

Předmět:

Bakalářská práce


Katedra:


Katedra betonových a zděných konstrukcí
K133

OBOR

K

Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv

	<p>České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební</p>
---	--

	Vypracoval	Jaroslav Šesták	Datum	05/2023
	Vedoucí	Doc. Ing. Lukáš Vráblík, Ph.D., FEng.	Formát Měřítka	A4 -
	Objekt :	D6 - PETROHRAD-LUBENEC SO225 - Lávka přes D6 v km 64,780		Č. přílohy: 12
Fakulta stavební, ČVUT v Praze Thrákurova 7 166 29 Praha 6 - Dejvice	Příloha:	STATICKÝ VÝPOČET		

OBSAH

1	Základní údaje o stavbě.....	5
1.1	Identifikační údaje.....	5
1.2	Základní údaje o lávce.....	6
1.3	Geotechnické podmínky.....	6
1.4	Seznam použitých programů.....	7
1.5	Seznam použité literatury.....	7
1.6	Seznam použitých materiálů.....	7
1.6.1	Beton.....	7
1.6.2	Cementové zálivky mikropilot.....	9
1.6.3	Ocel.....	10
1.6.4	Zásyp za opěrou.....	14
1.7	Geometrie konstrukce.....	14
2	Zatížení a kombinace zatížení.....	15
2.1	Stálé zatížení.....	15
2.1.1	Vlastní tíha nosné konstrukce.....	15
2.1.2	Ostatní stálé zatížení.....	15
2.1.3	Nerovnoměrný pokles podpor.....	16
2.1.4	Zatížení zeminou na konstrukce.....	16
2.2	Nahodilé zatížení.....	18
2.2.1	Zatížení dopravou.....	18
2.2.2	Zatížení teplotními změnami.....	23
2.2.3	Zatížení větrem.....	34
2.2.4	Zatížení sněhem.....	47
2.2.5	Dotvarování, smršťování a ztráty předpětí.....	47
2.2.6	Zatížení během provádění.....	49
2.2.7	Zatížení mimořádná.....	50
2.3	Kombinace zatížení.....	51
2.3.1	Kombinace pro mezní stav únosnosti.....	51
2.3.2	Kombinace pro mimořádné návrhové situace.....	51
2.3.3	Kombinace pro seizmické návrhové situace.....	51
2.3.4	Kombinace pro mezní stav použitelnosti.....	51
2.3.5	Kombinace pro únavové návrhové situace.....	52
2.3.6	Součinitele bezpečnosti a kombinační součinitele.....	52
3	Nosná konstrukce.....	53



3.1	Globální výpočetní model	53
3.1.1	Obecná charakteristika	53
3.1.2	Popis prvků.....	54
3.1.3	Předpětí.....	58
3.1.4	Smykové ochabnutí	59
3.1.5	Průřezové charakteristiky prutových prvků	60
3.1.6	Fáze výstavby, podepření a okrajové podmínky	61
3.2	Napětí a vnitřní síly na nosné konstrukci	71
3.2.1	Vnitřní síly v podélném směru	72
3.2.2	Souhrn vnitřních sil pro posouzení průřezů	83
3.2.3	Napětí v kabelech	90
3.2.4	Napětí v betonu	92
3.3	Posouzení nosné konstrukce.....	96
3.3.1	Podélný směr (řezy)	97
3.3.2	Příčný směr.....	113
3.4	Deformace	113
3.4.1	Průhyby při uvedení do provozu (bez nadvýšení).....	113
3.4.2	Průhyby na konci životnosti (bez nadvýšení).....	114
3.4.3	Nadvýšení.....	114
3.4.4	Posouzení průhybů	114
4	Opěry.....	115
4.1	Deformace	115
4.1.1	Podélné posuny	115
5	Založení.....	117
5.1	Stanovení tuhosti založení.....	118
5.1.1	Skupina mikropilot O1	119
5.1.2	Skupina mikropilot O2	126
5.2	Vnitřní síly a deformace	133
5.2.1	Vnitřní síly.....	133
5.2.2	Deformace	134
5.3	Posouzení mikropilotového založení.....	135
5.3.1	Únosnost mikropilot.....	135
5.3.2	Sedání mikropilot	137
6	Závěr	139
7	Přílohy.....	140

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



7.1 Seznam zkratek.....	140
-------------------------	-----

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

1 Základní údaje o stavbě

1.1 Identifikační údaje

Stavba	D6 Petrohrad - Lubenec
Objekt č.	225
Název objektu	Lávka přes D6 v km 64,780
Katastrální území	Bílenec [719676]
Obec	Bílenec [719676]
Kraj	Ústecký
Objednatel, investor	Ředitelství silnic a dálnic Na Pankráci 56, P.O. Box 1, 145 05 Praha 4 Správa Karlovy Vary Závodní 369/82, 360 06 Karlovy Vary
Nadřízený orgán	Ministerstvo dopravy ČR Nábřeží Ludvíka Svobody 12/1222, 110 15 Praha 1
Uvažovaný správce lávky	Obec Petrohrad Petrohrad č.p. 146 439 85, Petrohrad
Zhotovitel	-
Hlavní inženýr projektu	-
Odpovědný projektant objektu	Jaroslav Šesták
Projektový stupeň	-
Druh převáděné komunikace	Komunikace pro pěší a cyklisty
Kategorie komunikace na lávce	-
Staničení křížení na komunikaci	km 0,034 561
Úhel křížení s dálnicí D6	98,410 g (88,570°)
Volná výška pod lávkou	Až cca 5,500 m
Staničení podpěr	O1: km 0,010 062 O2: km 0,058 062
Začátek stavebních úprav	ZÚ: km 0,001 825
Konec stavebních úprav	KÚ: km 0,065 723
Druh přemostované překážky	Dálnice D6

1.2 Základní údaje o lávce

<i>Charakteristika lávky</i>	Trvalá přímo pojižděná integrovaná rámová konstrukce o jednom poli z monolitického dodatečně předpjatého betonu, pro oba dopravní směry.
<i>Délka přemostění</i>	46,000 m v ose kom.
<i>Délka lávky</i>	52,000 m v ose kom.
<i>Délka nosné konstrukce</i>	52,000 m v ose kom.
<i>Rozpětí jednotlivých polí</i>	48,000 m
<i>Šikmost lávky</i>	100,000 g (90,000 °)
<i>Šířka průjezdního prostoru</i>	3,500 m
<i>Šířka průchozího prostoru</i>	3,500 m
<i>Šířka lávky</i>	4,000 m
<i>Šířka nosné konstrukce</i>	4,000 m
<i>Výška lávky nad terénem</i>	Až cca 6,500 m
<i>Stavební výška</i>	2,422 - 1,022 m
<i>Plocha lávky</i>	52,000 x 4,000 = 208,000 m ²
<i>Poznámka: Plocha lávky je určena jako součin délky a šířky nosné konstrukce.</i>	
<i>Zatížení lávky</i>	Zatížení podle ČSN EN 1991-2.
<i>Důležitá upozornění</i>	Uváděny jsou kolmé rozměry nové konstrukce. Integrovaná mostní konstrukce typ IM1-VT2, dle TP261.

1.3 Geotechnické podmínky

Morfologie: Nadchod převádí chodník do obce Bílenec přes hlavní trasu v km 64,780. Dálnice zde prochází v zářezu hloubky cca 5,00-6,00 m. Terén je téměř rovinný. Nadmořská výška terénu je cca 368 - 370 m n.m.

Geologická a hydrogeologická charakteristika: Pokryvné útvary: V nadloží se nachází hlína písčité třídy IIIb (F3 MS), místy ji střídají polohy hlinitých písků třídy V (S4 SM). Konzistence jemnozrnných zemin je pevná. Báze pokryvných vrstev se nachází v intervalu hloubek 1,40 – 2,20 m.

Předkvartérní podloží: V podloží kvartéru vystupují permokarbonské jílovce a prachovce v různém stadiu zvětrání, kde se střídají pevnější polohy R6 s polohami charakteru zemin, tedy velmi pevnými prachovitými jíly třídy IX (F6 CI) a třídy X (F8 CH). Kolem hl. 13,00 m byly zastíženy polohy pískovců mírně zvětralých třídy XV (R4) a navětralých třídy XVI (R3).

Podzemní voda: V nových vrtech byla naražená v hl. 10,50 a 12,50 m a ustálila se v hloubce 9,70 a 10,20 m. Zemní prostředí je neagresivní vůči betonu, avšak v místě severní opěry (O2) vykazuje střední agresivitu II. na kovové konstrukce s obsahem síranů a chloridů. Je tedy třeba provést příslušnou ochranu všech kovových konstrukcí.

Statický výpočet

Geotechnické podmínky jsou dle IGP, ve smyslu ČSN EN 1997, v okolí mostního objektu jednoduché a konstrukce je náročná – konstrukce je proto zařazena do **2. geotechnické kategorie**.

1.4 Seznam použitých programů

AutoCAD	grafický editor
GEO 5	software pro návrh a posouzení geotechnických konstrukcí
IDEA StatiCa	software pro posouzení průřezů
Microsoft Excel	tabulkový procesor
Microsoft Word	textový editor
Midas Civil	software pro statické a dynamické výpočty
PDF-XChange Editor	grafický prohlížeč
Adobe Acrobat Pro DC	grafický prohlížeč

1.5 Seznam použité literatury

- Zakládání staveb (Doc. Ing. J. Masopust, CSc.)
- Speciální zakládání staveb (Doc. Ing. J. Masopust, CSc.)
- Concrete bridges – lectures (Ing. R. Šafář, Ph.D.)
- Concrete bridges – worked examples (Ing. R. Šafář, Ph.D.; Ing. M. Petřík; Ing. P. Tej, Ph.D.)
- Integral bridges – soil-structure interaction (Ing. Jaromír Křížek)
- návrhové normy (ČSN, ČSN EN)
- TP a TKP (MD ČR, odbor pozemních komunikací)
- podklady z Fsv ČVUT v Praze
- manuály jednotlivých software
- podklady a pomůcky ze skupiny Valbek, spol. s.r.o.

1.6 Seznam použitých materiálů

1.6.1 Beton

Pro výpočty ve stáří betonu méně než 28 dní byly vlastnosti betonu stanoveny v odpovídajícím stáří dle ČSN EN 1992.

