	=	21.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	ϕ_{ef}	=	18.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	20.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.35
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	20.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21.00 kN/m ³

R5

Objemová tíha :	γ	=	21.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	ϕ_{ef}	=	22.50 °

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 35.00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

R6/F6 CIO

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 9.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Beton

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 45.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8000.00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20 \text{ m}$

Délka $l = 7.90 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 1.13\text{E}+00 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti $I = 1.02\text{E}-01 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0.00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 12500.00 \text{ MPa}$



Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.50	0.00 .. 1.50	R5	
2	0.40	1.50 .. 1.90	R6/F6 CIO	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
3	1.30	1.90 .. 3.20	R5	
4	1.40	3.20 .. 4.60	R5	
5	1.50	4.60 .. 6.10	R6/F6 CIO	
6	4.50	6.10 .. 10.60	R5	
7	-	10.60 .. ∞	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		ZS 1	Návrhové	2484.17	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Ano		ZS 2	Návrhové	485.65	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ano		ZS 3	Užitné	2309.03	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Ano		ZS 4	Užitné	563.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Svislá únos. čís.1 - Plovoucí pilota**Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky**

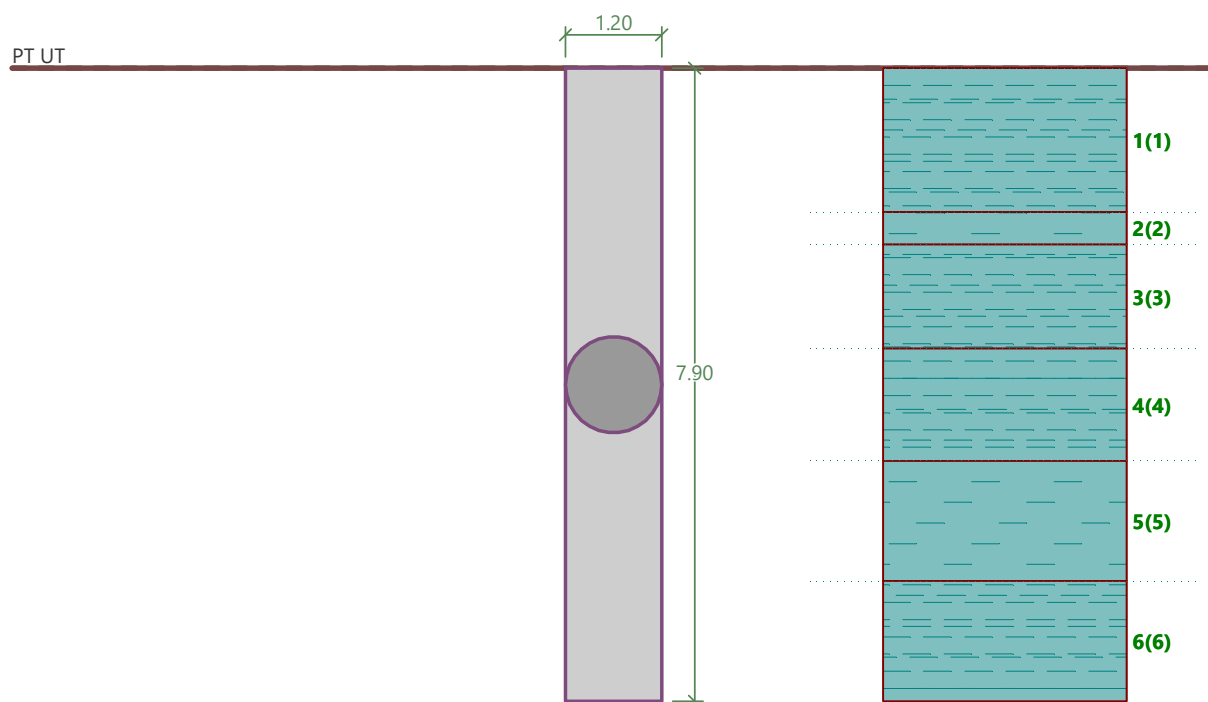
Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti $N_c = 17.45$ Součinitel únosnosti $N_d = 8.23$ Součinitel únosnosti $N_b = 4.49$ Součinitel únosnosti $K_1 = 1.00$ Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 2660.31 \text{ kPa}$ Plocha příčného řezu piloty $A_p = 1.13E+00 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 1.22 \text{ m}$

Hloubka [m]	Mocnost [m]	ϕ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
1.50	1.50	22.50	35.00	21.00	1.00	39.22	201.62
1.90	0.40	18.00	20.00	21.00	1.00	27.59	37.82
3.20	1.30	22.50	35.00	21.00	1.00	49.35	219.87
4.60	1.40	22.50	35.00	21.00	1.00	56.95	273.23
6.10	1.50	18.00	20.00	21.00	1.00	43.88	225.58
6.68	0.58	22.50	35.00	21.00	1.00	70.95	140.34



Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Účinnost skupiny pilot $\eta_g = 1.00$

Posouzení tlačené piloty:

Nejpříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1098.46 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 2735.22 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 3833.68 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 2484.17 \text{ kN}$

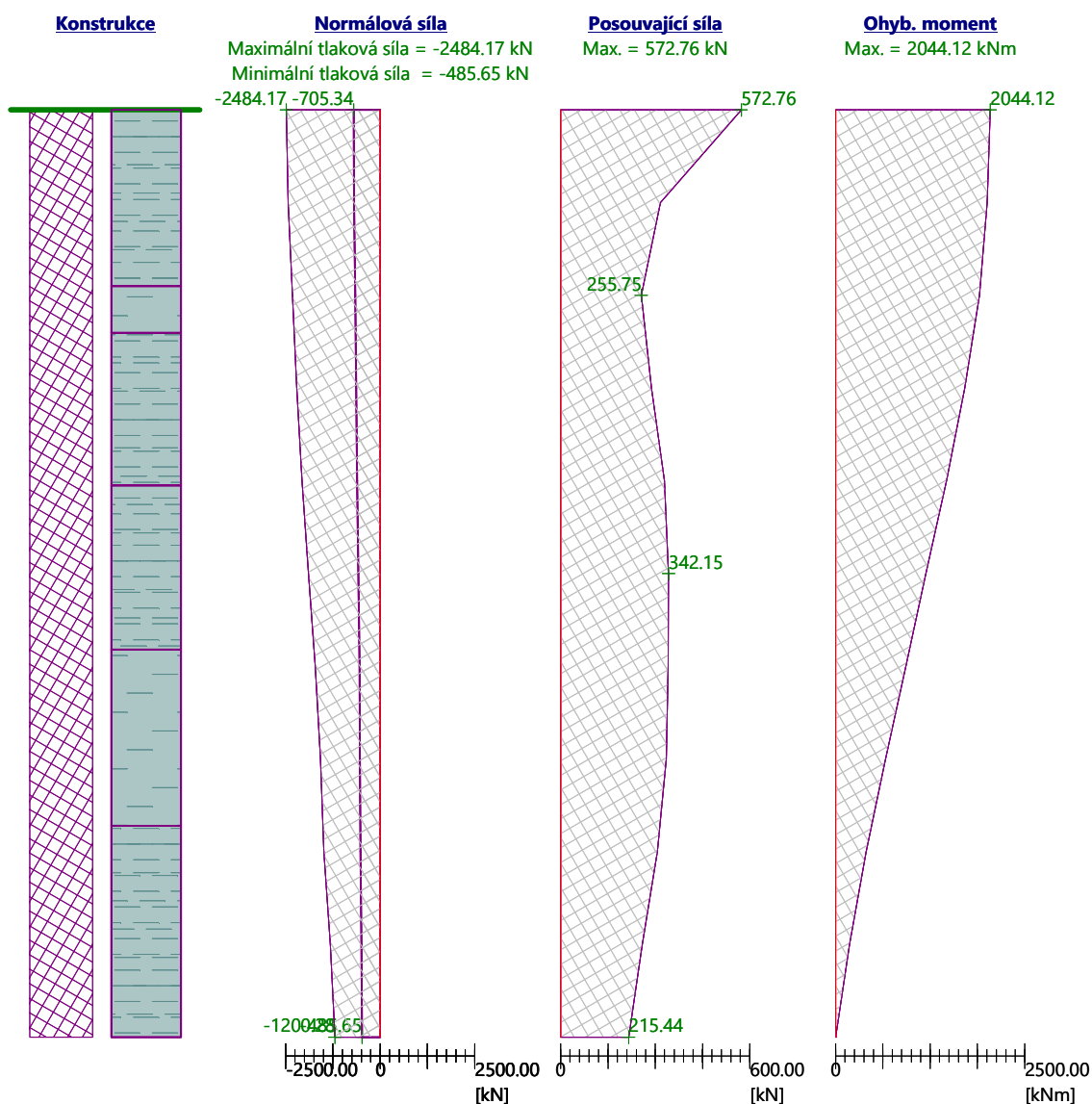
$$R_c = 3833.68 \text{ kN} > 2484.17 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

9.1.2. Průřez piloty

Mezní stav únosnosti

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	572.76	2044.12	-705.34	-2484.17
0.79	316.08	2002.48	-690.12	-2434.66
1.58	255.75	1903.03	-660.82	-2325.81
2.37	288.48	1706.87	-635.87	-2206.88
3.16	329.29	1464.94	-609.97	-2067.24
3.95	342.15	1192.14	-579.94	-1899.01
4.74	340.96	929.37	-552.12	-1714.99
5.53	334.71	661.70	-534.82	-1584.32
6.32	306.56	403.77	-522.81	-1492.67
7.11	258.56	183.03	-500.45	-1318.06
7.90	215.44	0.00	-485.65	-1200.28

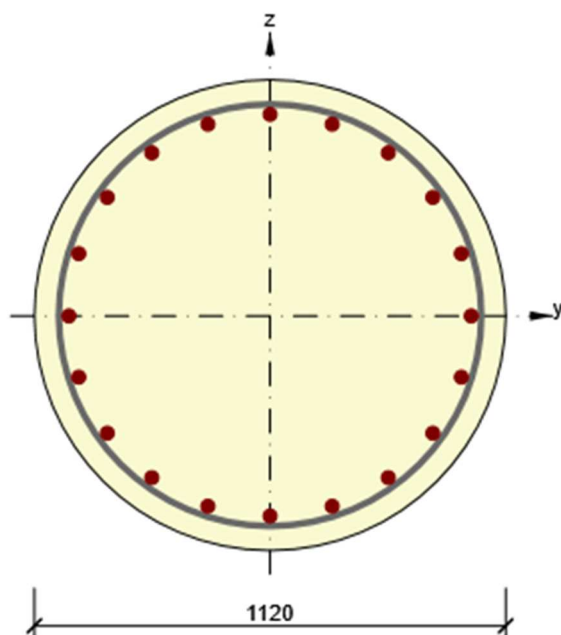


Mezní stav použitelnosti

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	346.15	1303.43	-690.94	-1839.23
0.79	196.60	1250.96	-679.58	-1787.22
1.58	165.75	1178.56	-657.70	-1673.93
2.37	185.20	1053.13	-639.10	-1565.00
3.16	199.55	904.08	-619.81	-1450.23
3.95	202.85	740.67	-597.47	-1316.62
4.74	203.22	586.29	-576.79	-1190.32
5.53	202.24	425.58	-563.95	-1109.83
6.32	188.68	267.92	-555.04	-1055.56
7.11	170.94	128.41	-538.48	-952.07
7.90	158.34	0.00	-527.52	-882.17

Kvazistálá kombinace

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	111.10	668.85	-804.85	-1110.77
0.79	85.43	596.95	-787.39	-1075.83
1.58	85.47	534.03	-753.76	-1007.45
2.37	88.12	463.59	-725.12	-948.68
3.16	85.86	394.57	-695.39	-888.14
3.95	79.56	327.37	-660.93	-818.26
4.74	78.99	268.42	-628.99	-753.16
5.53	81.95	204.19	-609.14	-712.28
6.32	80.11	138.43	-595.35	-684.86
7.11	87.20	74.98	-569.68	-633.25
7.90	107.44	0.00	-552.70	-598.61



Vložka	Ø [mm]	Materiál	Y [mm]	Z [mm]
1	32	B 500B	478	0
2	32	B 500B	455	148
3	32	B 500B	387	281
4	32	B 500B	281	387
5	32	B 500B	148	455
6	32	B 500B	0	478
7	32	B 500B	-148	455
8	32	B 500B	-281	387
9	32	B 500B	-387	281
10	32	B 500B	-455	148
11	32	B 500B	-478	0
12	32	B 500B	-455	-148
13	32	B 500B	-387	-281
14	32	B 500B	-281	-387
15	32	B 500B	-148	-455
16	32	B 500B	0	-478
17	32	B 500B	148	-455
18	32	B 500B	281	-387
19	32	B 500B	387	-281
20	32	B 500B	455	-148

Třmínky

Třmínek	Ø [mm]	Materiál	Vzdálenost [mm]	Uzavřený	Posudek smyku	Posudek kroucení	Průměr zaoblení
1	16	B 500B	200	Ano	Ano	Ano	0,00

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-705,0	0,0	572,0	0,0	2044,0	0,0
Celkové	Charakteristická	-690,0	0,0	0,0	0,0	1303,0	0,0
Celkové	Kvazistálá	-804,0	0,0	0,0	0,0	669,0	0,0

Mezní stav únosnosti - základní kombinace zatížení

Osa	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y/z} [kNm]	M _{0,y/z} [kNm]	M _{i,y/z} [kNm]	M _{0Ed,y/z} [kNm]	M _{2,y/z} [kNm]	e _{0,y/z} [mm]	e _{i,y/z} [mm]	e _{0Ed,y/z} [mm]	e _{2,y/z} [mm]	e _{Ed,y/z} [mm]
y	-705,0	2049,3	2044,0	5,3	2049,3	0,0	2899	8	2907	0	2907
y vyp		2049,3			2049,3	0,0			2907	0	2907
z	-705,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0	8	0	0	0
z vyp		0,0			0,0	0,0			0	0	0

Prostorový ohyb

λ_y / λ_z	λ_z / λ_y	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Podmínka posudku
1,00	1,00	0,00	∞	Vyhovuje

Štíhlost

Osa	I [m]	I ₀ [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	λ [-]	λ_{lim} [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y \perp	3,00	3,00	280	1,00	1,31	0,70	0,04	10,72	75,00	I. řádu
z \perp	3,00	3,00	280	0,74	1,31	0,70	0,04	10,72	71,63	I. řádu

Jmenovitá křivost

Osa	K _r [-]	K _{ϕ} [-]	ϕ_{eff} [-]	1/r ₀ [1/m]	1/r [1/m]	n _u [-]	n _{bal} [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y \perp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z \perp	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00

Osa	θ_i [-]	α_m [-]	α_h [-]	ρ_m [-]	M ₀₁ [kNm]	M ₀₂ [kNm]
y \perp	0,01	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0
z \perp	0,01	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0

A _c [mm ²]	A _s [mm ²]	ω [-]	ϕ [-]	ϵ_{yd} [1e-4]
983953	16085	0,36	1,75	0,0

Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-705,0	2049,3	0,0	Nu-Mu-Mu	65,6	100,0	OK

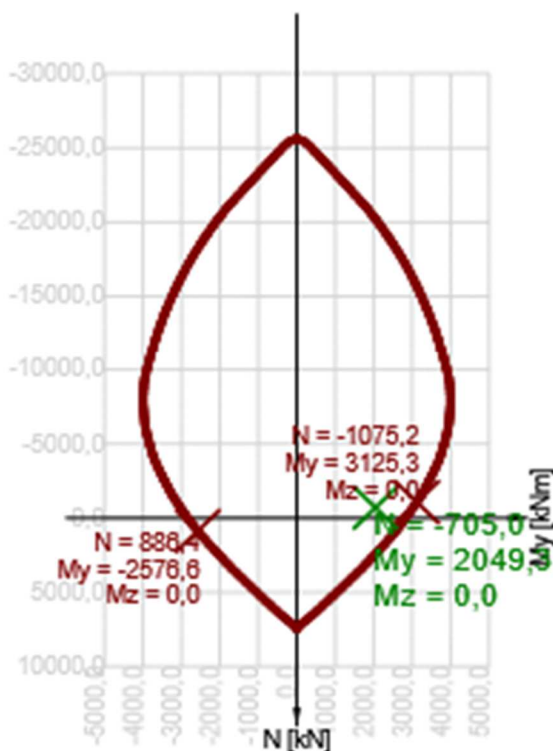
Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	-705,0	-1075,2	886,4
M _y [kNm]	2049,3	3125,3	-2576,6
M _z [kNm]	0,0	0,0	0,0

Přepočet vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekcí)

Osa	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-705,0	2049,3	2044,0	2049,3	0,0
Z	-705,0	0,0	0,0	0,0	0,0

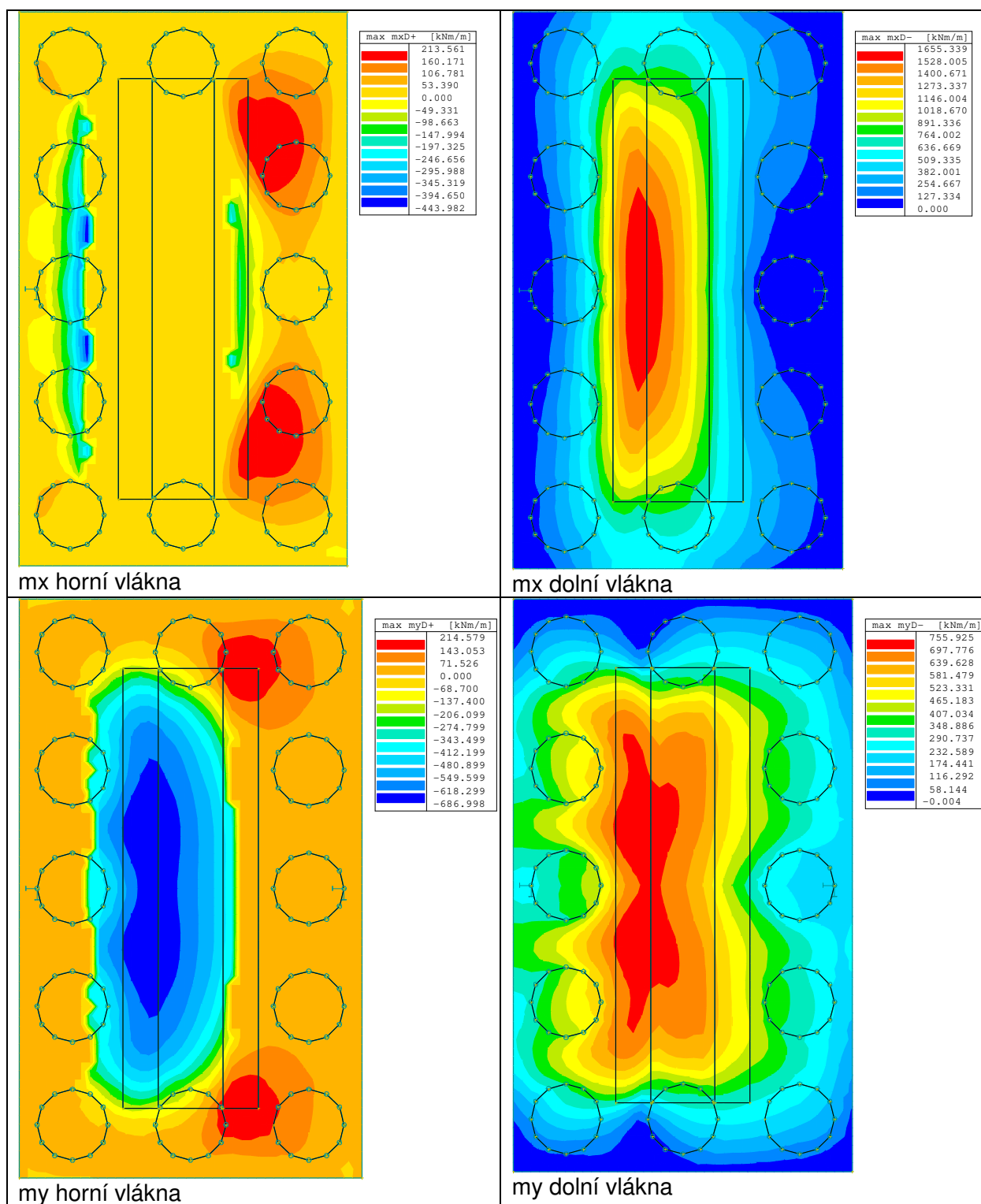
Řez N - My

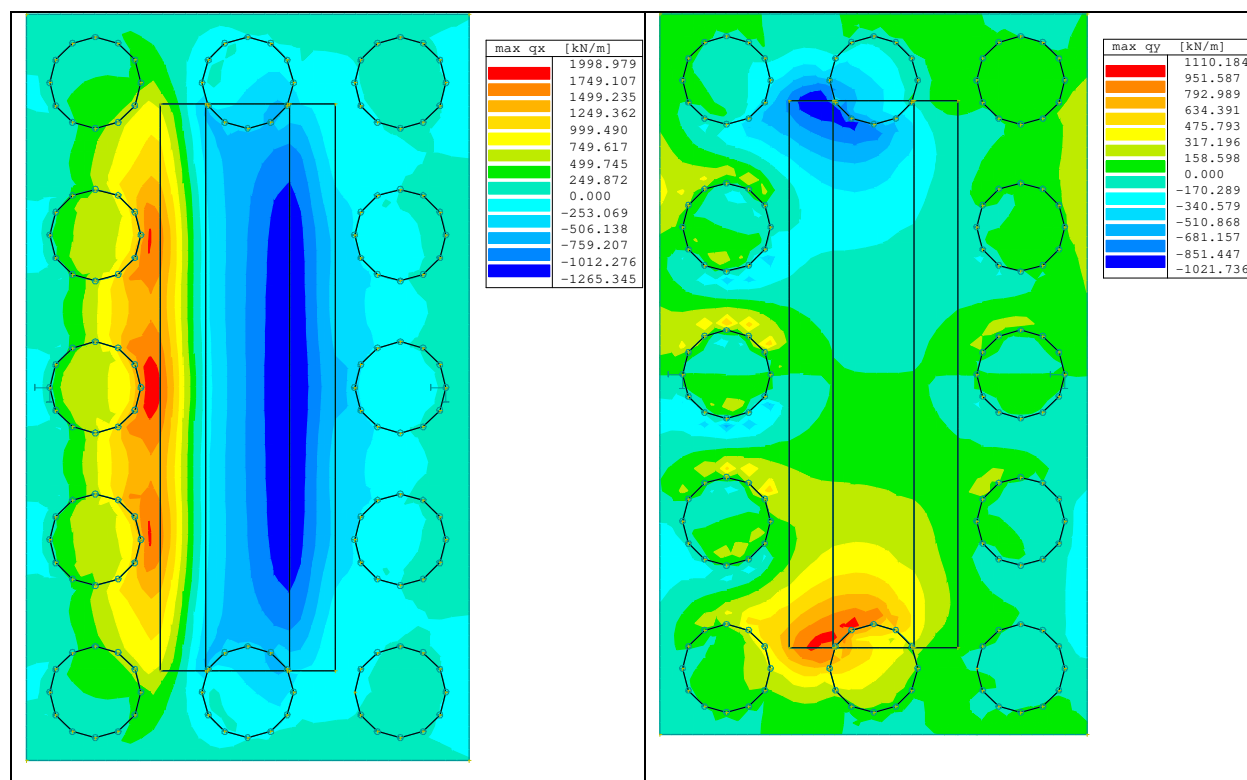


Souhrn

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-690,0	1303,0	0,0			98,2	OK
Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-705,0	2049,3	0,0			65,6	OK
Smyk	-705,0			572,0	0,0	97,8	OK
Interakce	-705,0	2049,3	0,0	572,0	0,0	93,1	OK
Omezení napětí	-690,0	1303,0	0,0			98,2	OK
Šířka trhliny	-804,0	669,0	0,0			26,7	OK

9.1.3. Základ opěry





9.1.3.1. Dolní výztuž příčný směr základu

Posouzení ... prvku

posudek železobetonového průřezu dle ČSN EN 1992-2

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
M_{ed}	1655	1226	858	kNm
Q_{ed}	1995	1478	1034	kN

materiál

C25/30

10 505 (R)	beton	C25/30
$f_{yk} = 500$ MPa	$f_{ck} = 25$ MPa	
$\gamma_s = 1.15$	$f_{cm} = 33$ MPa	
$f_{yd} = 435$ MPa	$f_{ctm} = 2.6$ MPa	
$E_s = 200$ GPa	$f_{ctk,0.05} = 1.8$ MPa	
$\xi_{bal,1} = 0.617$	$E_{cm} = 31$ GPa	
$\xi_{bal,2} = 0.379$	$\epsilon_{c3} = 0.00175$ pom. přet. na mezi plasticity	
	$\epsilon_{cu3} = 0.0035$ pom. přet. na mezi porušení	
	$\gamma_c = 1.5$	
	$\alpha_{cc} = 0.85$	
	$\alpha_{ct} = 1$	

$$f_{cd} = 14.2 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1.20 \text{ MPa}$$

průřez		výztuž					
h=	1.70 m	výška	$\phi =$	32 mm	$\phi =$	0 mm	
b=	1.00 m	šířka	počet =	5 ks	počet =	0 ks	
c=	50 mm	krytí	$A_s =$	4.02E-03 m ²	> $A_{s,min} = 2.21E-03 \text{ m}^2$		
					< $A_{s,max} = 6.80E-02 \text{ m}^2$		

mezní stav únosnosti**ohyb**

$$d = 1.634 \text{ m} \quad \text{účinná výška}$$

$$x = 0.154 \text{ m} \quad \text{výška tlač. oblasti}$$

$$\xi = 0.094 \quad \text{poměrná výška tl.obl.} \quad < \quad \xi_{max} = 0.62$$

$$z = 1.572 \text{ m} \quad \text{rameno vnitřních sil}$$

$$M_{Rd} = 2748.9 \text{ kNm} > M_{ed} = 1655.0 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

smyk

$$b_t = b_w = 1.00 \text{ m} \quad \text{šířka průřezu pro smyk}$$

$$C_{Rd,c} = 0.12$$

$$k = 1.350$$

$$k_1 = 0.15$$

$$A_{sl} = 4.02E-03 \text{ m}^2 \quad \text{plocha tahové výztuže, která zasahuje min. } l_{bd} + d \text{ směrem k podpoře}$$

$$\rho_l = 2.46E-03$$

$$V_{min} = 0.274$$

$$V_{Rd,c} = 485.0 \text{ kN} < V_{ed} = 1995.0 \text{ kNm} \quad \text{JE TŘEBA NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ}$$

svislá smyková výztuž

$$\phi = 20 \text{ mm} \quad \text{profil}$$

$$n = 1 \text{ ks} \quad \text{počet střihů}$$

$$s = 0.2 \text{ m} \quad \text{vzdálenost řad}$$

$$\alpha = 45^\circ \quad \text{sklon smykové výztuže (od vodorovné)}$$

$$\cot\theta = 2.50 \quad \text{sklon tlakových diagonál}$$

$$v_1 = 0.54$$

$$V_{Rd,s} = 2657.5 \text{ kN} \quad \text{únosnost smykové výztuže}$$

$$V_{Rd,max} = 5806.6 \text{ kN} \quad \text{únosnost tlakové diagonály}$$

$$V_{Rd,s} = 2657.5 \text{ kN} > V_{ed} = 1995.0 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

minimální průřezové plochy výztuže s ohledem na omezení trhlin

$$t = 20 \text{ dní} \quad \text{stáří betonu v době vzniku trhlin}$$

$$\text{třída cementu (R, N, S):} \quad \mathbf{R}$$

$$s = 0.2$$

$$\beta_{cc} = 0.964$$

$$f_{cm}(t) = 2.51 \text{ MPa}$$

$$f_{cm,eff} = 2.51 \text{ MPa}$$

$$A_c = 1.70 \text{ m}^2$$

$$k_c = 0.4$$

$$k = 0.65$$

$$\sigma_s = 500 \text{ MPa}$$

deska ▼

$$A_{s,min} = 2.22E-03 \text{ m}^2 < A_s = 4.02E-03 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVUJ}$$

mezní stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

$$\begin{aligned} M_{ed} &= 858.148 \text{ kNm} \\ \alpha_e &= 15.0 \text{ pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení} \\ x &= 0.388 \text{ m} \\ I_{xi} &= 1.13E-01 \text{ m}^4 \\ \sigma_c &= 2.9 \text{ MPa} < 0,45f_{ck} = 11.25 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE} \\ \sigma_s &= 141.8 \text{ MPa} \\ w_k &= 0.17 \text{ mm} < w_{lim} = 0.30 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE} \\ s_{r,max} &= 393 \text{ mm} \quad k_1 = 0.8 \\ \rho_{p,eff} &= 2.44E-02 \quad k_2 = 0.5 \\ h_{c,eff} &= 0.165 \quad k_3 = 3.4 \\ k_t &= 0.4 \quad k_4 = 0.425 \end{aligned}$$

9.1.3.2. Dolní výztuž podélný směr základu

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris tická	MSP kvazistál á	
M_{ed}	755	559	391	kNm
Q_{ed}	1110	822	576	kN

materiál

C25/30

10 505 (R)	beton	C25/30
$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	
$\gamma_s = 1.15$	$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$	
$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}$	
$E_s = 200 \text{ GPa}$	$f_{ctk,0.05} = 1.8 \text{ MPa}$	
$\xi_{bal,1} = 0.617$	$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$	
$\xi_{bal,2} = 0.379$	$\epsilon_{c3} = 0.00175$	pom. přet. na mezi plasticity
	$\epsilon_{cu3} = 0.0035$	pom. přet. na mezi porušení
	$\gamma_c = 1.5$	
	$\alpha_{cc} = 0.85$	
	$\alpha_{ct} = 1$	
	$f_{cd} = 14.2 \text{ MPa}$	
	$f_{ctd} = 1.20 \text{ MPa}$	

průřez			výztuž						
h	$=$	1.70 m	výška	ϕ	$=$	25 mm	ϕ	$=$	0 mm
b	$=$	1.00 m	šířka	počet	$=$	5 ks	počet	$=$	2.5 ks
c	$=$	50 mm	krytí	A_s	$=$	2.45E-03 m ²	$A_{s,min}$	$=$	2.21E-03 m ²
							$A_{s,max}$	$=$	6.80E-02 m ²

mezni stav únosnosti**ohyb**

d	$=$	1.638 m	účinná výška						
x	$=$	0.094 m	výška tlač. oblasti						
ξ	$=$	0.058	poměrná výška tl.obl.				ξ_{max}	$=$	0.62
z	$=$	1.600 m	rameno vnitřních sil						
M_{Rd}	$=$	1707.2 kNm	$>$	M_{ed}	$=$	755.0 kNm	VYHOVUJE		

smyk

$b_t=b_w$	$=$	1.00 m	šířka průřezu pro smyk						
$C_{Rd,c}$	$=$	0.12							
k	$=$	1.349							
k_1	$=$	0.15							
A_{sl}	$=$	2.45E-03 m ²	plocha tahové výztuže, která zasahuje min. $l_{bd} + d$ směrem k podpoře						
ρ_l	$=$	1.50E-03							
V_{min}	$=$	0.274							
$V_{Rd,c}$	$=$	449.2 kN	$<$	V_{ed}	$=$	1110.0 kNm	JE TŘEBA NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ		

svislá smyková výztuž

ϕ	$=$	20 mm	profil						
n	$=$	1 ks	počet střihů						
s	$=$	0.2 m	vzdálenost řad						
α	$=$	45 °	sklon smykové výztuže (od vodorovné)						
$\cot\theta$	$=$	2.50	sklon tlakových diagonál						
v_1	$=$	0.54							
$V_{Rd,s}$	$=$	2704.1 kN	únosnost smykové výztuže						
$V_{Rd,max}$	$=$	5908.4 kN	únosnost tlakové diagonály						
$V_{Rd,s}$	$=$	2704.1 kN	$>$	V_{ed}	$=$	1110.0 kNm	VYHOVUJE		
F_{td}	$=$	832.5 kN	přírůstek tahové síly v podélné výztuži						

mezni stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

M_{ed}	$=$	391.481 kNm	pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení						
α_e	$=$	15.0							
x	$=$	0.312 m							
I_{xi}	$=$	7.48E-02 m ⁴							
σ_c	$=$	1.6 MPa	$<$	$0,45f_{ck}$	$=$	11.25 MPa	VYHOVUJE		
σ_s	$=$	104.0 MPa							
w_k	$=$	0.14 mm	$<$	w_{lim}	$=$	0.30 mm	VYHOVUJE		
$S_{r,max}$	$=$	441 mm		k_1	$=$	0.8			
$\rho_{p,eff}$	$=$	1.57E-02		k_2	$=$	0.5			