Statický výpočet



Základy

C30/37 – XF3 + XA1 – D_{max} 16 mm – E= 33 GPa

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,90 \cdot \frac{30,00}{1,50} = 18,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 30,00 + 8,00 = 38,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk, 0,05} = 2,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk, 0,95} = 3,80 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 33,00 \text{ GPa}$$

$$\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Dřívky opěř

C50/60 – XC4 + XD3 + XF4 – D_{max} 16 mm – E= 37 GPa

$$f_{ck} = 50,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,90 \cdot \frac{50,00}{1,50} = 30,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 50,00 + 8,00 = 58,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 4,10 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk, 0,05} = 2,90 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk, 0,95} = 5,30 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 37,00 \text{ GPa}$$

$$\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Nosná konstrukce

C50/60 – XC4 + XD3 + XF4 – D_{max} 16 mm – E= 37 GPa

$$f_{ck} = 50,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,90 \cdot \frac{50,00}{1,50} = 30,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 50,00 + 8,00 = 58,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 4,10 \text{ MPa}$$

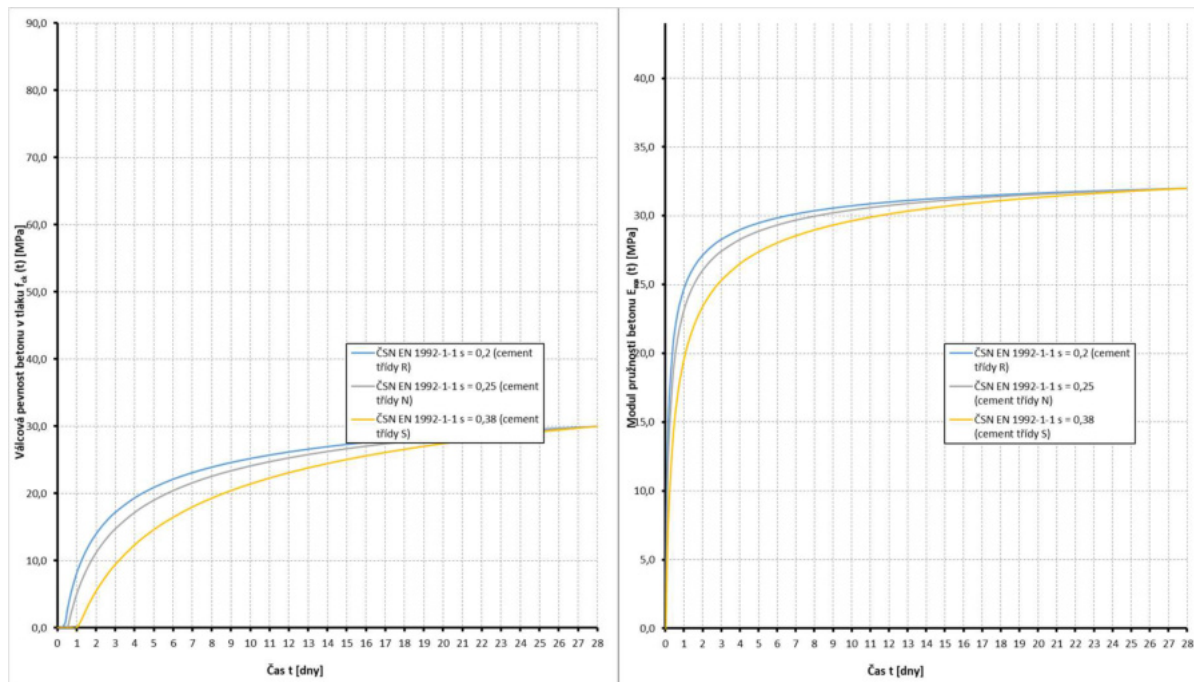
$$f_{ctk, 0,05} = 2,90 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk, 0,95} = 5,30 \text{ MPa}$$

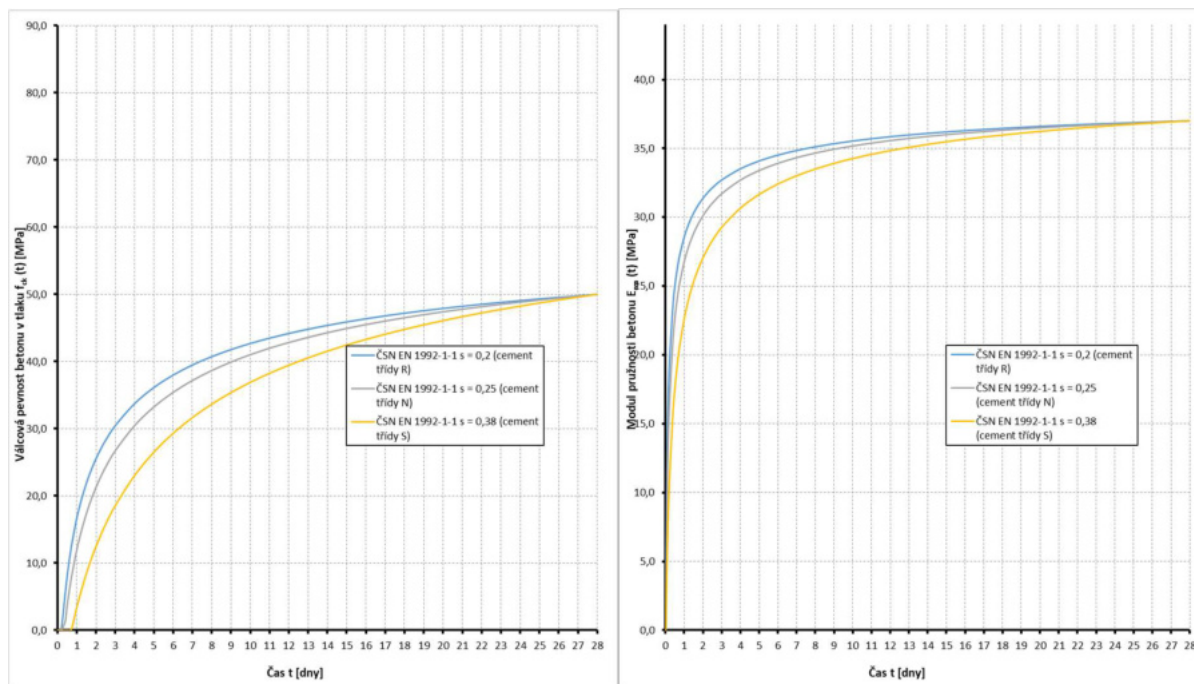
$$E_{cm} = 37,00 \text{ GPa}$$

$$\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

1.6.1.1 Časový vývoj pevnostních a přetvárných charakteristik betonu třídy C30/37 v čase



1.6.1.2 Časový vývoj pevnostních a přetvárných charakteristik betonu třídy C50/60 v čase



1.6.2 Cementové zálivky mikropilot

Vlastnosti odpovídají C30/37.

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



1.6.3 Ocel

1.6.3.1 Konstrukční ocel

Ocel třídy **S355 J0**.

$$f_{yk} = 355,00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{355,00}{1,00} = 355,00 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510,00 \text{ MPa}$$

$$E_s = 210,00 \text{ GPa}$$

$$\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

1.6.3.2 Betonářská výztuž

Výztuž **B500B**.

$$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,00}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200,00 \text{ GPa}$$

$$\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

1.6.3.2.1 Krytí betonářské výztuže NK

Výpočet krycí vrstvy výztuže

Typ konstrukce:	Nosné konstrukce bez vodotěsné izolace a říms	
Návrhová životnost:	100 let	
Stupeň vlivu prostředí:	XD3/XS3	
Pevnostní třída:	≥ C45/55	
Desková konstrukce:	ano	
Zajištění kontroly kvality:	ne	
Typ výztuže:	betonářská	svazek prutů: ne
Průměr výztuže/kanálku:	16 mm	n = 1
Monitoring měření krycí vrstvy:	ne	
Betonáž na nerovný povrch:	ne	
Třída konstrukce:	S4	

Minimální krycí vrstva betonu:

$$c_{\min,b} = 16 \text{ mm}$$

$$c_{\min,dur} = 45 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y} = 0 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev,st} = 0 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev,add} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{\min} = \max \{ c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dev,st} - \Delta c_{dev,add}; 10 \text{ mm} \} = \text{MAX}(16; 45 + 0 - 0 - 0; 10) = 45 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

- $c_{\min,b}$ - minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti
- $c_{\min,dur}$ - minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí
- $\Delta c_{dur,y}$ - přídavná bezpečnostní složka
- $\Delta c_{dev,st}$ - redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
- $\Delta c_{dev,add}$ - redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany
- Δc_{dev} - přídavek pro návrhovou odchylku

Krycí vrstva betonu:

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 45 + 10$$

$$c_{nom} = 55 \text{ mm}$$

Minimální krycí vrstva dle TKP18

Minimální krytí: 45 mm **návrhová životnost:** 100 let

Min. tloušťky krycí vrstvy pro návrhovou životnost 100 let se upraví dle ČSN EN 1992-1, pokud norma stanoví hodnotu vyšší.

1.6.3.3 Předpínací výztuž

Ocel Y1860-S7 (15,7 mm), např. systém Freyssinet.

Kabely se soudržností

- Průměr jednoho lana	$\varnothing_p = 15,7 \text{ mm}$
- Plocha jednoho lana	$A_p = 150 \text{ mm}^2$
- Pevnost předpínací oceli	$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
- Smluvní mez kluzu	$f_{p0,1,k} = 1640 \text{ MPa}$
- Modul pružnosti předpínací výztuže	$E = 195 \text{ GPa}$
- Teoretické maximální napínací napětí	$\sigma_{p0, \max} = \min(0,8 f_{pk}; 0,9 f_{p0,1,k}) =$ $= 1476 \text{ MPa}$
- Skutečné napínací napětí	$\sigma_{p0, \text{skut}} = 1420 \text{ MPa}$
- Maximální napětí po zakotvení	$\sigma_{pa, \max} = \min(0,75 f_{pk}; 0,85 f_{p0,1,k}) =$ $= 1394 \text{ MPa}$
- Doba držení předpínací síly při napínání	$t = 5 \text{ minut}$
- Pokluz v kotvě	6 mm (průměrný)
- Součinitel tření v oblouku	$\mu = 0,17$
- Nepředvídaný úhel zakřivení	$k = 0,007 \text{ rad/m}$
- Relaxační třída	nízko-relaxační ocel