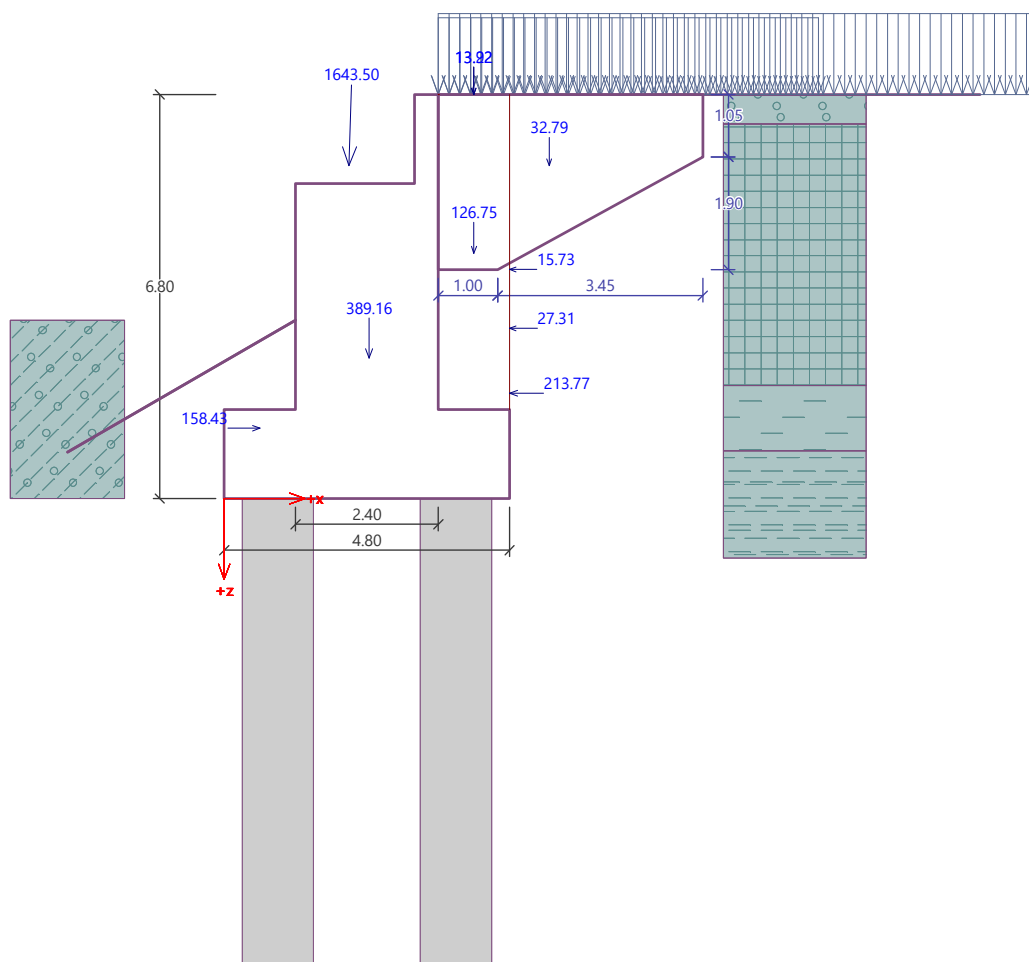
$$h_{c,eff} = 0.156$$

$$k_t = 0.4$$

$$k_3 = 3.4$$

$$k_4 = 0.425$$

9.2. Opěra O2



9.2.1. Založení

Posouzení skupiny pilot

Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

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 : $\gamma_{M0} = 1.00$

Parametry zemin

Přechodová oblast

Objemová tíha : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 35.50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 114.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

Zásyp za opěrou

Objemová tíha : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8.00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 24.00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

R6/S4 CI

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

R5

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 22.50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 35.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

R6/F6 CIO

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 9.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

Beton

Objemová tíha : $\gamma = 24.00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 45.00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8000.00 \text{ kPa}$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 24.00 \text{ kN/m}^3$
 Typ zeminy : soudržná

Konstrukce

Šířka základové desky $b_x = 4.80 \text{ m}$
 $b_y = 9.80 \text{ m}$
 Průměr piloty $d = 1.20 \text{ m}$
 Počet pilot $n_x = 2$
 $n_y = 5$
 Osová vzdálenost $s_x = 3.00 \text{ m}$
 $s_y = 2.00 \text{ m}$

Geometrie

Hloubka založení $h_z = 6.80 \text{ m}$
 Vysazení piloty $h = 0.00 \text{ m}$
 Tloušťka základové desky $t = 1.50 \text{ m}$
 Délka pilot $l = 7.90 \text{ m}$
 Účinnost skupiny pilot $\eta_g = 1.00$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 0.00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti $E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti ve smyku $G = 12500.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

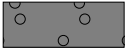



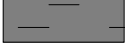





Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Stanovení svislých pružin

Typické zatížení (pro výpočet tuhosti svislých pružin) : ZS 1

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0.50	0.00 .. 0.50	Přechodová oblast	
2	4.40	0.50 .. 4.90	Beton	
3	1.10	4.90 .. 6.00	R6/F6 CIO	
4	2.30	6.00 .. 8.30	R5	
5	0.40	8.30 .. 8.70	R6/F6 CIO	
6	1.30	8.70 .. 10.00	R5	
7	1.40	10.00 .. 11.40	R5	
8	1.50	11.40 .. 12.90	R6/F6 CIO	
9	4.50	12.90 .. 17.40	R5	
10	-	17.40 .. ∞	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _z [kNm]
	nové	změna								
1	Ano		ZS 1	Návrhové	18386.89	0.00	5736.70	-1797.24	0.00	0.00
2	Ano		ZS 2	Návrhové	16621.43	0.00	7587.60	-2122.72	0.00	0.00

Průběhy vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	335.44	521.73	-1170.18	-2411.25
0.79	153.26	712.15	-1136.50	-2354.36
1.58	32.28	778.24	-1071.61	-2233.14
2.37	65.45	761.85	-1016.29	-2103.03
3.16	130.93	685.42	-958.79	-1950.49
3.95	173.36	563.23	-892.05	-1767.10
4.74	184.84	420.11	-830.14	-1582.88
5.53	180.45	275.28	-791.64	-1464.88
6.32	160.03	139.94	-764.86	-1382.78
7.11	92.84	38.36	-714.97	-1229.83
7.90	0.00	0.00	-681.94	-1128.55

Posouzení piloty**Vstupní data****Nastavení**

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 :	standardní
Ocelové konstrukce :	EN 1993-1-1 (EC3)
Dílní součinitel únosnosti ocelového průřezu :	$\gamma_{M0} = 1.00$
Dřevěné konstrukce :	EN 1995-1-1 (EC5)
Dílní součinitel vlastností dřeva :	$\gamma_M = 1.30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) :	$k_{mod} = 0.50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) :	$k_{cr} = 0.67$







Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky :	ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka :	lineární (Poulos)
Vodorovná únosnost :	pružný poloprostor
Metodika posouzení :	výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup :	2 - redukce zatížení a odporu

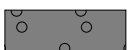
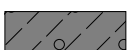




Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Přechodová oblast		35.50	0.00	19.00	0.25
2	Zásyp za opěrou		29.00	8.00	19.00	0.35
3	R6/S4 CI		18.00	20.00	21.00	0.35
4	R5		22.50	35.00	21.00	0.35
5	R6/F6 CIO		18.00	20.00	21.00	0.35
6	Beton		45.00	8000.00	24.00	0.35

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Přechodová oblast		114.00	-	19.00	-	-
2	Zásyp za opěrou		24.00	-	19.00	-	-
3	R6/S4 CI		-	20.00	21.00	-	-
4	R5		-	30.00	21.00	-	-
5	R6/F6 CIO		-	9.00	21.00	-	-
6	Beton		-	30.00	24.00	-	-

Parametry zemin**Přechodová oblast**

Objemová tíha :	γ	=	19.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	ϕ_{ef}	=	35.50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.25
Edometrický modul :	E_{oed}	=	114.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19.00 kN/m ³

Zásyp za opěrou

Objemová tíha :	γ	=	19.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	ϕ_{ef}	=	29.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	8.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.35
Edometrický modul :	E_{oed}	=	24.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19.00 kN/m ³

R6/S4 CI

Objemová tíha :	γ	=	21.00 kN/m ³
-----------------	----------	---	-------------------------

Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.35$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 20.00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

R5

Objemová tíha :	$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 22.50^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 35.00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.35$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

R6/F6 CIO

Objemová tíha :	$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 18.00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 20.00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.35$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 9.00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Beton

Objemová tíha :	$\gamma = 24.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 45.00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 8000.00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.35$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 30.00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 24.00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20 \text{ m}$

Délka $l = 7.90 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 1.13E+00 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti $I = 1.02E-01 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0.00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku	$f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G = 12500.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

 $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$ **Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.50	0.00 .. 1.50	R5	
2	0.40	1.50 .. 1.90	R6/F6 CIO	
3	1.30	1.90 .. 3.20	R5	
4	1.40	3.20 .. 4.60	R5	
5	1.50	4.60 .. 6.10	R6/F6 CIO	
6	4.50	6.10 .. 10.60	R5	
7	-	10.60 .. ∞	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		ZS 1	Návrhové	2411.25	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Ano		ZS 2	Návrhové	681.94	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ano		ZS 3	Užitné	2184.92	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Ano		ZS 4	Užitné	753.88	0.00	0.00	0.00	0.00

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Svislá únos. čís.1 - Plovoucí pilota**Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky**

Výpočet únosnosti v patě:

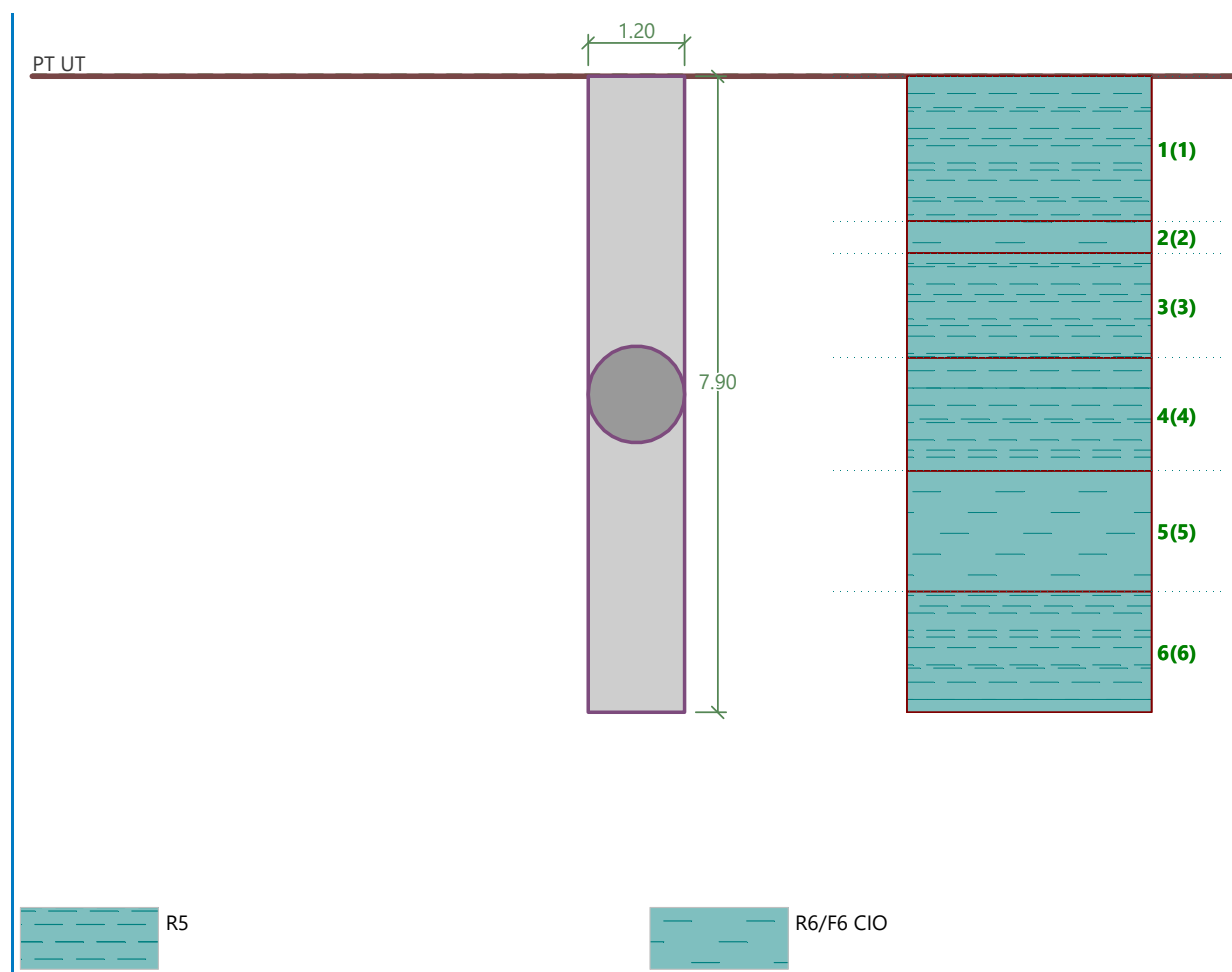
Součinitel únosnosti $N_c = 17.45$ Součinitel únosnosti $N_d = 8.23$ Součinitel únosnosti $N_b = 4.49$ Součinitel únosnosti $K_1 = 1.00$ Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 2660.31 \text{ kPa}$ Plocha příčného řezu piloty $A_p = 1.13E+00 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 1.22 \text{ m}$

Hloubka [m]	Mocnost [m]	ϕ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
1.50	1.50	22.50	35.00	21.00	1.00	39.22	201.62
1.90	0.40	18.00	20.00	21.00	1.00	27.59	37.82
3.20	1.30	22.50	35.00	21.00	1.00	49.35	219.87

Hloubka [m]	Mocnost [m]	φ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
4.60	1.40	22.50	35.00	21.00	1.00	56.95	273.23
6.10	1.50	18.00	20.00	21.00	1.00	43.88	225.58
6.68	0.58	22.50	35.00	21.00	1.00	70.95	140.34



Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Účinnost skupiny pilot $\eta_g = 1.00$

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1098.46 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 2735.22 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 3833.68 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 2411.25 \text{ kN}$