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

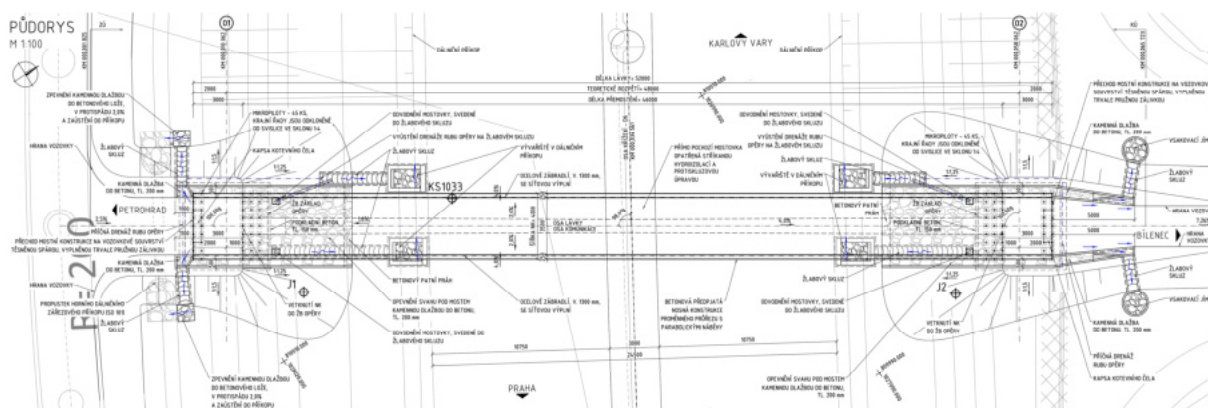


1.6.4 Zásyp za opěrou

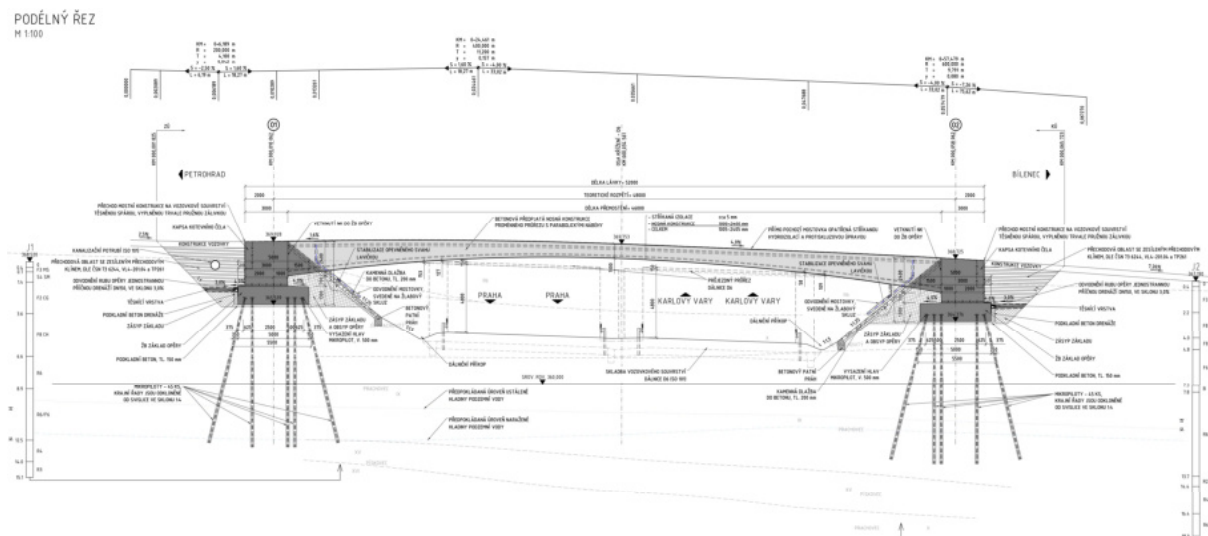
Pro zásypy za ruby opěr bude použita zemina specifikovaná v TZ a v rozsahu dle výkresové dokumentace. Výpočtové parametry zeminy jsou prezentovány v jednotlivých kapitolách statického výpočtu.

1.7 Geometrie konstrukce

Uvažovaná vstupní data statického výpočtu odpovídají navržené geometrii konstrukce.



Půdorys



Podélný řez

Statický výpočet

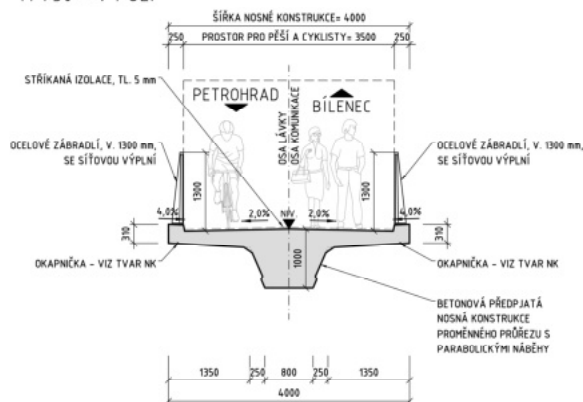
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



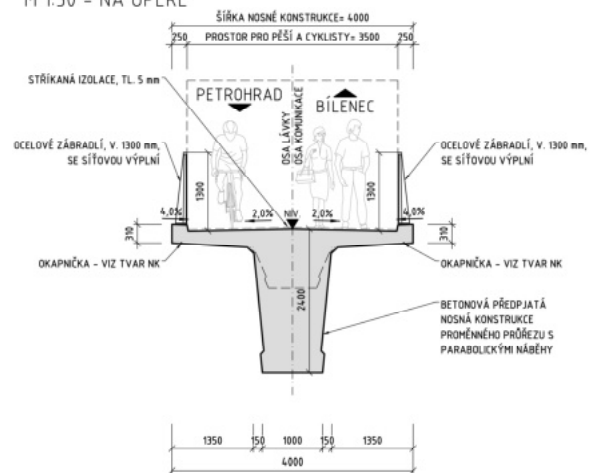
VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

M 1:50 - V POLI



VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

M 1:50 - NA OPĚŘE



Příčné řezy

2 Zatížení a kombinace zatížení

Zatížení konstrukce a jejich kombinace pro posouzení nosné konstrukce byla stanovena podle příslušných návrhových předpisů, tj. podle ČSN EN 1990, ČSN EN 1991, ČSN EN 1992 a ČSN EN 1997.

Poznámka: Veškerá zatížení, která jsou zadávána na nosnou konstrukci, jsou zadávána mezi teoretickým rozpětím.

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce

Vlastní tíha konstrukce byla stanovena v souladu s normami ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1. Vlastní tíha nosné konstrukce je generována automaticky výpočetním softwarem Midas Civil, na základě průřezových a materiálových charakteristik jednotlivých prvků.

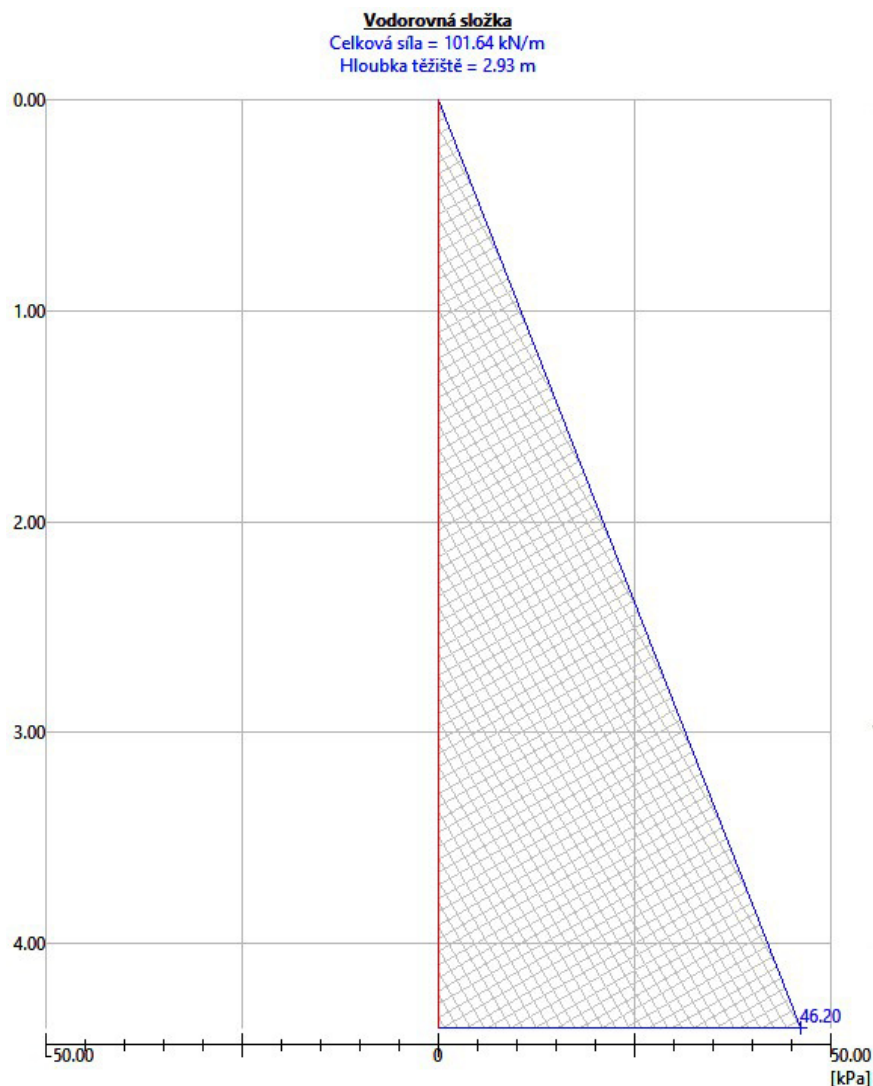
- Vl. tíha ŽB: **25,00** kN/m³
- Vl. tíha předpjatého betonu: **26,00** kN/m³
- Vl. tíha oceli: **78,50** kN/m³

2.1.2 Ostatní stálé zatížení

Hodnota ostatního stálého zatížení lávky je určena pro jednotlivé části konstrukce podle ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1 a ČSN EN 1991-2. Objemové tíhy byly uvažovány v souladu s hodnotami uvedenými ve výše uvedených normách.

Vzhledem k navržené mocnosti vozovkového souvrství (stříkané izolace) je vliv nezamýšlené změny mocnosti +/- 20,0 % zanedbán.