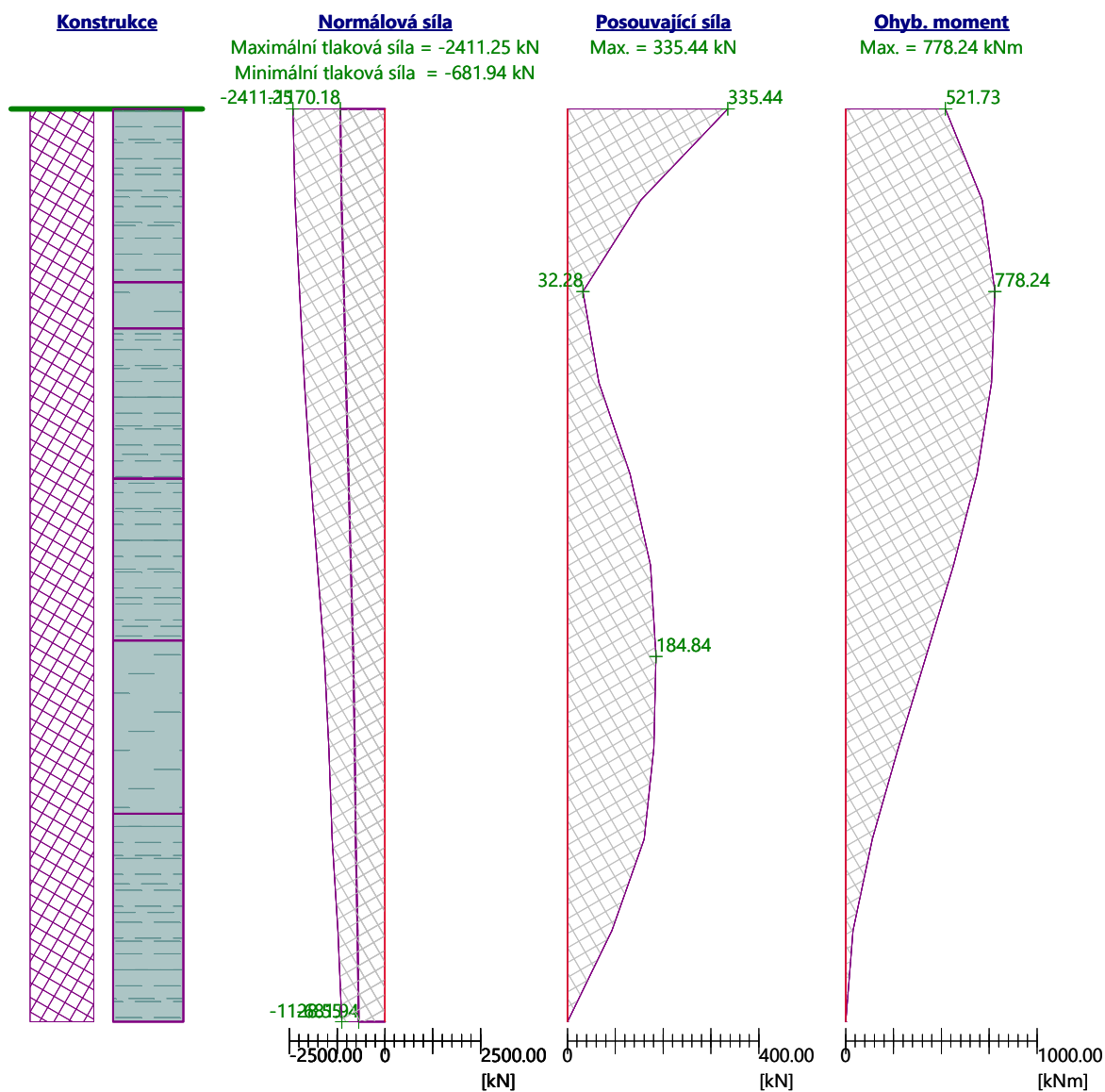
$$R_c = 3833.68 \text{ kN} > 2411.25 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

9.2.2. Průřez piloty

Mezní stav únosnosti

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	335.44	521.73	-1170.18	-2411.25
0.79	153.26	712.15	-1136.50	-2354.36
1.58	32.28	778.24	-1071.61	-2233.14
2.37	65.45	761.85	-1016.29	-2103.03
3.16	130.93	685.42	-958.79	-1950.49
3.95	173.36	563.23	-892.05	-1767.10
4.74	184.84	420.11	-830.14	-1582.88
5.53	180.45	275.28	-791.64	-1464.88
6.32	160.03	139.94	-764.86	-1382.78
7.11	92.84	38.36	-714.97	-1229.83
7.90	0.00	0.00	-681.94	-1128.55

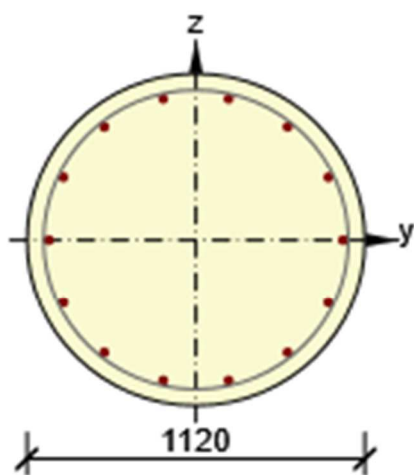


Mezní stav použitelnosti

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	200.74	253.66	-975.25	-1780.53
0.79	97.87	369.65	-950.69	-1722.56
1.58	22.60	414.38	-903.37	-1604.82
2.37	31.82	411.57	-863.06	-1498.91
3.16	67.89	373.80	-821.20	-1388.91
3.95	93.38	308.97	-772.65	-1261.30
4.74	101.15	231.20	-727.63	-1142.89
5.53	99.08	151.81	-699.64	-1069.26
6.32	88.18	77.36	-680.18	-1018.08
7.11	51.39	21.26	-643.94	-922.73
7.90	0.00	0.00	-619.95	-859.60

Kvazistálá kombinace

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	184.26	158.21	-757.41	-1433.59
0.79	97.46	251.51	-740.36	-1385.81
1.58	33.32	300.63	-707.52	-1293.74
2.37	17.80	308.92	-679.55	-1215.30
3.16	46.07	286.63	-650.52	-1133.84
3.95	69.62	239.99	-616.85	-1039.40
4.74	78.14	180.85	-585.65	-951.84
5.53	77.12	119.27	-566.25	-897.40
6.32	69.16	61.08	-552.77	-859.55
7.11	40.70	16.88	-527.69	-789.06
7.90	0.00	0.00	-511.08	-742.38

**Beton: C30/37****Stáří: 28,0 d****Výztuž: (B 500B)****2ø25 (982mm²), z = 475 mm****2ø25 (982mm²), z = 381 mm****2ø25 (982mm²), z = 212 mm****2ø25 (982mm²), z = 0 mm****2ø25 (982mm²), z = -212 mm****2ø25 (982mm²), z = -381 mm****2ø25 (982mm²), z = -475 mm****Třmínky:****ø10 - 250 mm****Krytí:****Rovnoměrné krytí: 50 mm**

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-1016,0	0,0	335,0	0,0	761,0	0,0
Celkové	Charakteristická	-903,0	0,0	0,0	0,0	414,0	0,0
Celkové	Kvazistálá	-679,0	0,0	0,0	0,0	309,0	0,0

Mezní stav únosnosti - základní kombinace zatížení

Osa	N _{ed} [kN]	M _{Ed,y/z} [kNm]	M _{0,y/z} [kNm]	M _{1,y/z} [kNm]	M _{0Ed,y/z} [kNm]	M _{2,y/z} [kNm]	e _{0,y/z} [mm]	e _{1,y/z} [mm]	e _{0Ed,y/z} [mm]	e _{2,y/z} [mm]	e _{Ed,y/z} [mm]
y	-1016,0	768,6	761,0	7,6	768,6	0,0	749	8	757	0	757
y vyp		768,6			768,6	0,0			757	0	757
z	-1016,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0	8	0	0	0
z vyp		0,0			0,0	0,0			0	0	0

Prostorový ohyb

λ_y / λ_z	λ_z / λ_y	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Podmínka posudku
1,00	1,00	0,00	∞	Vyhovuje

Štíhlost

Osa	I [m]	I ₀ [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	λ [-]	λ_{lim} [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y \perp	3,00	3,00	280	0,74	1,14	0,70	0,05	10,72	52,09	I. řádu
z \perp	3,00	3,00	280	0,74	1,14	0,70	0,05	10,72	52,09	I. řádu

Jmenovitá křivost

Osa	K _r [-]	K _φ [-]	φ _{eff} [-]	1/r ₀ [1/m]	1/r [1/m]	n _u [-]	n _{bal} [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y⊥	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z⊥	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
Osa	θ _i [-]	α _m [-]	α _h [-]	ρ _m [-]	M ₀₁ [kNm]	M ₀₂ [kNm]				
y⊥	0,01	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0				
z⊥	0,01	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0				
A _c [mm ²]	A _s [mm ²]	ω [-]	φ [-]	ε _{yd} [1e-4]						
983953	6872	0.15	1.75	0.0						

Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

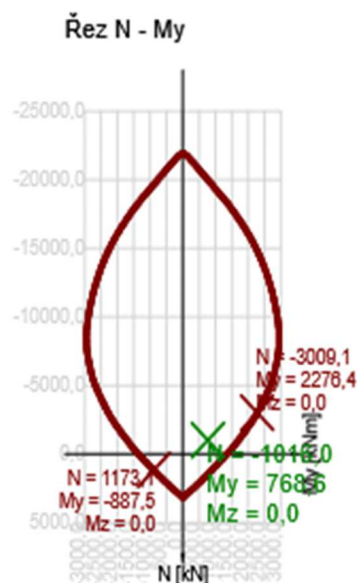
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-1016,0	768,6	0,0	Nu-Mu-Mu	33,8	100,0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-1016,0	-3009,1	1173,1
M_y [kNm]	768,6	2276,4	-887,5
M_z [kNm]	0,0	0,0	0,0

Přepoččet vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekcí)

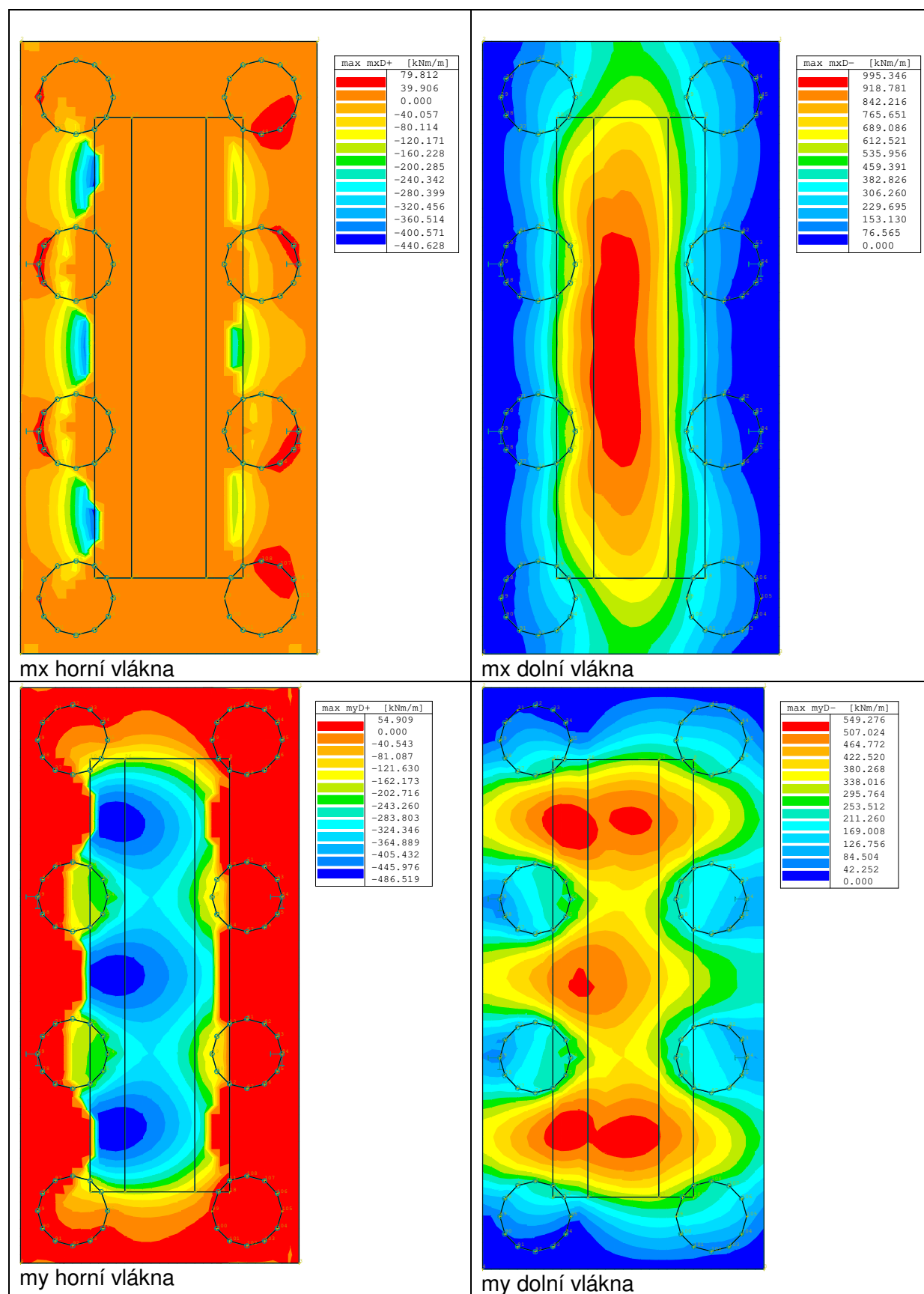
Osa	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-1016,0	768,6	761,0	768,6	0,0
Z	-1016,0	0,0	0,0	0,0	0,0

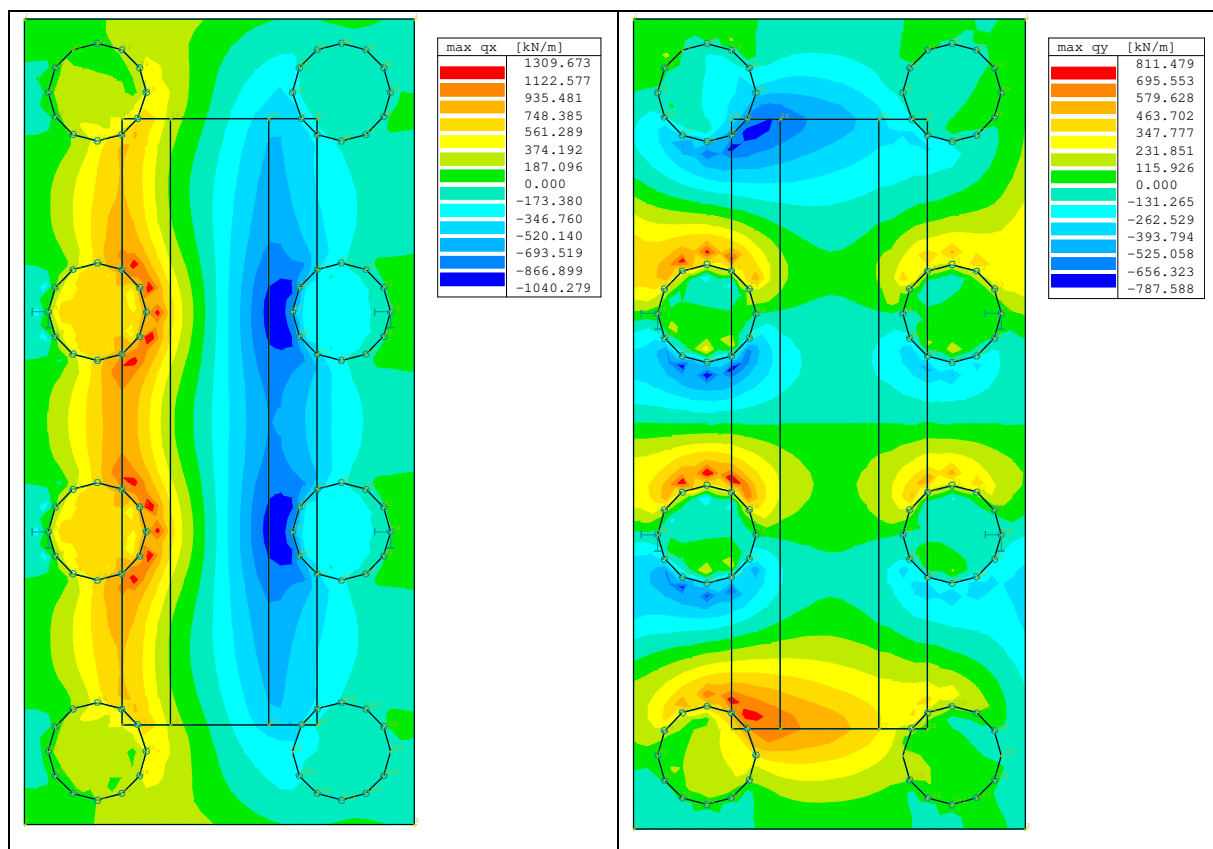


Souhrn

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-1016,0			335,0	0,0	76,7	OK
Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-1016,0	768,6	0,0			33,8	OK
Smyk	-1016,0			335,0	0,0	76,7	OK
Interakce	-1016,0	768,6	0,0	335,0	0,0	76,7	OK
Omezení napětí	-903,0	414,0	0,0			21,4	OK
Šířka trhliny	-679,0	309,0	0,0			0,0	OK

9.2.3. Základ opěry





9.2.3.1. Dolní výztuž příčný směr základu

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSU (STR)	MSP charakteris tická	MSP kvazistálá	
M _{ed}	995	737	516	kNm
Q _{ed}	1310	970	679	kN

materiál

C25/30 ▼

10 505 (R)

beton

C25/30

$f_{yk} = 500$ MPa

$f_{ck} = 25$ MPa

$\gamma_s = 1.15$

$f_{cm} = 33$ MPa

$f_{yd} = 435$ MPa

$f_{ctm} = 2.6$ MPa

$E_s = 200$ GPa

$f_{ctk,0,05} = 1.8$ MPa

$\xi_{bal,1} = 0.617$

$E_{cm} = 31$ GPa

$\xi_{bal,2} = 0.379$

$\epsilon_{c3} = 0.00175$ pom. přet. na mezi plasticity

$\epsilon_{cu3} = 0.0035$ pom. přet. na mezi porušení

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$\alpha_{ct} = 1$

$f_{cd} = 14.2$ MPa

$f_{ctd} = 1.20$ MPa

průřez		výztuž					
h =	1.50	m	výška	ϕ =	25	mm	ϕ = 0 mm
b =	1.00	m	šířka	počet =	5	ks	počet = 0 ks
c =	50	mm	krytí	A_s =	2.45E-03	m ²	> $A_{s,min}$ = 1.94E-03 m ²
							< $A_{s,max}$ = 6.00E-02 m ²

mezní stav únosnosti**ohyb**

d =	1.438	m	účinná výška				
x =	0.094	m	výška tlač. oblasti				
ξ =	0.066		poměrná výška tl.obl.			< ξ_{max} =	0.62
z =	1.400	m	rameno vnitřních sil				
M_{Rd} =	1493.8	kNm		>	M_{ed} =	995.0	kNm VYHOVUJE

smyk

$b_t=b_w$ =	1.00	m	šířka průřezu pro smyk				
$C_{Rd,c}$ =	0.12						
k =	1.373						
k_1 =	0.15						
A_{sl} =	0.245	m ²	plocha tahové výztuže, která zasahuje min. $l_{bd} + d$ směrem k podpoře				
ρ_l =	0.03						
V_{min} =	0.282						
$V_{Rd,c}$ =	404.7	kN		<	V_{ed} =	1310.0	kNm JE TŘEBA NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

svislá smyková výztuž

ϕ =	16	mm	profil				
n =	2	ks	počet stříhů				
s =	0.4	m	vzdálenost řad				
α =	90	°	sklon smykové výztuže (od vodorovné)				
$\cot\theta$ =	2.50		sklon tlakových diagonál				
v_1 =	0.54						
$V_{Rd,s}$ =	1529.6	kN	únosnost smykové výztuže				
$V_{Rd,max}$ =	3692.7	kN	únosnost tlakové diagonály				
$V_{Rd,s}$ =	1529.6	kN		>	V_{ed} =	1310.0	kNm VYHOVUJE
F_{td} =	1637.5	kN	přírůstek tahové síly v podélné výztuži				

mezní stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

M_{ed} =	515.926	kNm					
α_e =	15.0		pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení				
x =	0.291	m					
I_{xi} =	5.66E-02	m ⁴					
σ_c =	2.6	MPa		<	$0,45f_{ck}$ =	11.25	MPa VYHOVUJE
σ_s =	156.8	MPa					
w_k =	0.21	mm		<	w_{lim} =	0.30	mm VYHOVUJE
$s_{r,max}$ =	441	mm			k_1 =	0.8	
$\rho_{p,eff}$ =	1.57E-02				k_2 =	0.5	
$h_{c,eff}$ =	0.156				k_3 =	3.4	
k_t =	0.4				k_4 =	0.425	

9.2.3.2. Dolní výztuž podélný směr základu

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
M_{ed}	550	407	285	kNm
Q_{ed}	1310	970	679	kN

materiál

C25/30 ▼

10 505 (R)		beton	C25/30
$f_{yk} = 500$ MPa		$f_{ck} = 25$ MPa	
$\gamma_s = 1.15$		$f_{cm} = 33$ MPa	
$f_{yd} = 435$ MPa		$f_{ctm} = 2.6$ MPa	
$E_s = 200$ GPa		$f_{ctk,0,05} = 1.8$ MPa	
$\xi_{bal,1} = 0.617$		$E_{cm} = 31$ GPa	
$\xi_{bal,2} = 0.379$		$\varepsilon_{c3} = 0.00175$ pom. přet. na mezi plasticity	
		$\varepsilon_{cu3} = 0.0035$ pom. přet. na mezi porušení	
		$\gamma_c = 1.5$	
		$\alpha_{cc} = 0.85$	
		$\alpha_{ct} = 1$	
		$f_{cd} = 14.2$ MPa	
		$f_{ctd} = 1.20$ MPa	

průřez

výztuž

$h = 1.50$ m	výška	$\phi = 25$ mm	$\phi = 0$ mm
$b = 1.00$ m	šířka	počet = 5 ks	počet = 0 ks
$c = 75$ mm	krytí	$A_s = 2.45E-03$ m ²	$A_{s,min} = 1.91E-03$ m ²
			$A_{s,max} = 6.00E-02$ m ²

mezní stav únosnosti
ohyb

$d = 1.413$ m	účinná výška		
$x = 0.094$ m	výška tlač. oblasti		
$\xi = 0.067$	poměrná výška tl.obl.	$\xi_{max} = 0.62$	
$z = 1.375$ m	rameno vnitřních sil		

$$M_{Rd} = 1467.1 \text{ kNm} > M_{ed} = 550.0 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}$$

smyk

$b_t=b_w = 1.00$ m	šířka průřezu pro smyk		
$C_{Rd,c} = 0.12$			
$k = 1.376$			
$k_1 = 0.15$			
$A_{sl} = 2.45E-03$ m ²	plocha tahové výztuže, která zasahuje min. $l_{bd} + d$ směrem k podpoře		
$\rho_l = 1.74E-03$			
$v_{min} = 0.283$			
$V_{Rd,c} = 399.1$ kN		$V_{ed} = 1310.0$ kNm	JE TŘEBA NAVRHNOUT

SMYKOVOU VÝZTUŽ

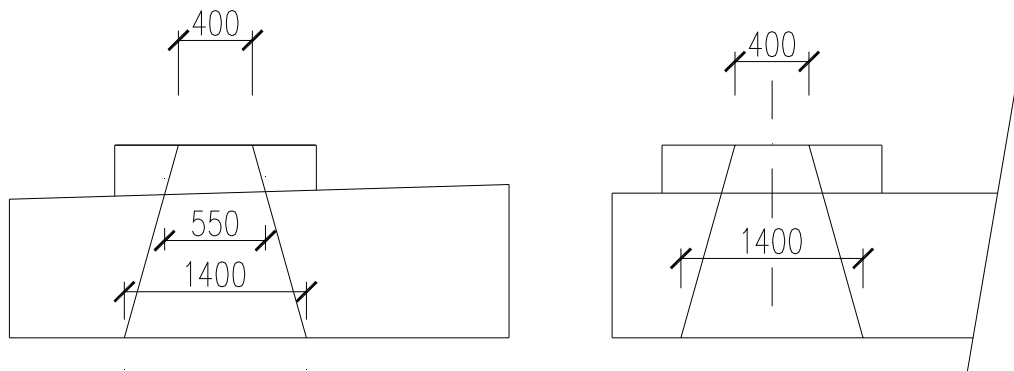
svislá smyková výztuž

ϕ	=	16	mm	profil
n	=	2	ks	počet stříhů
s	=	0.4	m	vzdálenost řad
α	=	90	°	sklon smykové výztuže (od vodorovné)
$\cot\theta$	=	2.50		sklon tlakových diagonál
v_1	=	0.54		
$V_{Rd,s}$	=	1502.3	kN	únosnost smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	=	3626.7	kN	únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,s}$	=	1502.3	kN	> V_{ed} = 1310.0 kNm VYHOVUJE
F_{td}	=	1637.5	kN	přírůstek tahové síly v podélné výztuži

mezní stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

M_{ed}	=	285.185	kNm			
α_e	=	15.0		pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení		
x	=	0.288	m			
I_{xi}	=	5.45E-02	m ⁴			
σ_c	=	1.5	MPa	< $0,45f_{ck}$	= 11.25 MPa	VYHOVUJE
σ_s	=	88.3	MPa			
w_k	=	0.17	mm	<	w_{lim} = 0.30 mm	VYHOVUJE
$s_{r,max}$	=	634	mm		k_1 = 0.8	
$\rho_{p,eff}$	=	1.12E-02			k_2 = 0.5	
$h_{c,eff}$	=	0.219			k_3 = 3.4	
k_t	=	0.4			k_4 = 0.425	

9.3. Úložný práh



$$F_{z.Ed} = 6902 \text{ kN}$$

$$F_{y.Ed} = 911 \text{ kN}$$

$$F_{x.Ed} = 2544 \text{ kN}$$

Plocha ložiska		Roznesená plocha	
$D_C =$	400 mm	$D_{C1} =$	1400 mm
bloček v.	150 mm		
$A_{C0} =$	0.237 m ²	$A_{C1} =$	1.539 m ²

Místně zatížená plocha

Beton C 30/37

PRÁH $f_{cd} = 30 \text{ MPa}$

$\gamma_{mc} = 1.5$

$f_{cd,d} = 20.0 \text{ MPa}$

$$F_{Rdu} = A_{C0} * f_{cd} * \sqrt[2]{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3 * f_{cd} * A_{C0}$$

$$F_{Rdu} = 12.09 \leq 14.25 \text{ MN}$$

Vyhoví

$$F_{Rdu} \geq F_{z.Ed}$$

$$12.09 \geq 6.90 \text{ MN}$$

Vyhoví

Podložiskový bloček

Beton C 35/45

BLOČEK $f_k = 35 \text{ MPa}$

$\gamma_{mc} = 1.5$

$f_{cd} = 23.3 \text{ MPa}$

Napětí pod ložiskem

$$\sigma_s \leq 2 * f_{cd}$$

$$29.06 \leq 46.67 \quad \text{MPa}$$

Vyhoví

Styk bložku a úložného prahu

$$D_{C2} = 550 \text{ mm}$$

$$A_{C2} = 0.237 \text{ m}^2$$

$$\sigma_s \leq 2 \cdot f_{cd}$$

$$29.1 \leq 40.0 \quad \text{MPa}$$

Vyhoví

Příčné tahy – ve směru osy mostu

$$\text{šířka desky ložiska} \quad b_1 = 550 \text{ mm}$$

$$\text{roznesená šířka} \quad b_2 = 1400 \text{ mm}$$

$$Z_{x,Ed} = 0,25 \cdot F_{z,Ed} \cdot (1 - b_1/b_2) + F_{x,Ed}$$

$$Z_{x,Ed} = 1048 + 2544$$

$$Z_{x,Ed} = 3592 \text{ kN}$$

$$\text{Výztuž} \quad f_a = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_a = 1.15$$

$$f_{a,d} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$A_{a,nutná} = 1,5 \cdot Z_{x,Ed} / f_{a,d}$$

$$A_{a,nutná} = 12392.25 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže

šířka	a'	ks	Prof.	A_a
650	150	4.3	25	2127
650	150	4.3	25	2127
950	150	6.3	25	3109
1300	150	8.7	25	4254
1300	150	8.7	25	4254

$$A_a \geq A_{a,nutná}$$

$$15872 \geq 12392 \quad \text{mm}^2$$

Vyhoví

Příčné tahy – kolmo na osy mostušířka desky ložiska $b_1 = 550$ mmroznesená šířka $b_2 = 1400$ mm

$$Z_{y,Ed} = 0,25 \cdot F_{z,Ed} \cdot (1 - b_1/b_2) + F_{y,Ed}$$

$$Z_{y,Ed} = 1048 + 911.3209$$

$$Z_{y,Ed} = 1959 \text{ kN}$$

$$A_{a,nutná} = 1,5 \cdot Z_{x,Ed} / f_{ad}$$

$$A_{a,nutná} = 6758 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže

		ks	Prof.	A_a
700	150	4.7	25	2291
950	150	6.3	20	1990
1300	150	8.7	25	4254

$$\begin{array}{rcl} A_a & \geq & A_{a,nutná} \\ 8535 & \geq & 6758 \text{ mm}^2 \\ & \text{Vyhoví} & \end{array}$$

Usmyknutí okraje - str. 59 EN 1992-2

$$A_{a,nutná} = 0.5 \cdot F_{z,Ed} / f_{ad}$$

$$A_{a,nutná} = 7937 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže

		ks	Prof.	A_a
700	150	4.7	25	2291
950	150	6.3	20	1990
1300	150	8.7	25	4254

$$\begin{array}{rcl} A_a & \geq & A_{a,nutná} \\ 8535 & \geq & 7937 \text{ mm}^2 \\ & \text{Vyhoví} & \end{array}$$

9.4. Křídlo opěry

Klidový zemní tlak

Zásyp za opěrou

$$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_{ef} = 32.5^\circ$$

$$c_{ef} = 0 \text{ kPa}$$

$$K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 32.5^\circ = 0.46$$

$$S_0 = 1/2 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_0 = 4.83 \cdot H \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Ostatní zatížení jsou převzaty ze zatížení a násobeny K_0 .

Přetížení od betonových prahů $1,7 \cdot 0,46 = 0.782 \text{ kN/m}^2$

LM-71: $156/6,2 \cdot 0.46 = 11.5 \text{ kN/m}^2$

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistál- á	
M_{ed}	158	112	42	kNm
Q_{ed}	102	72	36	kN

materiál

C30/37

10 505 (R)

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\gamma_s = 1.15$
 $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
 $E_s = 200 \text{ GPa}$
 $\xi_{bal,1} = 0.617$
 $\xi_{bal,2} = 0.379$

beton C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 $f_{cm} = 38 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$
 $f_{ctk,0,05} = 2.0 \text{ MPa}$
 $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
 $\epsilon_{c3} = 0.00175$ pom. přet. na mezi plasticity
 $\epsilon_{cu3} = 0.0035$ pom. přet. na mezi porušení
 $\gamma_c = 1.5$
 $\alpha_{cc} = 0.85$
 $\alpha_{ct} = 1$
 $f_{cd} = 17.0 \text{ MPa}$
 $f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa}$

průřez

$h = 0.40 \text{ m}$
 $b = 1.00 \text{ m}$
 $c = 66 \text{ mm}$

výztuž

$\phi = 20 \text{ mm}$
 $\text{počet} = 6 \text{ ks}$
 $A_s = 1.88E-03 \text{ m}^2$

$\phi = 0 \text{ mm}$
 $\text{počet} = 0 \text{ ks}$
 $A_{s,min} = 4.89E-04 \text{ m}^2$
 $A_{s,max} = 1.60E-02 \text{ m}^2$

mezní stav únosnosti

ohyb

$d = 0.324 \text{ m}$ účinná výška
 $x = 0.060 \text{ m}$ výška tlač. oblasti
 $\xi = 0.186$ poměrná výška tl.obl. $< \xi_{max} = 0.62$
 $z = 0.300 \text{ m}$ rameno vnitřních sil

$M_{Rd} = 245.8 \text{ kNm} > M_{ed} = 158.0 \text{ kNm}$ VYHOVUJE

smyk

$b_t = b_w = 1.00 \text{ m}$ šířka průřezu pro smyk

$C_{Rd,c} = 0.12$
 $k = 1.786$
 $k_1 = 0.15$
 $A_{sl} = 0.03 \text{ m}^2$
 $\rho_l = 0.03$

$V_{min} = 0.457$

plocha tahové výztuže, která zasahuje min. $l_{bd} + d$ směrem k podpoře

$$V_{Rd,c} = 180.1 \text{ kN} > V_{ed} = 102.0 \text{ kNm} \quad \text{PRŮŘEZ VYHOVUJE BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE}$$

mezní stav omezení napětí

$$\begin{aligned} M_{ed} &= 112 \text{ kNm} && \text{pracovní součinitel pro krátkodobé zatížení} \\ \alpha_e &= 6.1 \\ x &= 0.0754 \text{ m} \\ I_{xi} &= 8.49E-04 \text{ m}^4 \\ \sigma_c &= 9.9 \text{ MPa} < 0,6f_{ck} = 18 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\ \sigma_s &= 198.8 \text{ MPa} < 0,8f_{yk} = 400 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

mezní stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

$$\begin{aligned} M_{ed} &= 42 \text{ kNm} && \text{pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení} \\ \alpha_e &= 15.0 \\ x &= 0.110 \text{ m} \\ I_{xi} &= 1.74E-03 \text{ m}^4 \\ \sigma_c &= 2.7 \text{ MPa} < 0,45f_{ck} = 13.5 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\ \sigma_s &= 77.5 \text{ MPa} \\ w_k &= 0.09 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm} && \text{VYHOVUJE} \\ s_{r,max} &= 377 \text{ mm} && k_1 = 0.8 \\ \rho_{p,eff} &= 1.95E-02 && k_2 = 0.5 \\ h_{c,eff} &= 0.097 && k_3 = 3.4 \\ k_t &= 0.4 && k_4 = 0.425 \end{aligned}$$

Navržený průřez vyhoví

10. Postup napínání závěsů

Závěsy budou napnuty na předepsanou charakteristickou sílu při svaření konstrukce do jednoho celku.