Statický výpočet



Průběh charakteristických hodnot vodorovného zemního tlaku v klidu za opěrou

Ze spočtených vodorovných zemních tlaků v programu GEO5 byla přepočítána zatížení, která byla následně aplikována v modelu. Zatížení vod. zemním tlakem v klidu je uvažováno na rubu opěry jako plošné, spojitě, lineární hodnotou:

$$\sigma_{x,0,1} = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{x,0,2} = \frac{46,20}{4,40} \cdot 3,10 = 32,55 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení vod. zemním tlakem v klidu je uvažováno na rubové hraně základu jako liniové, spojitě, konstantní:

$$\sigma_{x,0,z} = \frac{32,55+46,20}{2} \cdot 1,30 = 51,19 \text{ kN/m}$$

Zatížení svislým zemním tlakem je uvažováno, na odsazených plochách základu před opěrou, s vlivem změny mocnosti svahu, jako plošné, spojitě, lineární, hodnotou:

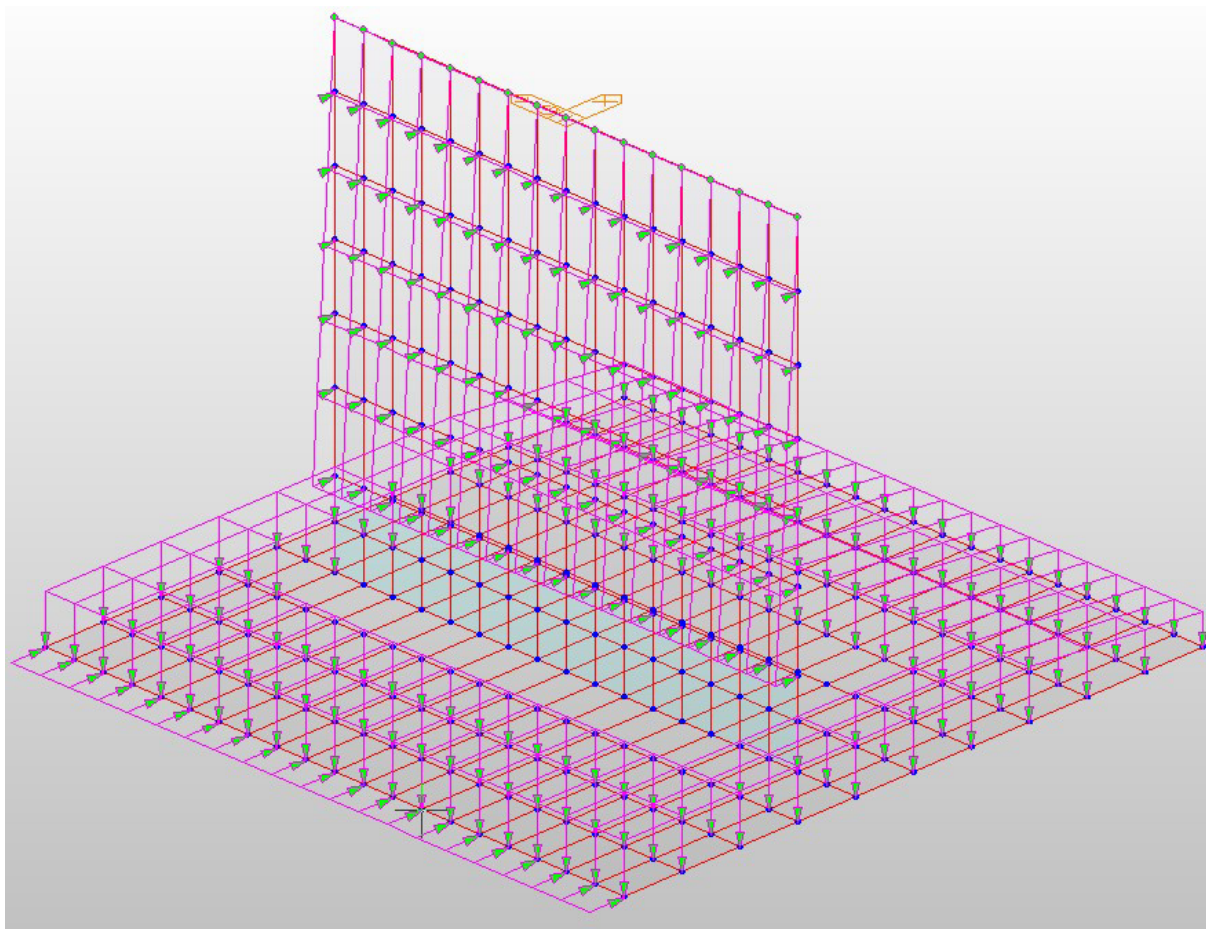
$$\sigma_{z,z1} = 21,0 \cdot 1,96 = 41,16 \text{ kN/m}^2$$

Statický výpočet

$$\sigma_{z,z2} = 21,0 \cdot 3,10 = \mathbf{65,10 \text{ kN/m}^2}$$

Zatížení svislým zemním tlakem je uvažováno, na odsazených plochách základu za opěrou a okolo opěry, při neměnné mocnosti svahu, jako plošné, spojité, konstantní, hodnotou:

$$\sigma_{z,z} = 21,0 \cdot 3,10 = \mathbf{65,10 \text{ kN/m}^2}$$



Přehled zadaných zatížení zemním tlakem na spodní stavbu

2.2 Nahodilé zatížení

2.2.1 Zatížení dopravou

Zatížení dopravou je softwarem automaticky umístěováno dle metody příčinkových čar, v polohách pro vyvození maximálního namáhání konstrukce. Doprava byla uvažena dle ČSN EN 1991-2. Pro posuzování byly uvažovány vždy vzájemně působící vnitřní síly.

2.2.1.1 LMI

Neuvažuje se.

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

2.2.1.2 LM2

Neuvažuje se.

2.2.1.3 LM3

Neuvažuje se.

2.2.1.4 LM4

Neuvažuje se.

2.2.1.5 FLM

Modely na únavu nejsou uvažovány.

2.2.1.6 Rovnoměrné zatížení na chodnících nebo cyklistických pruzích

Rovnoměrné zatížení lávky pro pěší a cyklisty je definováno vztahem 5.1 dle ČSN EN 1991-2:

$$q_{fk} = 2,0 + \frac{120}{L + 30}, \quad 2,5 \leq q_{fk} < 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{fk} = 2,0 + \frac{120}{48 + 30} = 3,54 \text{ kN/m}^2$$

- kde $L = 48,00$ m je zatěžovací délka v metrech

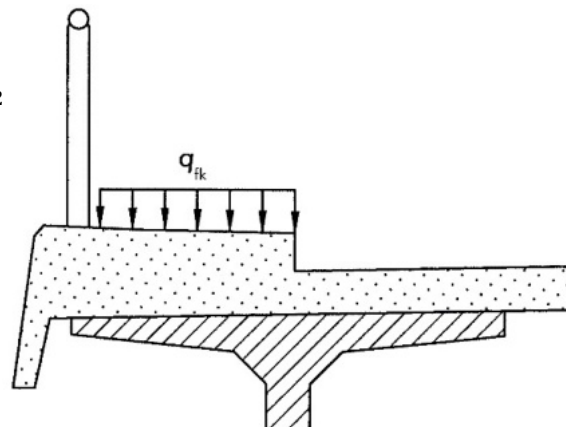


SCHÉMA POSTAVENÍ PRUHŮ

M 1:50

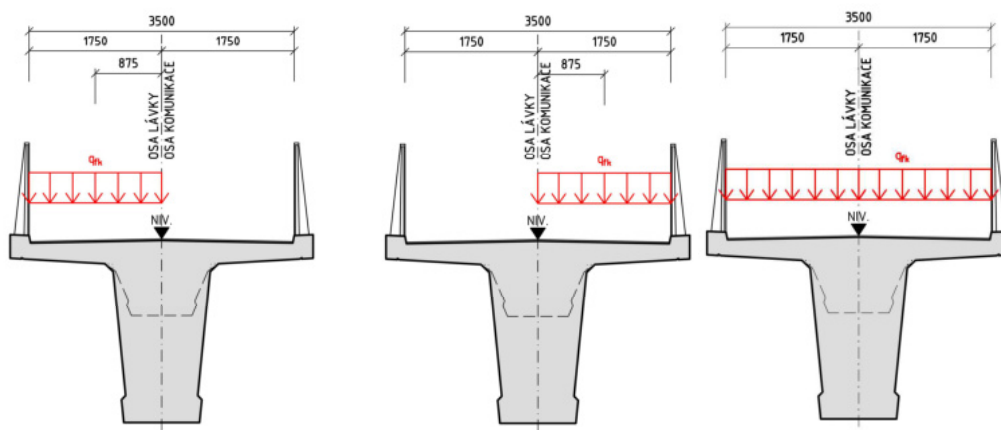


Schéma uvažovaných poloh zatěžovacích pruhů v příčném řezu

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

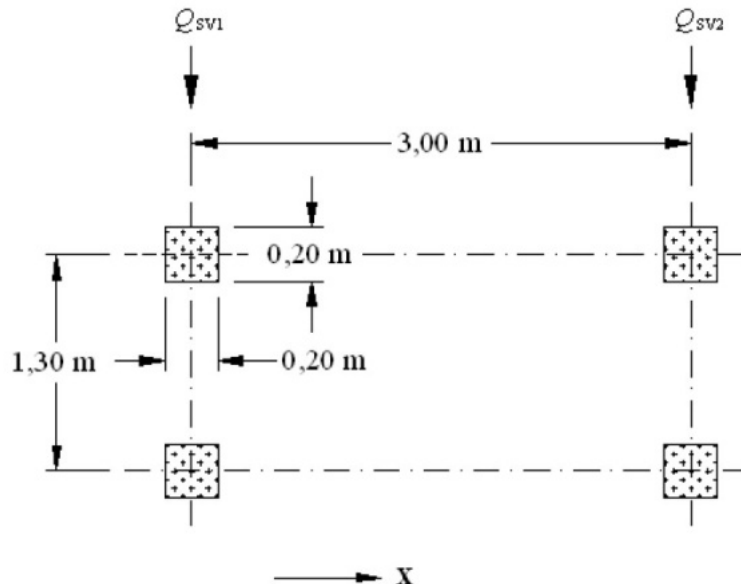
2.2.1.7 *Obslužné vozidlo*

Na lávku není omezen vjezd vozidel, je proto uvažováno s obslužným vozidlem – uvažuje se vozidlo definované v čl. 5.6.3. Vozidlo se pohybuje v pásu mezi obrubami, resp. zábradlím – v rámci analýzy pohyblivých zatížení se pro vozidlo automaticky hledá nejnepríznivější poloha v rámci příčného řezu.

$$Q_{\text{serv},1} = 80 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{serv},2} = 40 \text{ kN}$$

X – podélná osa lávky



2.2.1.8 *Mimořádné vozidlo*

Lávka je navržena na výskyt obslužných, revizních a náhodných vozidel nebo vozidel IZS – tento model tím postrádá smysl.

2.2.1.9 *Dynamické modely zatížení chodci*

Konstrukce není posuzována na dynamické účinky dopravy, ve smyslu dynamických výpočtů.

2.2.1.10 *Vodorovné síly od zatížení dopravou*

2.2.1.10.1 *Rozjezdové a brzdné síly*

Rozjezdové a brzdné síly se uvažují jako podélné síly působící v úrovni povrchu vozovky v ose nosné konstrukce. Síly se uvažují spojitě, rovnoměrně působící.