Konstrukce bude podepřena vždy na koncích v místě ložisek a v místě závěsů. Po napnutí závěsu bude konstrukce v tomto místě odskržena. Po napnutí všech závěsů bude výsledně podepřena pouze na konch v místě ložisek.

Napínání bude probíhat od středu tzn. od závěsu Z4 a to pokud možno vždy symetricky jak v podélní ose mostu.

Napínání bude provedeno ve dvou krocích. Kdy po napnutí všech závěsů bude provedena jejich verifikace na požadovanou sílu opět od středu mostu symetricky na obě strany. Verifikace bude provedena po osazení mostu do mostního otvoru bez šterkového lože, tzn. již bez mezilehlého podepření

Charakteristické hodnoty napínacích sil:

	Napínací síla
Napnutí závěsů	N (KN)
Z4	293
Z3	252
Z2	178
Z1	142

Předpokládané hodnoty napínacích sil po napnutí všech závěsů

	Síla v závěsu			Verifikace
Napnutí závěsů	Z4	Z3	Z2	Z1
Z4	293	156	176	187
Z3		252	125	139
Z2			178	114
Z1				142

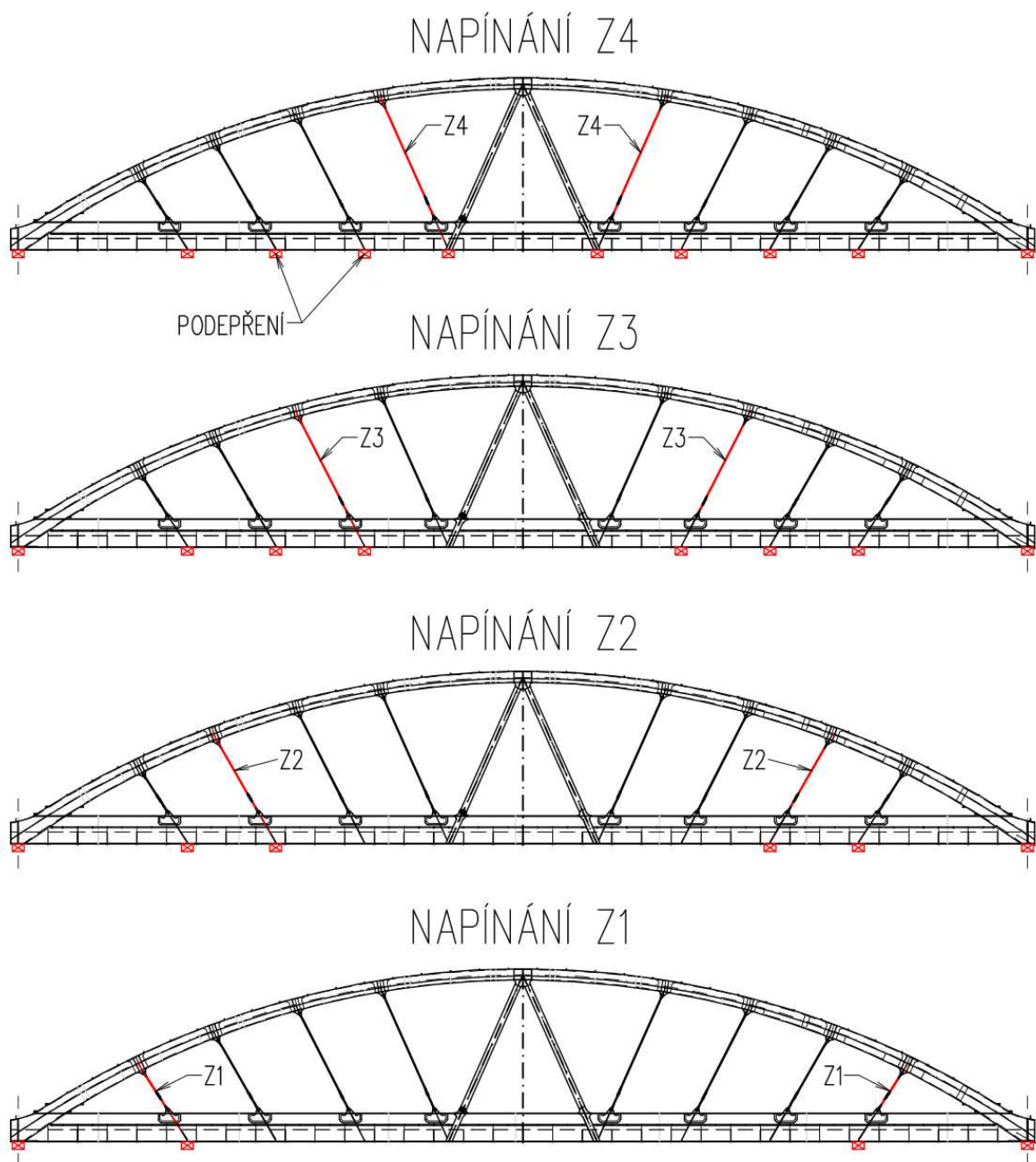


Schéma podepření při napínání závěsů

11. Kompletní analýza bezстыkové koleje

Vyhotovil:



Ing. Jiří Šilínek

silinek@topcon.cz | +420 778 888 590

TOP CON SERVIS s.r.o. | Ke Stírce 1824/56 | 182 00 Praha 8

www.topcon.cz

Kompletní analýza je provedena s přihlédnutím k „METODICE ŘEŠENÍ KOMBINOVANÉ ODEZVY KONSTRUKCE A KOLEJE (METODICKÝ ZÁKLAD MVL 150)“ z 25/10/2015 zpracované v rámci řešení projektu Technologické agentury ČR TA03031099 „Optimalizace návrhu staveb dopravní infrastruktury s ohledem na zvýšení jejich trvanlivosti a bezpečnosti provozu“ a MVL 150.

11.1. Podklady a předpisy

1. „METODIKA ŘEŠENÍ KOMBINOVANÉ ODEZVY KONSTRUKCE A KOLEJE (METODICKÝ ZÁKLAD MVL 150)“ z 25/10/2015 zpracovaná v rámci řešení projektu Technologické agentury ČR TA03031099 „Optimalizace návrhu staveb dopravní infrastruktury s ohledem na zvýšení jejich trvanlivosti a bezpečnosti provozu“
2. MVL 150
3. Předpis SŽ S3
4. Předpis SŽ S3/2

11.2. Uvažování zatížení

OTEPLENÍ/OCHLAZENÍ NK

$T_{\min} = -32 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\max} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{e,\min} = -28 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{e,\max} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_0 = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$

smrštění $\Delta T_{N,\text{con}} = 43 \text{ }^{\circ}\text{C}$

roztažení $\Delta T_{N,\text{exp}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

SVISLÉ ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

80 kN/m

BRZDNÉ SÍLY

20 kN/m

ROZJEZDOVÉ SÍLY

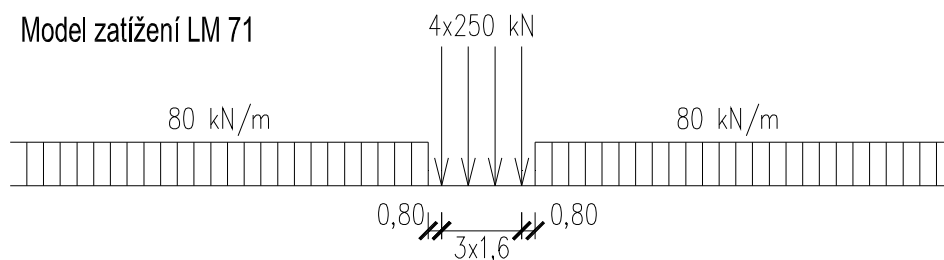
33 kN/m

SVISLÉ ZATÍŽENÍ DOPRAVU

PRO GLOBÁLNÍ + LOKÁLNÍ ÚČINKY

LM 71

Model zatížení LM 71



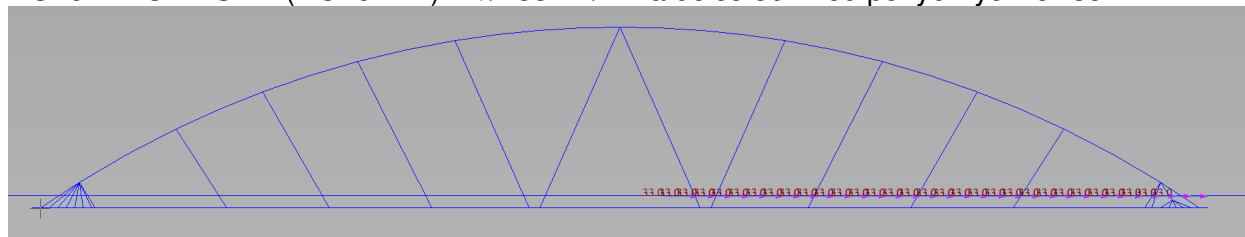
POUZE PRO GLOBÁLNÍ ÚČINKY
80 kN/m

OTEPLENÍ/OCHLAZENÍ KOLEJNIC
+53 / -43 °C

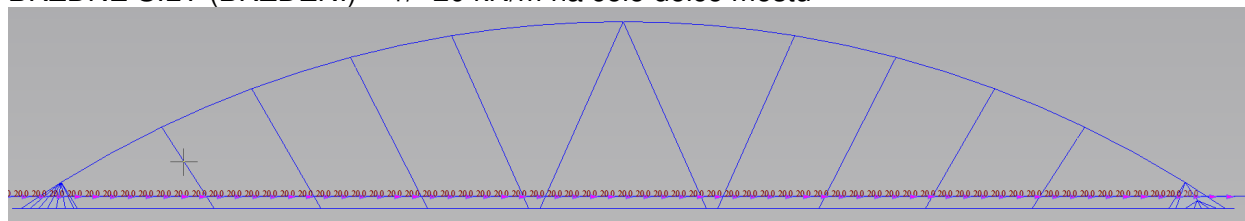
ZBYTKOVÉ NAPĚTÍ OD VÝROBY KOLEJNIC
+100 / -100 MPa

11.3. Popis zatěžovacích stavů

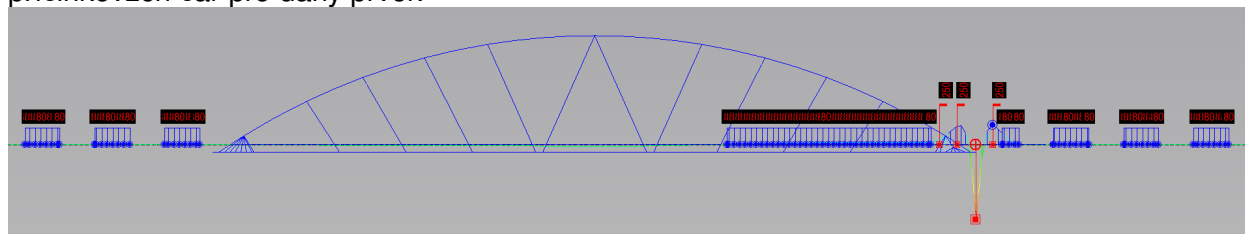
ROZJEZDOVÉ SÍLY (ROZJEZD) – +/- 33 kN/m na délce 30 m od pohyblivých ložisek



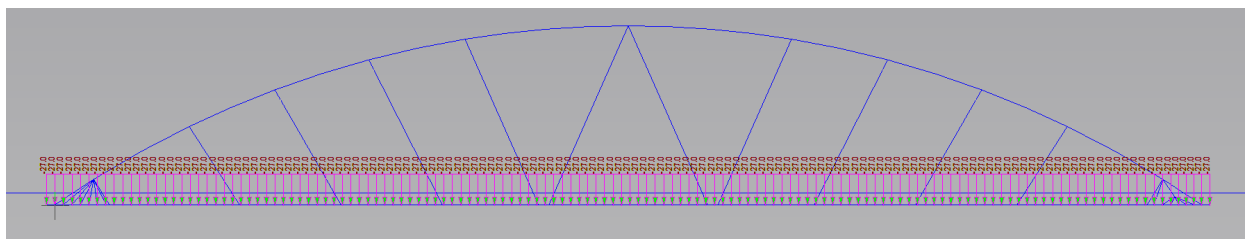
BRZDNÉ SÍLY (BRŽDĚNÍ) – +/- 20 kN/m na celé délce mostu



LM71 (GLO+LOC) PRO GLOBÁLNÍ+LOKÁLNÍ ÚČINKY – v nejnepříznivější poloze dle příčinkových čar pro daný prvek