Charakteristická hodnota Q_{lk} se má rovnat vyšší z hodnot:

$$Q_{flk} = 0,1 \cdot q_{fk} \cdot w \cdot L = 0,1 \cdot 3,54 \cdot 3,5 \cdot 48 = \mathbf{59,45 \text{ kN}}$$

$$\Rightarrow q_{flk} = \frac{Q_{flk}}{L} = \frac{59,45}{48} = \mathbf{1,24 \text{ kN/m}}$$

$$Q_{\text{serv},lk} = 0,6 \cdot (Q_{\text{serv},1} + Q_{\text{serv},2}) = 0,6 \cdot (80 + 40) = \mathbf{72,00 \text{ kN}}$$

Statický výpočet

$$\Rightarrow q_{\text{serv, lk}} = \frac{Q_{\text{serv, lk}}}{L} = \frac{72,00}{48} = 1,50 \text{ kN/m}$$

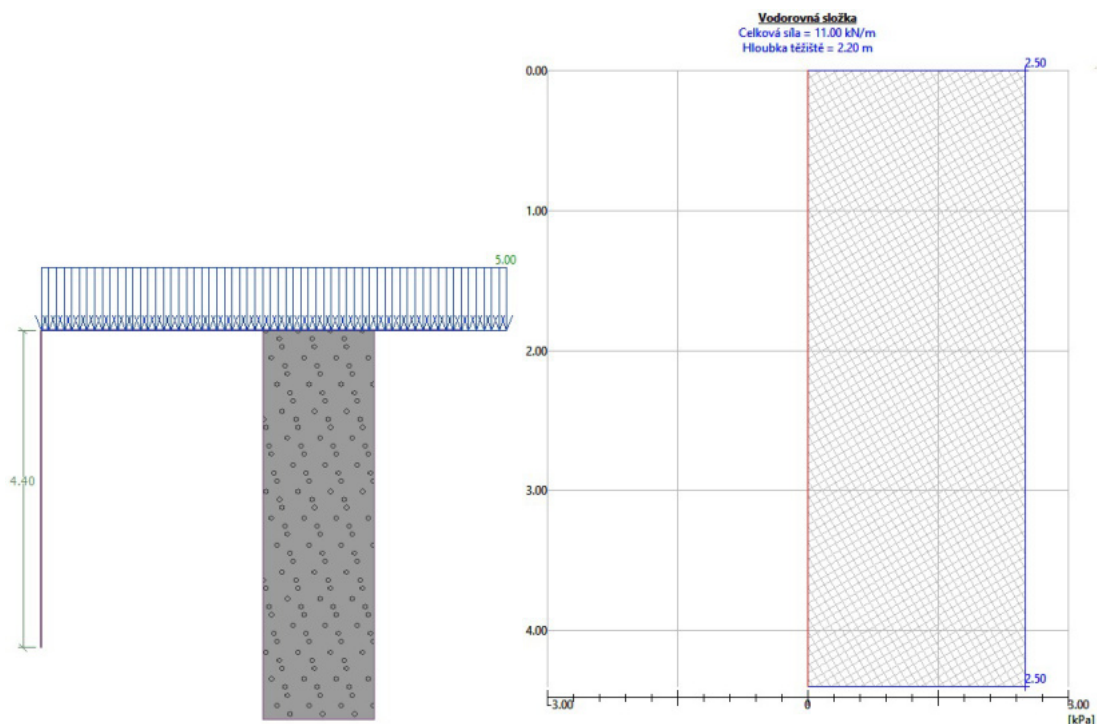
Jednotlivé rozjezdové/brzděné síly se uvažují s příslušným modelem svislého zatížení – viz tabulka sestav zatížení. Rozhoduje pak účinnější kombinace.

2.2.1.10.2 Odstředivé a jiné příčné síly

Konstrukce je vedena v přímé – odstředivé síly se neuvažují. Příčné rozjezdové/brzděné síly se neuvažují vzhledem k volné šířce na konstrukci.

2.2.1.11 Přitížení zásypu za opěrou

Opěry byly zatíženy zvýšeným zemním tlakem dle ČSN EN 1991-2 (čl. 5.9). Zásyp za opěrami byl přitížen celoplošným, svislým, rovnoměrným zatížením 5,0 kN/m². Níže bude prezentován uvažovaný průběh zvýšených zemních tlaků, které byly v modelu uváženy. Toto zatížení je plošně aplikováno na rub opěry.



Zatížení na rubové hraně základu je uvažováno hodnotou liniového, spojitého, rovnoměrného zatížení:

$$\sigma_{x, 0, z} = 2,50 \cdot 1,30 = 3,25 \text{ kN/m}$$

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



2.2.1.12 Zatížení na zábradlí

Zatížení na zábradlí je uvažováno ve výšce madla zábradlí 1,30 m nad úrovní povrchu římsy. Zatížení na zábradlí je uvažováno v souladu s ČSN EN 1991-2 (čl. 4.8):

- svislé rovnoměrné spojité zatížení - $q_{zabr, s} = 1,00$ kN/m
- vodorovné rovnoměrné spojité zatížení - $q_{zabr, v} = 1,00$ kN/m

Vodorovné zatížení bylo aplikováno s ohledem na vlastnosti modelu vždy ve shodném směru pro vyvolání největších kroutících a ohybových účinků.

2.2.1.13 Sestavy zatížení dopravou

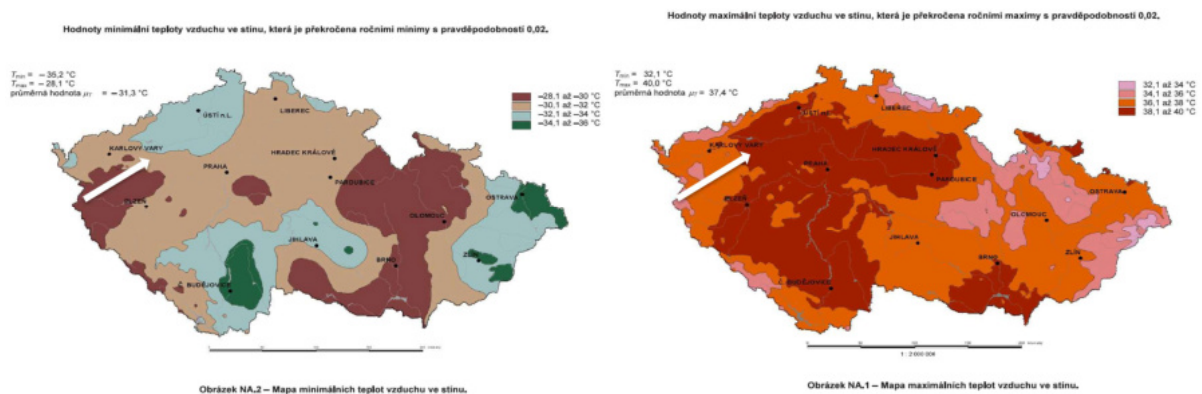
Druh zatížení		Svislé síly		Vodorovné síly
Zatěžovací systém		Rovnoměrné zatížení	Obslužné vozidlo	
Sestava zatížení	gr1	q_{fk}	0	q_{fk}
	gr2	0	Q_{serv}	$Q_{serv, lk}$

2.2.2 Zatížení teplotními změnami

Zatížení teplotou je uvažováno na nezasypaných částech nosné konstrukce dle ČSN EN 1991-1-5.

2.2.2.1 Rovnoměrná složka změny teploty

Účinky rovnoměrné složky teploty byly uvaženy dle ČSN EN 1991-1-5 (čl. 6.1.3).



Návrh: **Nosná konstrukce**

Rovnoměrná složka teploty

$$T_0 = 10,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -32,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = 40,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Typ konstrukce: **3** **Betonová nosná konstrukce**

Pravděpodobnost překročení: **50 let** $p = 0,02$

$$T_{\min} = -32,00 \text{ } ^\circ\text{C} \quad 1,01$$

$$T_{\max} = 40,00 \text{ } ^\circ\text{C} \quad 0,99$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 8,00 = -24,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,50 = 41,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_0 - T_{e,\min} = 10,00 - (-24,00) = 34,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\max} - T_0 = 41,50 - 10,00 = 31,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = -34,00 - 0,00 = -34,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = 31,50 + 0,00 = 31,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.2.2.2 Nerovnoměrná složka změny teploty

Pro výpočet byl použit postup 2, dle ČSN EN 1991-5, (čl. 6.1.4.2). Jelikož je teplota nesilové zatížení, byly účinky nelineární změny teploty ručně přepočteny na rovnoměrnou složku a lineárně proměnnou složku teplotního (deformačního) zatížení. Takto zjednodušené zatížení pak bylo aplikováno v modelu. Primární (reziduální) napětí bylo, pro složitost jeho zadávání v softwaru, zanedbáno.

Z důvodu závislosti tohoto výpočtu na průřezových charakteristikách, byla konstrukce rozdělena na 5 kvazihomogenních úseků, na kterých se zjednodušeně uvažuje konstantní průřez s neměnnými vlastnostmi po délce úseku. Pro každý úsek byl použit referenční průřez,

Statický výpočet

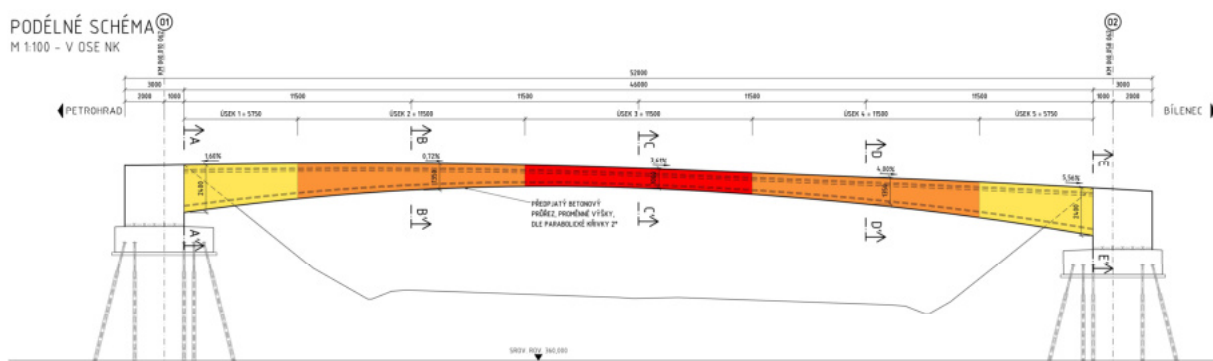
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



reprezentující tento úsek. Přesnost tohoto zjednodušení je nepřímo úměrná délce úseků, avšak pro zachování praktičnosti výpočtu bylo vytvořeno pouze 5 úseků – takové množství úseků poskytuje dostatečnou přesnost výpočtu. Schéma rozdělení úseků je prezentováno níže.

Poznámka: Toto zjednodušení se týká pouze vstupních dat zadávaných do modelu, software pak počítá s přesnou geometrií konstrukce.



Podélné výpočetní schéma rozdělení kvazihomogenních úseků

Referenční úseky:

Úsek 1 odpovídá řezu A-A'

Úsek 2 odpovídá řezu B-B'

Úsek 3 odpovídá řezu C-C'

Úsek 4 odpovídá řezu D-D' (odpovídá řezu B-B')

Úsek 5 odpovídá řezu E-E' (odpovídá řezu A-A')

Tvar a rozměry řezů jsou patrné z výkresové dokumentace.