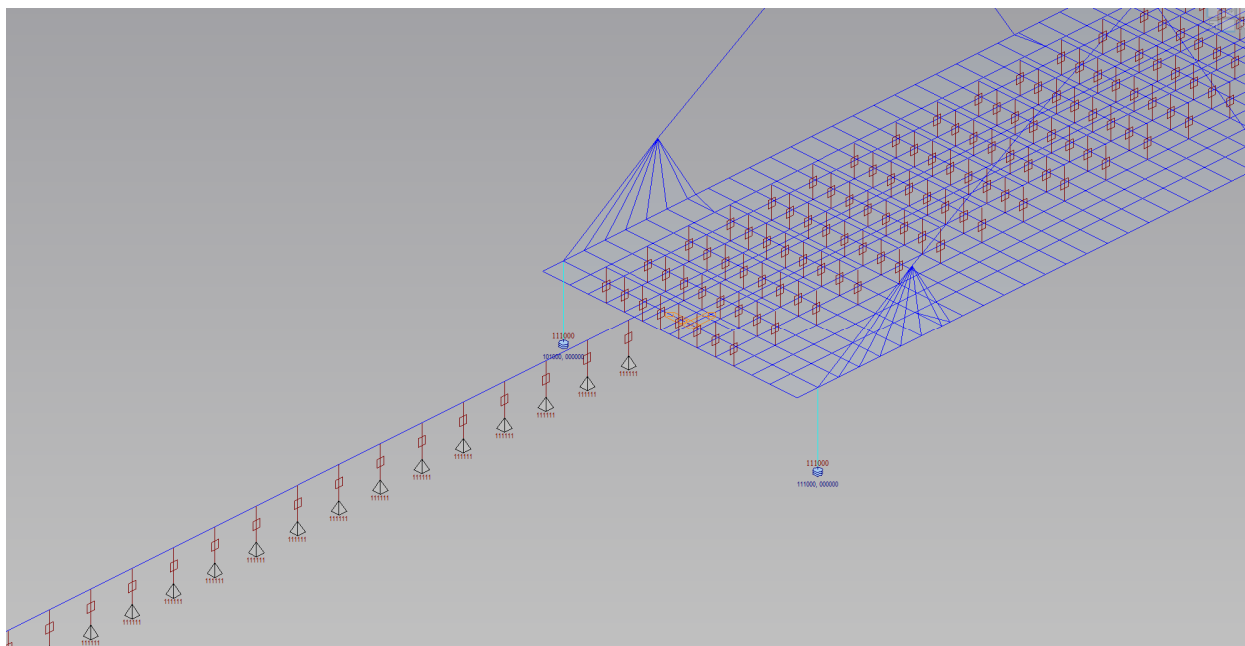


LM71 (GLO) POUZE PRO GLOBÁLNÍ ÚČINKY – 80 kN/m na celé délce mostu

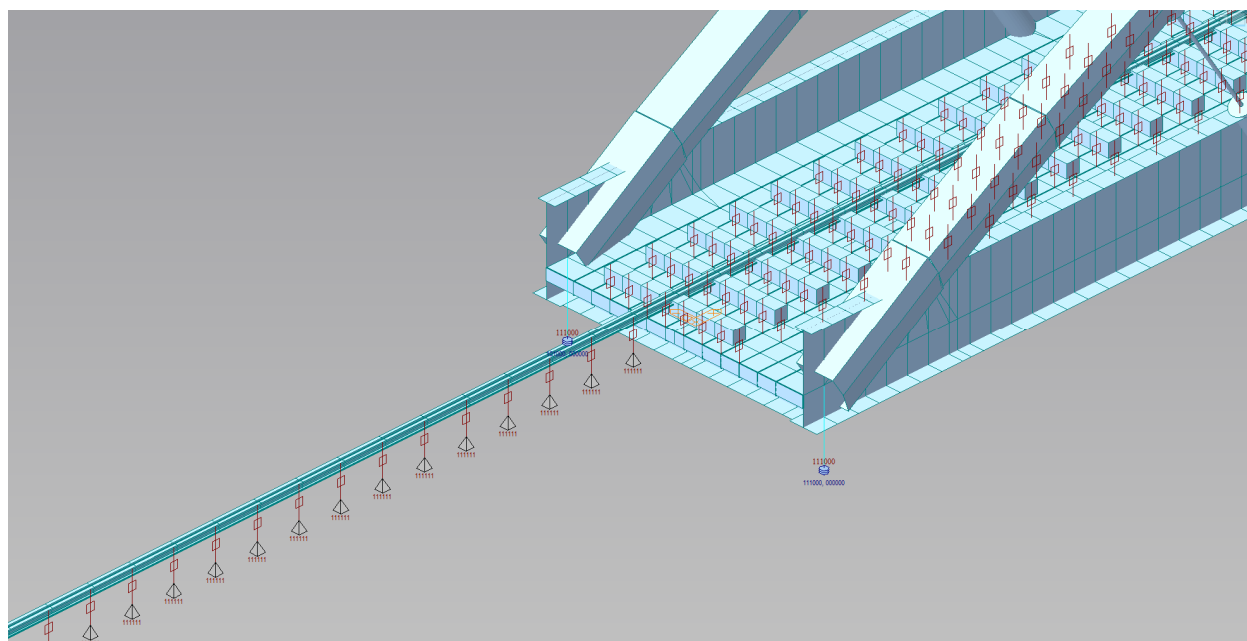
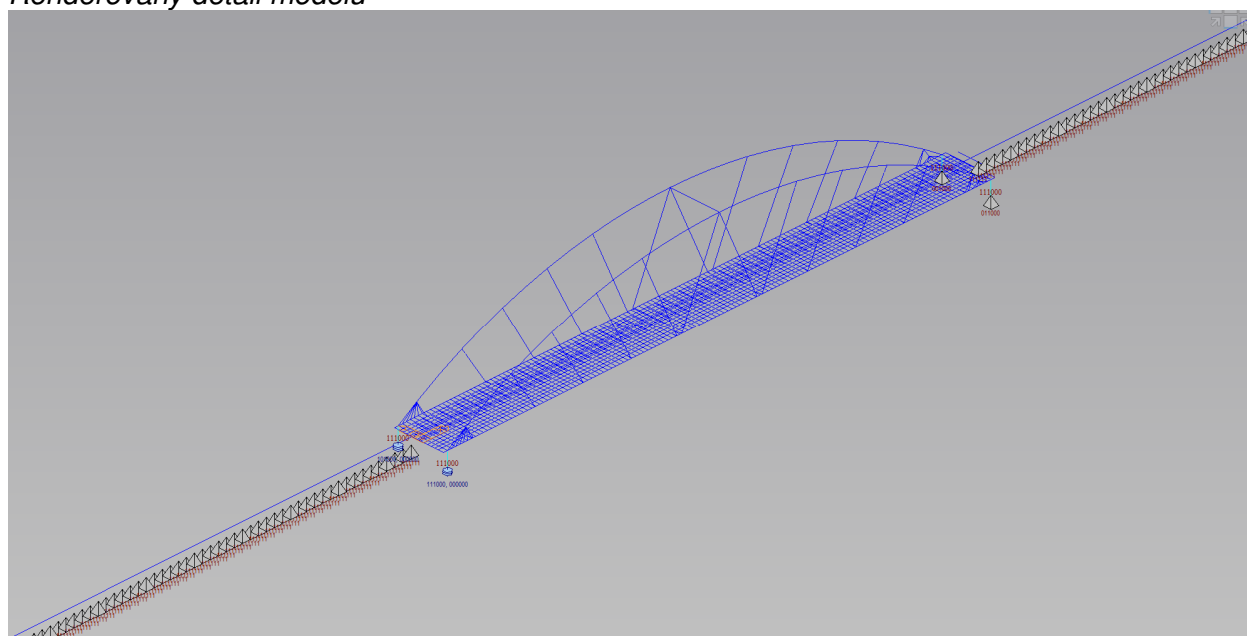


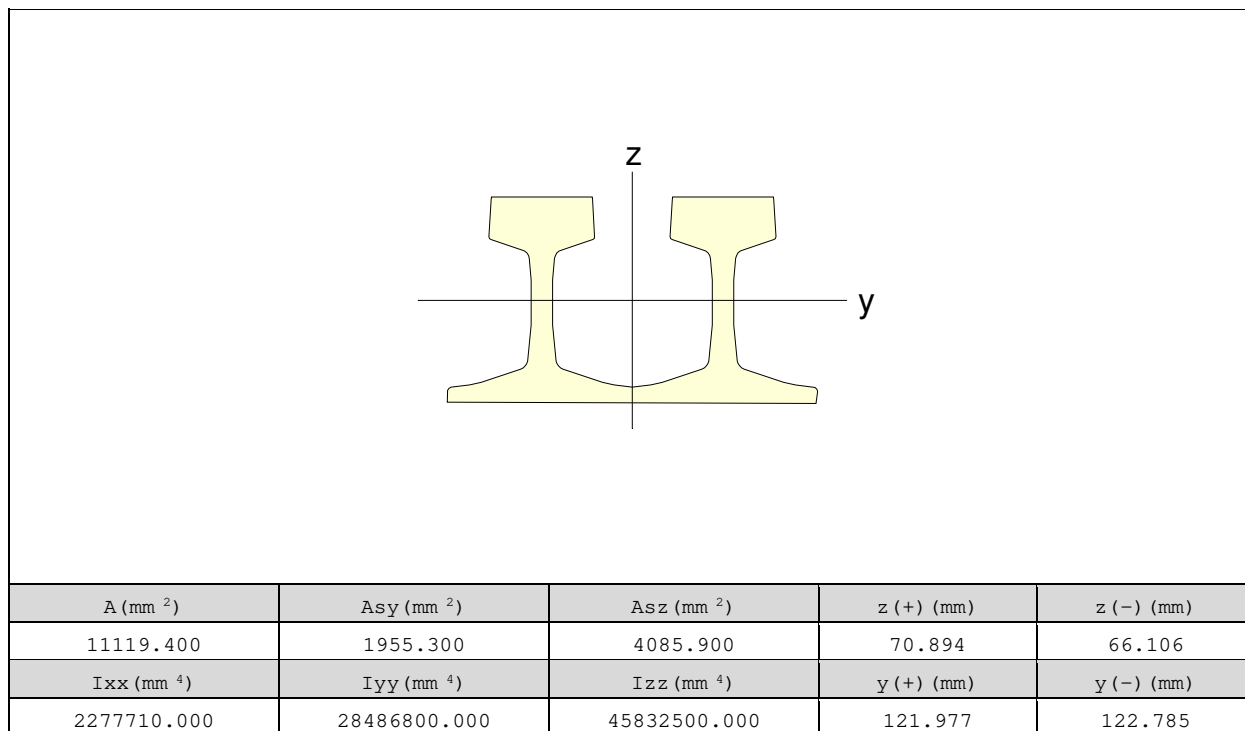
11.4. Popis výpočetního modelu

Model byl vytvořen v programu Midas Civil. Jedná se o složený model z prutových a deskových prvků, kde kolej je složená z jednotlivých prutů délky 1 m o průřezu 2xkolejnice S49 se srovnaným ojetím 12 mm a jednotlivé průřezy prvků mostu odpovídají reálně navrženým průřezům. Pražce na mostě jsou modelovány jako tuhé prvky za účelem roznosu svislého a vodorovného zatížení co nejvíce rovnoměrně na mostovku dle skutečného roznosu kolejovým ložem. Pruty koleje jsou k pražcům připojeny rámově. Modelování spolupůsobení mostu a bezстыkové koleje se řídí zásadami uvedenými v ČSN EN 1991-2. Přesah koleje za nosnou konstrukci je na obě strany 150 m. Před a za mostem je kolej ve svém těžišti spojena s pevnými podporami nelineárními pružnoplastickými vazbami, které dle polohy svislého zatížení představují podélný odpor koleje v kolejovém loži pro zatíženou a nezatíženou kolej. V příčném směru je kolej připojena k pevným podporám nelineárními vazbami představující příčný odpor koleje v kolejovém loži. Na mostě se jedná o obdobný případ, kdy je v podélném a příčném směru kolej připojena k mostovce v místech podélných výztuh po 1 m nelineárními pružnoplastickými vazbami představující dle polohy zatížení podélný odpor koleje v nezatížené a zatížené koleji a příčný odpor. Ve svislém směru je kolej podepřena lineárními pružnými vazbami. Nelineární pružnoplastické a lineární pružné vazby jsou na mostě v každém 1 m rozděleny na 8 bodů dle pravidel pro paralelní zapojení pružin. Podpory mostu jsou v místě pevných ložisek modelovány jako podélně pružné s tuhostí 114700 kN/m tak, aby pro zatěžovací stavy ROZJEZD a BRŽDĚNÍ nedocházelo k deformaci větší než 3 mm. V místě pevných ložisek jsou podpory posuvné. Připojení koleje k mostu a mostu k podporám odpovídá skutečným excentricitám.



Detail modelu

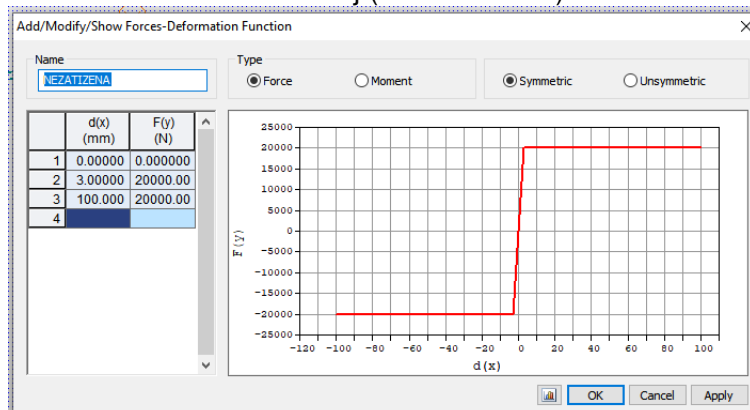
*Renderovaný detail modelu**Šikmý pohled na model*

Průřez kolejnice

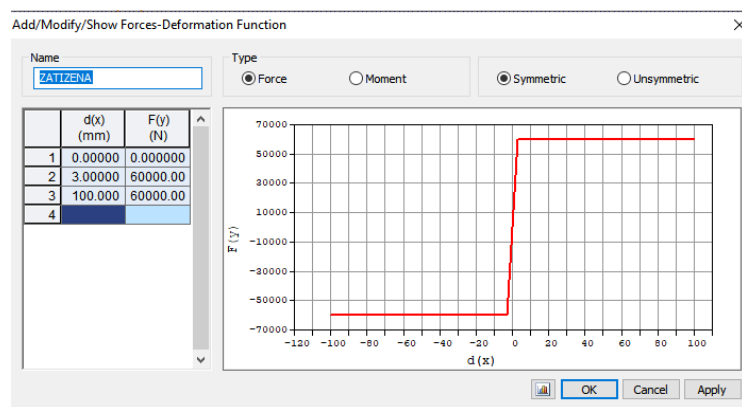
Pružné vazby mezi kolejí a mostem, resp. zemním tělesem jsou uvažovány s tuhostmi dle ČSN EN 1991-2:

Svislá tuhost: $k = 31200 \text{ kN/m}$ (dle Plášek: Dynamika jízdní dráhy)

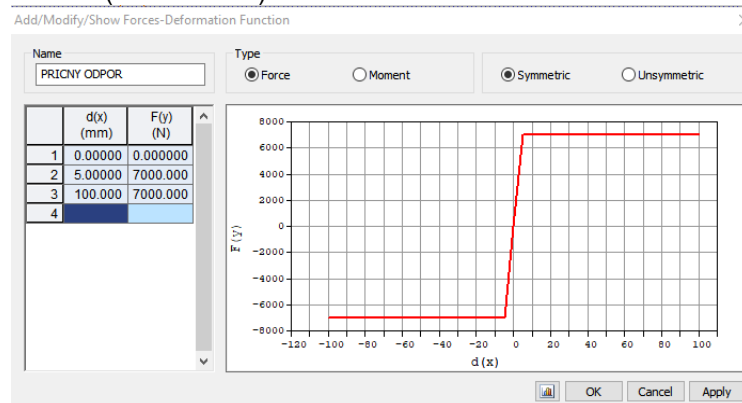
Podélně – nezatížená kolej ($F = 20 \text{ kN/m}$)



Podélně – zatížená kolej ($F = 60 \text{ kN/m}$)

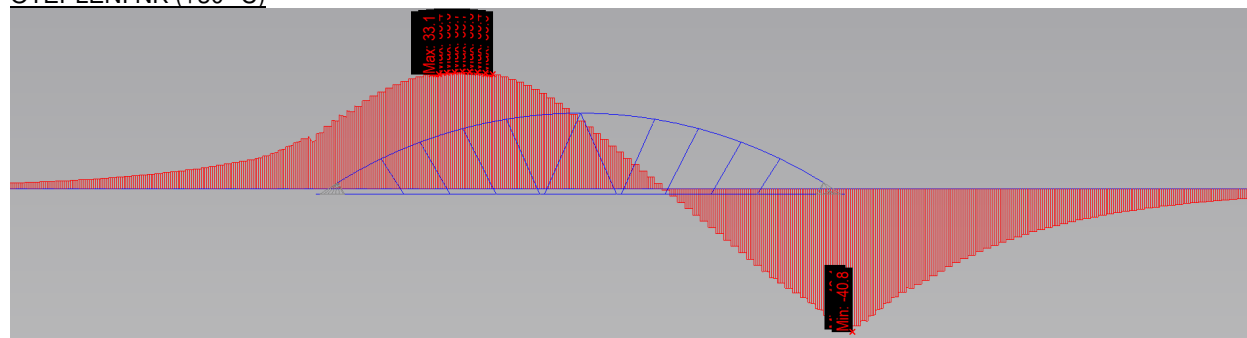


Příčně ($F = 7 \text{ kN/m}$)