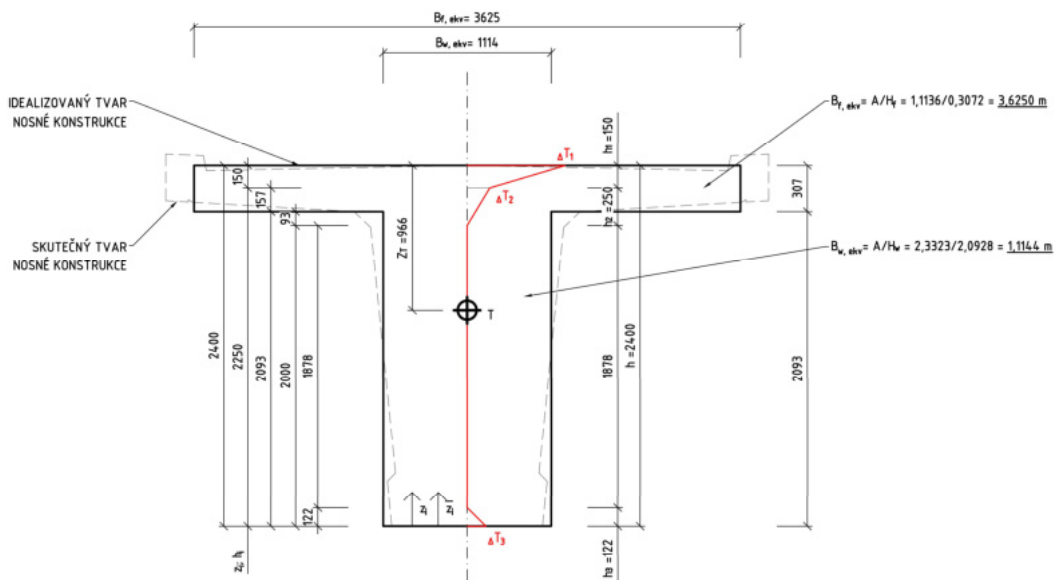
Pro výpočet nelineárních účinků byl průřez zjednodušen na obdélníkový T-průřez – zvolená aproximační metoda byla založena na zachování výšky jednotlivých částí průřezu a úpravě jejich šířek podle plochy. Schémata použitá ve výpočtu budou prezentována níže, vč. průběhů uvažovaných teplot a jednotlivých výpočtů v referenčních řezech.

2.2.2.2.1 Účinky teploty v úseku 1 a 5

UVAŽOVANÝ PRŮBĚH TEPLoty

NEROVNOMĚRNÉ OTEPLENÍ

M 1:25 - ŘEZ A-A'



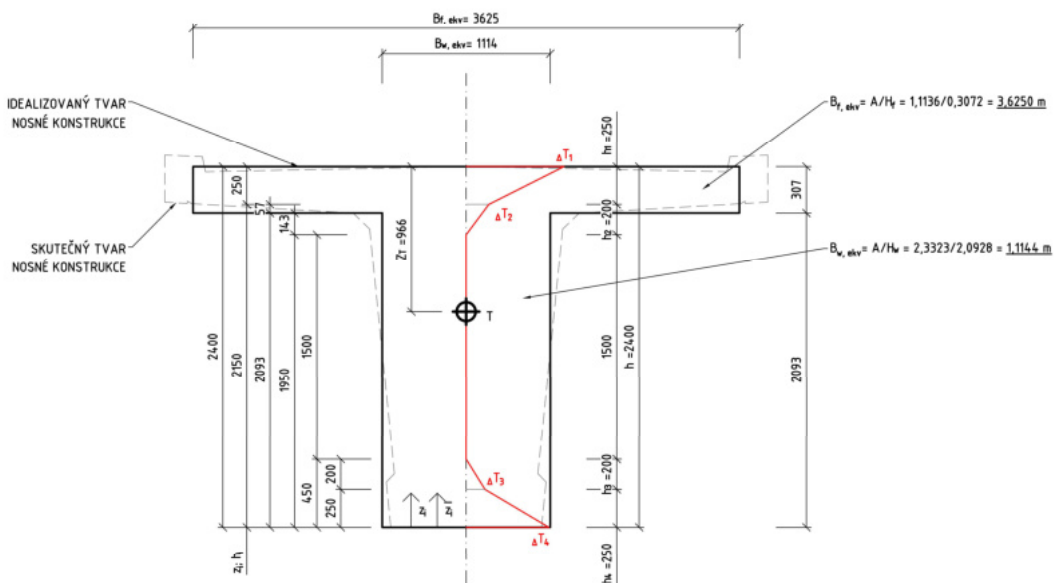
POZNÁMKA:

UVAŽOVANÉ PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY ODPOVÍDAJÍ IDEALIZOVANÉMU PRŮŘEZU

UVAŽOVANÝ PRŮBĚH TEPLoty

NEROVNOMĚRNÉ OCHLAZENÍ

M 1:25 - ŘEZ A-A'



POZNÁMKA:

UVAŽOVANÉ PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY ODPOVÍDAJÍ IDEALIZOVANÉMU PRŮŘEZU

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

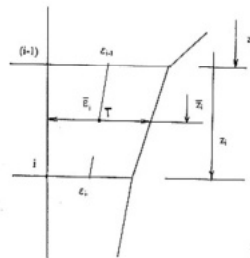
Stanovení účinků rozdílové složky teploty oteplení konstrukce

Typ konstrukce typ 3 **Betonová nosná konstrukce**

Tloušťka vozovky $h_c = 0,005 \text{ m}$
 Výška trámu $h_b = 2,400 \text{ m}$
 Těžiště id. průřezu $z_T = 0,966 \text{ m}$
 Moment setrvačnosti id. průřezu $I_y = 1,945 \text{ m}^4$
 Plocha id. průřezu $A = 3,444 \text{ m}^2$
 Třída betonu **C50/60**
 Kamenivo **silikátové**
 Pevnost betonu $f_{ck} = 50,0 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti mat. id. průřezu $E_i = 37,00 \text{ GPa}$
 Součinitel teplotní roztažnosti $\alpha_T = 1,00E-05$

Přetvoření průřezu

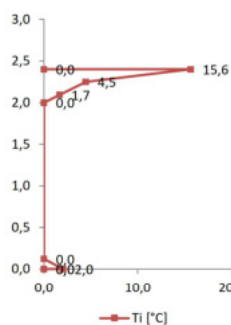
i	z_i [m]	h_i [m]	T_i [°C]	ϵ_i [-]	z_i' [m]	ϵ_i' [-]
0	2,400		15,6	1,56E-04		
1	2,250	0,150	4,5	4,45E-05	2,339	1,00E-04
2	2,093	0,157	1,7	1,66E-05	2,183	3,05E-05
3	2,000	0,093	0,0	0,00E+00	2,062	8,28E-06
4	0,122	1,878	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
5	0,000	0,122	2,0	2,01E-05	0,041	1,01E-05
6	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	1,01E-05
7	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00



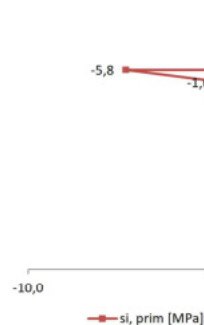
Účinky zatížení

i	z_i	E_i	$\sigma_{i, prim}$	B	A_i	F_i	$F_i \cdot z_i'$	$\sigma_{i, sec}$	$\sigma_{i, prim+sec}$
	[m]	[GPa]	[MPa]						
0	2,400	37,00	-5,79					1,92	-3,87
1	2,250	37,00	-1,65	3,63	0,54	2020,93	1828,37	1,75	0,10
2	2,093	37,00	-0,61	3,63	0,57	642,83	481,65	1,56	0,95
3	2,000	37,00	0,00	1,11	0,10	31,74	19,93	1,45	1,45
4	0,122	37,00	0,00	1,11	2,09	0,00	0,00	-0,73	-0,73
5	0,000	37,00	-0,74	1,11	0,14	50,56	-70,45	-0,87	-1,61
6	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

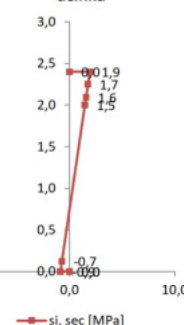
Průběh teploty



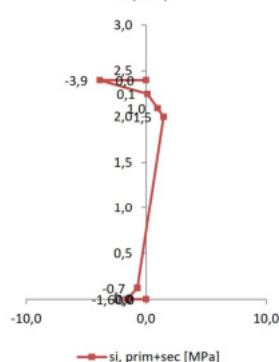
Průběh primárních účinků



Průběh sekundárních účinků



Průběh účinků nelineární teploty



Sekundární silové účinky v koncích úseku

$F_{x, sec} = 2\,746,0 \text{ kN}$

$M_{y, sec} = -2\,259,5 \text{ kNm}$

Deformační zatížení teplotou pro stanovení sekundárních účinků na konstrukci

změna teploty horního povrchu $\Delta T_{top} = 5,19 \text{ °C}$
 změna teploty spodního povrchu $\Delta T_{bottom} = -2,35 \text{ °C}$

oteplení celé konstrukce $\Delta T_{M-N, heat} =$	2,15 °C
Lineární teplota $\Delta T_{M-N, heat} =$	7,54 °C

initial-temperature $T_0 = 0 \text{ °C}$

$$\epsilon = \alpha_T (T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = \text{final temp.}$$

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



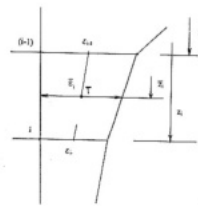
FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Stanovení účinků rozdílové složky teploty ochlazení konstrukce

Typ konstrukce	Betonová nosná konstrukce
	0,000 m
Tloušťka vozovky	$h_c = 0,005$ m
Výška trámu	$h_b = 2,400$ m
Těžiště id. průřezu	$z_T = 0,966$ m
Moment setrvačnosti id. průřezu	$I_T = 1,945$ m ⁴
Plocha id. průřezu	$A = 3,444$ m ²
Třída betonu	C50/60
Kamenivo	silikátové
Pevnost betonu	$f_{ck} = 50,0$ MPa
Modul pružnosti mat. id. průřezu	$E_{cm} = 37,00$ GPa
Součinitel teplotní roztažnosti	$a = 1,00E-05$

Přetvoření průřezu

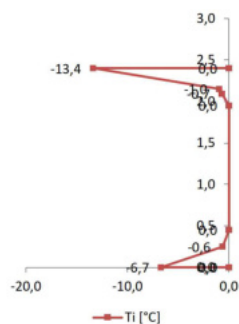
i	z_i [m]	h_i [m]	T_i [°C]	ε_i [-]	z'_i [m]	ε'_i [-]
0	2,400		-13,4	-1,34E-04		
1	2,150	0,250	-1,0	-9,70E-06	2,311	-7,18E-05
2	2,093	0,057	-0,7	-6,94E-06	2,123	-8,32E-06
3	1,950	0,143	0,0	0,00E+00	2,045	-3,47E-06
4	0,450	1,500	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
5	0,250	0,200	-0,6	-6,20E-06	0,317	-3,10E-06
6	0,000	0,250	-6,7	-6,69E-05	0,090	-3,66E-05
7	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	-3,35E-05
8	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
9	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00



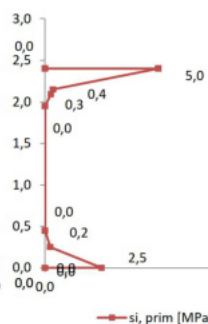
Účinky zatížení

i	z_i [m]	E_{cm} [GPa]	$\sigma_{i,prim}$ [MPa]	B [m]	A_i [m ²]	F_i [kN]	$F_i \cdot z'_i$ [kNm]	$\sigma_{i,sec}$ [MPa]	$\sigma_{i,prim+sec}$ [MPa]
0	2,400	37,00	4,95					-1,65	3,30
1	2,150	37,00	0,36	3,63	0,91	-2407,54	-2111,01	-1,44	-1,08
2	2,093	37,00	0,26	3,63	0,21	-63,59	-43,81	-1,39	-1,14
3	1,950	37,00	0,00	1,11	0,16	-20,45	-12,50	-1,27	-1,27
4	0,450	37,00	0,00	1,11	1,67	0,00	0,00	-0,01	-0,01
5	0,250	37,00	0,23	1,11	0,22	-25,56	28,57	0,15	0,38
6	0,000	37,00	2,48	1,11	0,28	-376,76	506,30	0,36	2,84
7	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

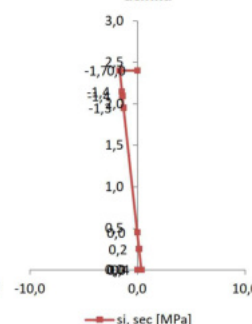
Průběh teploty



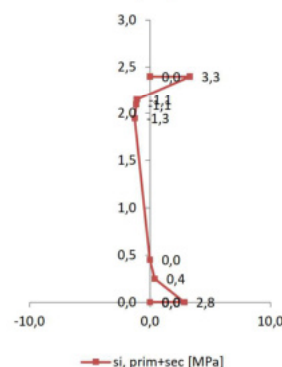
Průběh primárních účinků



Průběh sekundárních účinků



Průběh účinků nelineární teploty



Sekundární silové účinky v koncích úseku

$$F_{x,sec} = -2\,893,9 \text{ kN}$$

$$M_{y,sec} = 1\,632,4 \text{ kNm}$$

Deformační zatížení teplotou pro stanovení sekundárních účinků na konstrukci

změna teploty horního povrchu o $-4,46$ °C
změna teploty spodního povrchu o $0,98$ °C

ochlazení celé konstrukce o	$\Delta T_{M-N,cool} = -2,27$ °C
Lineární teplota	$\Delta T_{M-M,cool} = -5,45$ °C

initial-temperature $T_0 = 0$ °C

$$\varepsilon_i = \alpha(T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = \text{final temp.}$$

Statický výpočet

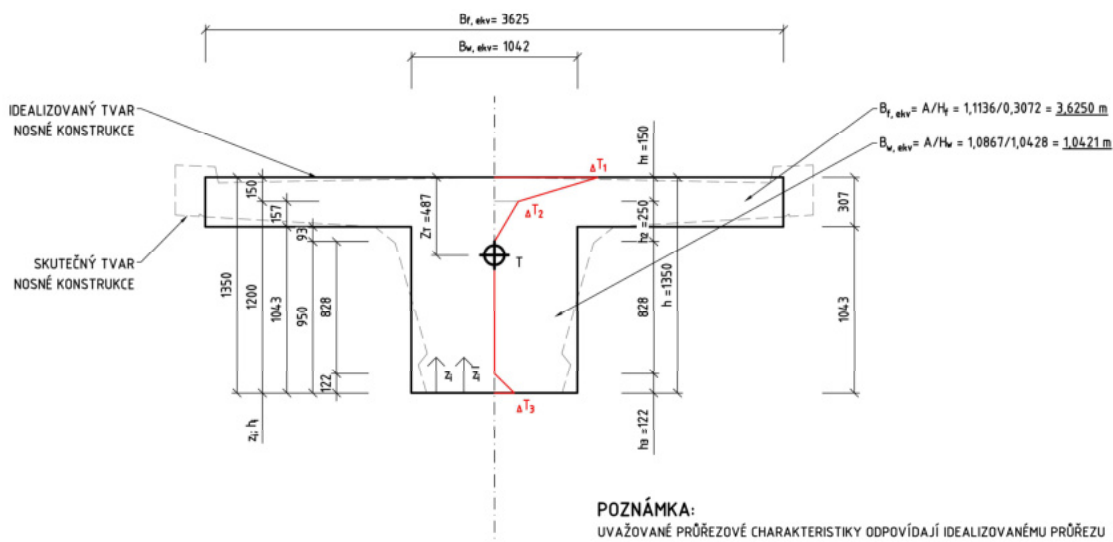
Fakulta stavební, ČVUT

2.2.2.2 Účinky teploty v úseku 2 a 4

UVAŽOVANÝ PRŮBĚH TEPLoty

NEROVNOMĚRNÉ OTEPLENÍ

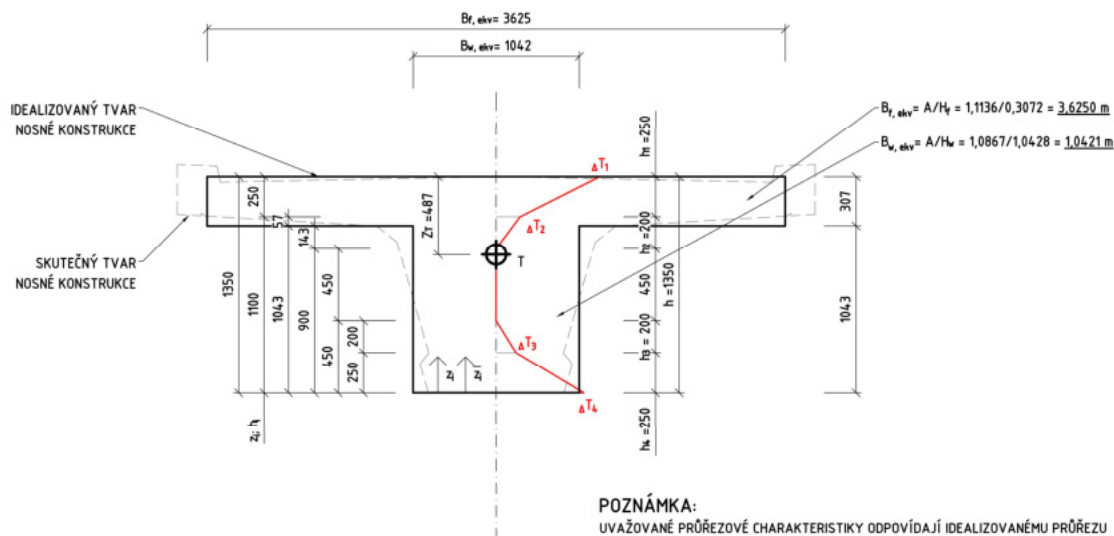
M 1:25 - ŘEZ B-B'



UVAŽOVANÝ PRŮBĚH TEPLoty

NEROVNOMĚRNÉ OCHLAZENÍ

M 1:25 - ŘEZ B-B'



D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

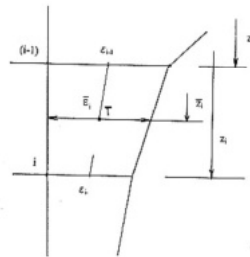
Stanovení účinků rozdílové složky teploty oteplení konstrukce

Typ konstrukce typ 3 **Betonová nosná konstrukce**

Tloušťka vozovky $h_c = 0,005 \text{ m}$
 Výška trámu $h_b = 1,350 \text{ m}$
 Těžiště id. průřezu $z_T = 0,487 \text{ m}$
 Moment setrvačnosti id. průřezu $I_y = 0,358 \text{ m}^4$
 Plocha id. průřezu $A = 2,200 \text{ m}^2$
 Třída betonu **C50/60**
 Kamenivo **silikátové**
 Pevnost betonu $f_{ck} = 50,0 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti mat. id. průřezu $E_i = 37,00 \text{ GPa}$
 Součinitel teplotní roztažnosti $a_T = 1,00E-05$

Přetvoření průřezu

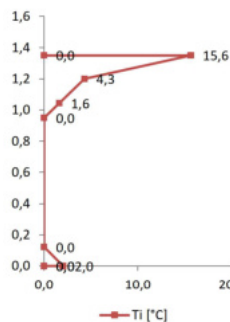
i	z_i [m]	h_i [m]	T_i [°C]	ϵ_i [-]	z'_i [m]	ϵ'_i [-]
0	1,350		15,6	1,56E-04		
1	1,200	0,150	4,3	4,32E-05	1,289	9,98E-05
2	1,043	0,157	1,6	1,61E-05	1,133	2,96E-05
3	0,950	0,093	0,0	0,00E+00	1,012	8,03E-06
4	0,122	0,828	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
5	0,000	0,122	2,0	2,01E-05	0,041	1,01E-05
6	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	1,01E-05
7	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00



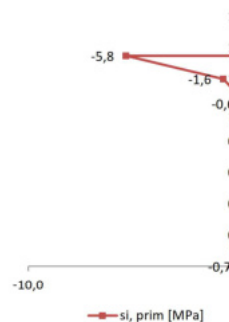
Účinky zatížení

i	z_i [m]	E_i [GPa]	$\sigma_{i, prim}$ [MPa]	B [m]	A_i [m ²]	F_i [kN]	$F_i z'_i$ [kNm]	$\sigma_{i, sec}$ [MPa]	$\sigma_{i, prim+sec}$ [MPa]
0	1,350	37,00	-5,79					2,58	-3,21
1	1,200	37,00	-1,60	3,63	0,54	2007,35	855,51	2,16	0,57
2	1,043	37,00	-0,59	3,63	0,57	623,32	168,60	1,73	1,13
3	0,950	37,00	0,00	1,04	0,10	28,78	4,29	1,47	1,47
4	0,122	37,00	0,00	1,04	0,86	0,00	0,00	-0,82	-0,82
5	0,000	37,00	-0,74	1,04	0,13	47,28	-38,88	-1,16	-1,90
6	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