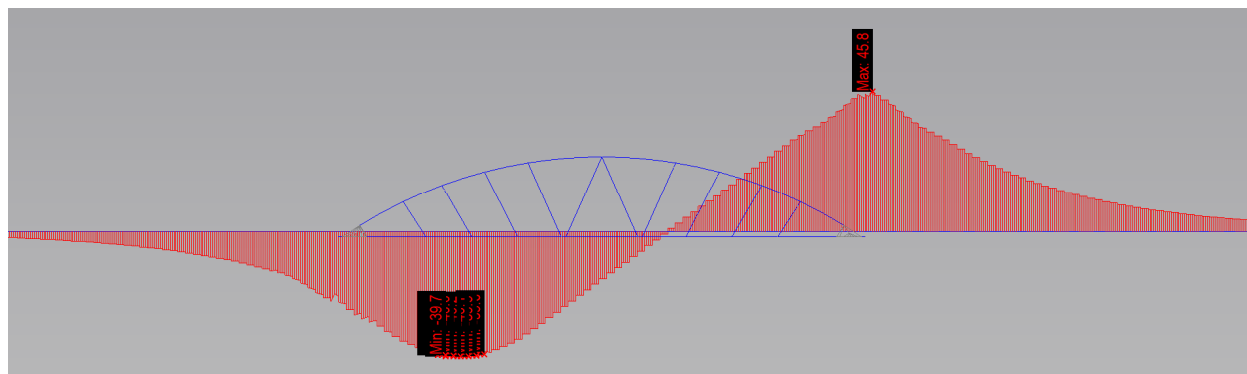


11.5. Normálové napětí v koleji (MPa)

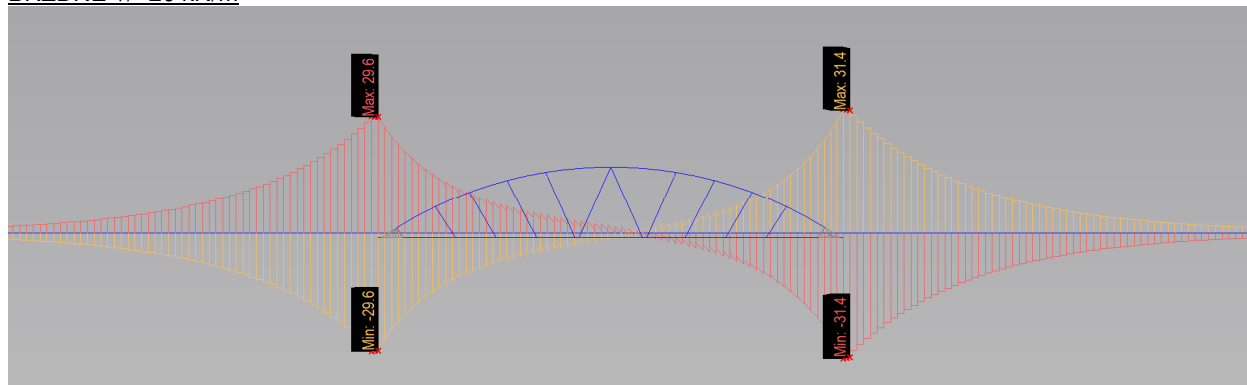
OTEPLENÍ NK (+30 °C)



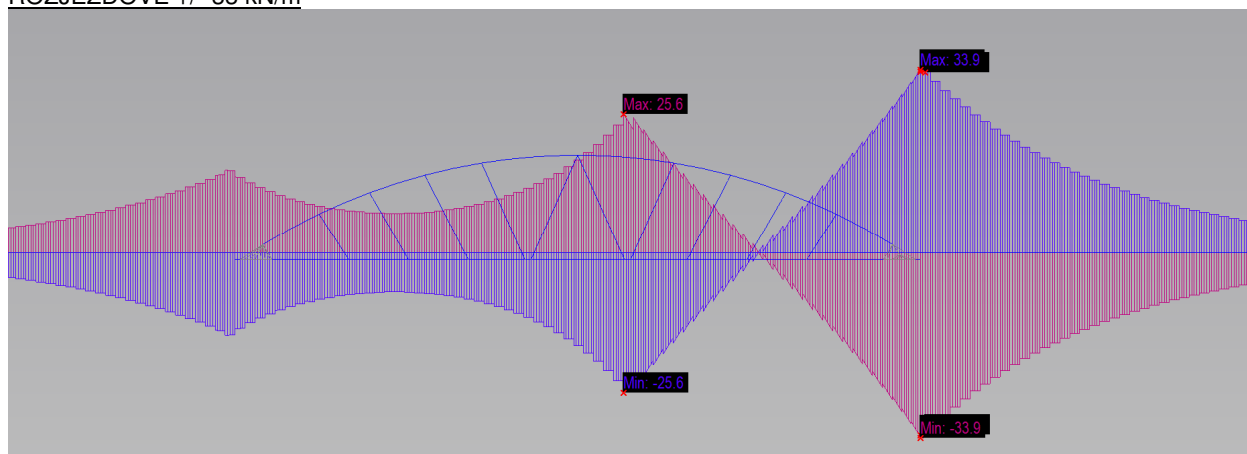
OCHLAZENÍ NK (-43°C)



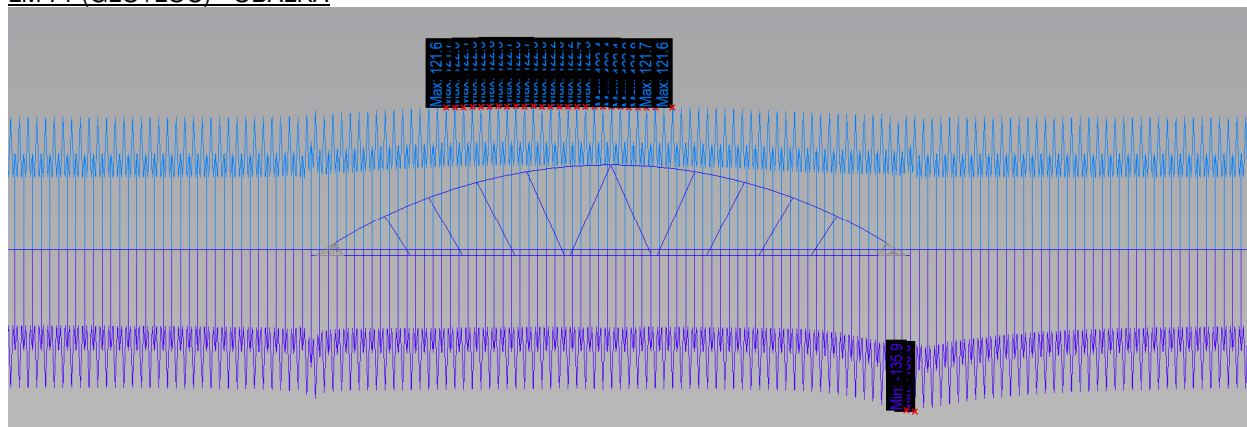
BRZDNÉ +/- 20 kN/m



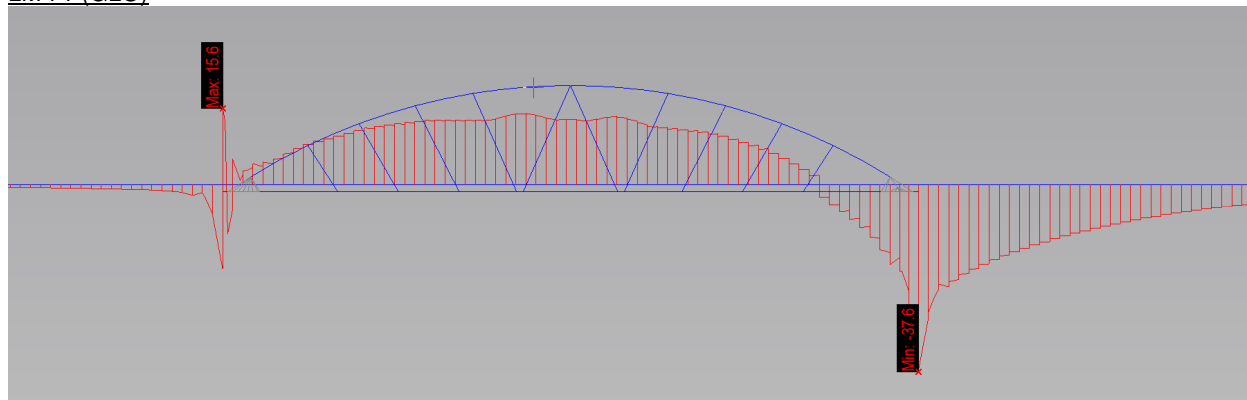
ROZJEZDOVÉ +/- 33 kN/m



LM 71 (GLO+LOC) - OBÁLKA



LM 71 (GLO)



OTEPLENÍ / OCHLAZENÍ KOLEJNIC

$E = 210000 \text{ MPa}$
 $\alpha = 0.000012$
 $\Delta t = -53 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $\sigma_t = -133.56 \text{ MPa}$

$E = 210000 \text{ MPa}$
 $\alpha = 0.000012$
 $\Delta t = 43 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $\sigma_t = 108.36 \text{ MPa}$

11.6. Posouzení normálového napětí v koleji

Normálové napětí v kolejnici (MPa) PRŮŘEZ : NAD POSUVNÝM LOŽISKEM									dle SŽ S3 díl IV			
TEPLOTA NK		BRŽDĚNÍ		ROZJEZD		LM71 (GLO+LOC)		LM71 (GLO)	TEPLOTA KOLEJNICE		ZBYTKOVÉ NAPĚTÍ	
MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MAX (-53°C)	MIN (+43°C)	MAX	MIN
45.8	-40.8	31.4	-31.4	33.9	-33.9	122.7	-136.6	-37.6	133.6	-108.4	100	-100

POSOUZENÍ CELKOVÉHO NAMÁHÁNÍ KOLEJE

KOMBINACE: TEPLOTA NK + BRŽDĚNÍ/ROZJEZD + $\gamma_F \cdot \alpha \cdot \gamma \cdot \text{LM71(GLO+LOC)}$ + TEPLOTA KOLEJNICE + ZBYTKOVÉ NAPĚTÍ

BRŽDĚNÍ	MAX	490.9	MPa	<	$0.6 \cdot R_m / \gamma \cdot M_0 =$	528	MPa	vyhovuje
	MIN	-481.1	MPa	>	$0.6 \cdot R_m / \gamma \cdot M_0 =$	-528	MPa	vyhovuje
ROZJEZD	MAX	493.4	MPa	<	$0.6 \cdot R_m / \gamma \cdot M_0 =$	528	MPa	vyhovuje
	MIN	-483.6	MPa	>	$0.6 \cdot R_m / \gamma \cdot M_0 =$	-528	MPa	vyhovuje

$\gamma_F = 1.45$
 $\alpha = 0.83$
 $\gamma_F \cdot \alpha = 1.204 \text{ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3}$
 $\gamma_{M0} = 1$
 $R_m = 880 \text{ MPa}$
 Dynamický součinitel dle SŽ S3 díl IV
 $\gamma = 1 + 2 \cdot k \cdot \phi = 1.22$ dynamický souč.
 $\phi = 1.1$ vliv rychlosti
 $k = 0.1$ vliv podloží

POSOUZENÍ VZPĚRNÉ ÚNOSNOSTI KOLEJE

krytická síla

$$N_k = 2,96 \cdot \sqrt{\frac{EI_z r_0}{v_0}} = 177 \frac{EI_z}{L_k^2}$$

E =	210000 MPa	
Iz =	5998322 mm ⁴	2*Iz kolejnice 49E1 se srovnáním ojetím 12 mm
r0 =	23 N/mm	příčný odpor na 1 bm koleje pro pražce s pražcovými kotvami dle SŽ S3/2
v0 =	15 mm	počáteční příčná výchylka
Nk =	-4113718 N	
A =	11243 mm ²	2*A kolejnice 49E1 se srovnáním ojetím 12 mm
σb,k =	-366 MPa	
γM1 =	1.1	

KOMBINACE: TEPLOTA NK + BRŽDĚNÍ/ROZJEZD+γF*α*LM71 (GLO) +TEPLOTA KOLEJNICE+ZBYTKOVÉ NAPĚTÍ

BRŽDĚNÍ	MIN	-325.8	MPa	>	σb,k/γM1=	-333	MPa	vyhovuje
ROZJEZD	MIN	-328.3	MPa	>	σb,k/γM1=	-333	MPa	vyhovuje

VÝPOČET VZDÁLENOSTI OSAZENÍ PRAŽCOVÝCH KOTEV

Výpočet vychází z výpočtu kritické délky vlny při vybočení bez pražcových kotev

$$L_k = 7,75 \cdot \sqrt{\frac{EI_z v_0}{r_0}}$$

E =	210000 MPa	
Iz =	5998322 mm ⁴	2*Iz kolejnice 49E1 se srovnáním ojetím 12 mm
r0 =	7 N/mm	příčný odpor na 1 bm koleje
v0 =	15 mm	počáteční příčná výchylka
γ =	1.5	
Lk =	9934 mm	
γ*Lk =	14901 mm	= 15 m

11.7. Závěr

Kompletní analýzou bezстыkové koleje s uvážením vlivu spolupůsobení mostu a bezстыkové koleje bylo prokázáno, že pro dilatační délku 68 m, svršek S49 v kolejovém loži na betonových pražcích B91 a pro uvažovaná zatížení jsou celkové napětí vyhovující, ale stabilita bezстыkové koleje v kritické oblasti před a za dilatačními závěry mostu musí být zajištěna pražcovými kotvami. **Z výsledků statického výpočtu vyplívají následující konstrukční opatření nutná k zajištění bezpečného fungování bezстыkové koleje v oblasti mostní konstrukce.**

Navrhuje se:

- použití betonových pražců B91 po 600 mm
- pražcové kotvy na každém pražci ve vzdálenosti 10 m tj. 17 pražců (na mostě) před dilatačním závěrem na opěře O2 ve směru staničení (směr Brandýs n. L.) a 15 m tj. 25 pražců za dilatačním závěrem na opěře O2 (za opěrou)
- použití upevnění kolejnic Skl 12B (se sníženou svěrnou silou) v kombinaci s podložkami pod paty kolejnic EVA Zw 686 ve vzdálenosti 10 m tj. 17 pražců PŘED a ZA dilatační závěr na opěře O2
- zřízení bezстыkové koleje při teplotě mostní konstrukce na zastíněné straně zespodu mostovky min. 15 °C.

12. Tabulka zatížitelnosti

Přehled zatížitelnosti pro část mostu

str: 1

A Identifikace mostu

km: 5,703

TÚ (číslo, název): 0911 Čelákovice (mimo) – Neratovice (mimo)

DÚ (číslo, název): 04 Lázně Toušeň – Brandýs n. Labem nákladíště

B Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, poř. číslo (ve směru staničení):

pod kolejí č.: 1

C Doplňující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočetní model: prostorový prutový s desko-stěnovými prvky

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)			
	na začátku	uprostřed	na konci
K01			
poloměr oblouku [m]	v přímé	v přímé	v přímé
převýšení koleje [mm]	0	0	0
excentricita koleje vůči ose mostu [mm]	0	0	0

Poznámka k části mostu:

Poř. č.	Prvek vč. umístění	Detail	Namáhání	ki	Typ	δ	Ld m	viz str.	Poznámky	Zuic
	Nosná konstrukce K01									
	Mostovka									
1	Podélné výtuhy		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N, Vz	1.69	6.00	12		1.62
2	Příčníky běžné		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N, Vz	1.39	12.00	23		2.60
3	Příčníky podporové		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N, Vz	3.00	2.00	36		1.65
	Hlavní nosníky									
4	Tyčový závěs Z1		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	42		1.30
5	Tyčový závěs Z2		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	42		2.04
6	Tyčový závěs Z3		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	42		1.69
7	Tyčový závěs Z4		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	42		1.40
8	Tuhý závěs - diagonála		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	48		2.15
9	Oblouk		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	58		1.23
10	Trám		kombinace namáhání v MSÚ	1	M, N	1.11	34.00	66		1.35
	Opěry a založení									
10	Založení		tuhost pro bezstykovou kolej	1	Tuhost	1.11	34.00	128		1.10
11	Úložný práh		kombinace namáhání v MSÚ	1	Reakce	1.11	34.00	124		1.29

Dne: 15.12.2022

zatížitelnost určil: Ing. O. Lojík Ph.D.

Dne:

do databáze zadal:

Pozn:

Pro návrh ocelové konstrukce mostu je rovněž rozhodující mezní stav únavy, který odpovídá požadavkům trati a životnosti konstrukce 100 let.