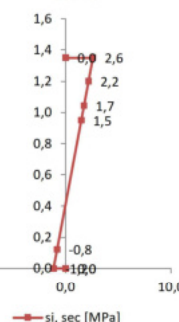
Průběh teploty



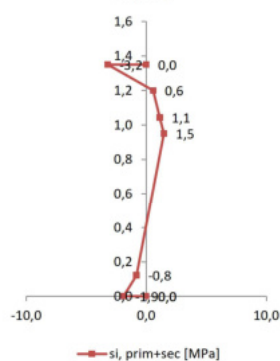
Průběh primárních účinků



Průběh sekundárních účinků



Průběh účinků nelineární teploty



Sekundární silové účinky v koncích úseku

$F_{i, sec} = 2\,706,7 \text{ kN}$
 $M_{y, sec} = -989,5 \text{ kNm}$

Deformační zatížení teplotou pro stanovení sekundárních účinků na konstrukci

změna teploty horního povrchu o $6,97 \text{ °C}$
 změna teploty spodního povrchu o $-3,13 \text{ °C}$

oteplení celé konstrukce o	$\Delta T_{M-N, heat} =$	3,33 °C
Lineární teplota	$\Delta T_{M-N, heat} =$	10,09 °C

initial-temperature $T_0 = 0 \text{ °C}$

$$\epsilon_i = \alpha(T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = \text{final temp.}$$

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

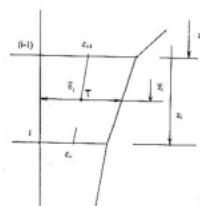


Stanovení účinků rozdílové složky teploty ochlazení konstrukce

Typ konstrukce	Betonová nosná konstrukce
	0,000 m
Tloušťka vozovky	$h_c = 0,005$ m
Výška trámu	$h_b = 1,350$ m
Těžiště id. průřezu	$z_1 = 0,487$ m
Moment setrvačnosti id. průřezu	$I_p = 0,358$ m ⁴
Plocha id. průřezu	$A = 2,200$ m ²
Třída betonu	C50/60
Kamenivo	silikátové
Pevnost betonu	$f_{ck} = 50,0$ MPa
Modul pružnosti mat. id. průřezu	$E_{cm} = 37,00$ GPa
Součinitel teplotní roztažnosti	$a = 1,00E-05$

Přetvoření průřezu

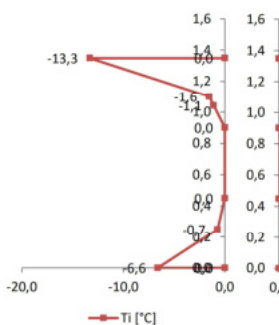
i	z_i [m]	h_i [m]	T_i [°C]	ϵ_i [-]	z'_i [m]	ϵ'_i [-]
0	1,350		-13,3	-1,33E-04		
1	1,100	0,250	-1,6	-1,55E-05	1,258	-7,43E-05
2	1,043	0,057	-1,1	-1,11E-05	1,073	-1,33E-05
3	0,900	0,143	0,0	0,00E+00	0,995	-5,55E-06
4	0,450	0,450	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
5	0,250	0,200	-0,7	-7,13E-06	0,317	-3,57E-06
6	0,000	0,250	-6,6	-6,60E-05	0,091	-3,66E-05
7	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	-3,30E-05
8	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
9	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00



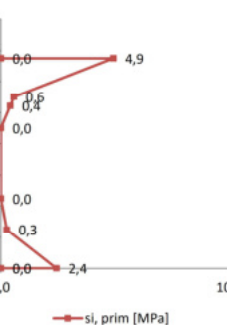
Účinky zatížení

i	z_i [m]	E_{cm} [GPa]	$\sigma_{i,prim}$ [MPa]	B [m]	A_i [m ²]	F_i [kN]	$F_i \cdot z'_i$ [kNm]	$\sigma_{i,sec}$ [MPa]	$\sigma_{i,prim+sec}$ [MPa]
0	1,350	37,00	4,92					-2,35	2,57
1	1,100	37,00	0,57	3,63	0,91	-2490,03	-983,46	-1,84	-1,27
2	1,043	37,00	0,41	3,63	0,21	-101,74	-21,37	-1,73	-1,32
3	0,900	37,00	0,00	1,04	0,15	-30,59	-4,05	-1,44	-1,44
4	0,450	37,00	0,00	1,04	0,47	0,00	0,00	-0,53	-0,53
5	0,250	37,00	0,26	1,04	0,21	-27,49	15,02	-0,13	0,14
6	0,000	37,00	2,44	1,04	0,26	-352,47	271,94	0,38	2,82
7	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

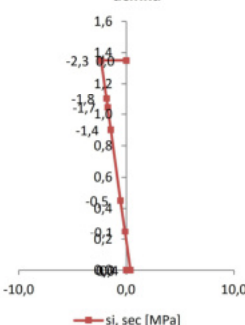
Průběh teploty



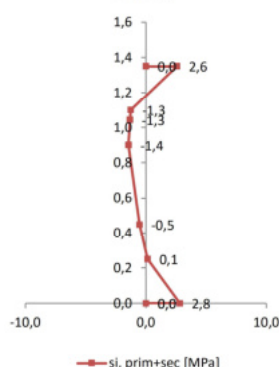
Průběh primárních účinků



Průběh sekundárních účinků



Průběh účinků nelineární teploty



Sekundární silové účinky v koncích úseku

$$F_{x,sec} = -3\,002,3 \text{ kN}$$

$$M_{y,sec} = 721,9 \text{ kNm}$$

Deformační zatížení teplotou pro stanovení sekundárních účinků na konstrukci

změna teploty horního povrchu o $-6,34$ °C
změna teploty spodního povrchu o $1,02$ °C

ochlazení celé konstrukce o $\Delta T_{M-N,cool} = -3,69$ °C
Lineární teplota $\Delta T_{M-M,cool} = -7,36$ °C

initial-temperature $T_0 = 0$ °C

$$\epsilon_i = \alpha(T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = \text{final temp.}$$

Statický výpočet

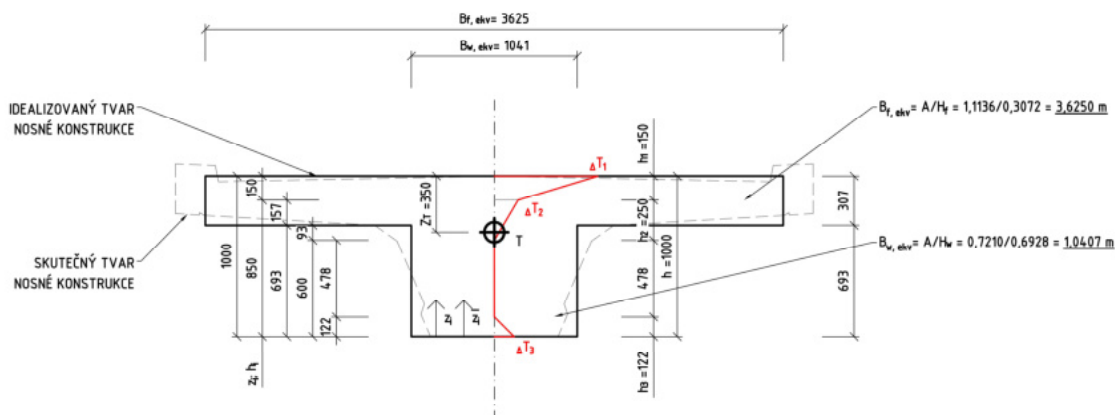
Fakulta stavební, ČVUT

2.2.2.2.3 Účinky teploty v úseku 3

UVAŽOVANÝ PRŮBĚH TEPLoty

NEROVNOMĚRNÉ OTEPLENÍ

M 1:25 - ŘEZ C-C'



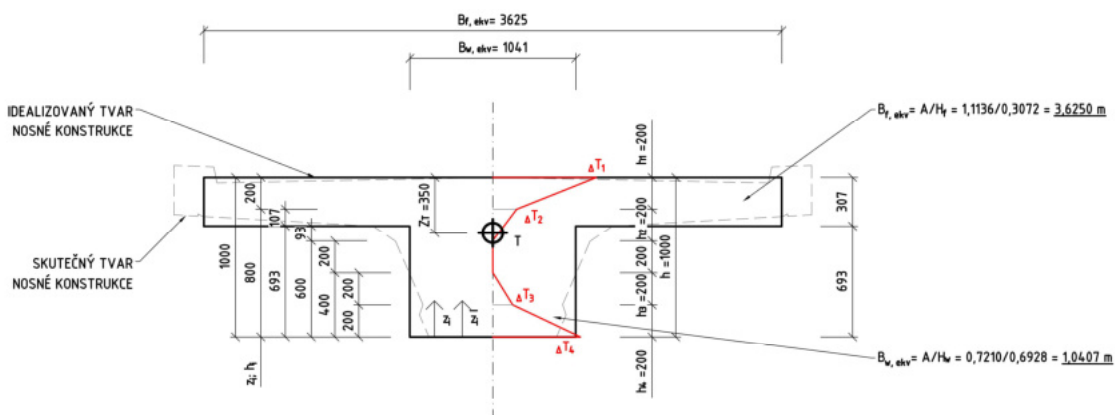
POZNÁMKA:

UVAŽOVANÉ PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY ODPOVÍDAJÍ IDEALIZOVANÉMU PRŮŘEZU

UVAŽOVANÝ PRŮBĚH TEPLoty

NEROVNOMĚRNÉ OCHLAZENÍ

M 1:25 - ŘEZ C-C'



POZNÁMKA:

UVAŽOVANÉ PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY ODPOVÍDAJÍ IDEALIZOVANÉMU PRŮŘEZU

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

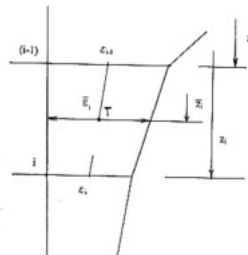
Stanovení účinků rozdílové složky teploty oteplení konstrukce

Typ konstrukce typ 3 **Betonová nosná konstrukce**

Tloušťka vozovky $h_c = 0,005 \text{ m}$
 Výška trámu $h_b = 1,000 \text{ m}$
 Těžiště id. průřezu $z_T = 0,350 \text{ m}$
 Moment setrvačnosti id. průřezu $I_y = 0,147 \text{ m}^4$
 Plocha id. průřezu $A = 1,834 \text{ m}^2$
 Třída betonu **CS0/60**
 Kamenivo **silikátové**
 Pevnost betonu $f_{ck} = 50,0 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti mat. id. průřezu $E_i = 37,00 \text{ GPa}$
 Součinitel teplotní roztažnosti $a_T = 1,00E-05$

Přetvoření průřezu

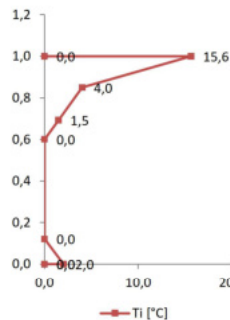
i	z_i [m]	h_i [m]	T_i [°C]	ε_i [-]	z'_i [m]	ε'_i [-]
0	1,000		15,6	1,56E-04		
1	0,850	0,150	4,0	4,00E-05	0,940	9,82E-05
2	0,693	0,157	1,5	1,49E-05	0,783	2,74E-05
3	0,600	0,093	0,0	0,00E+00	0,662	7,44E-06
4	0,122	0,478	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
5	0,000	0,122	2,0	2,01E-05	0,041	1,01E-05
6	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	1,01E-05
7	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00



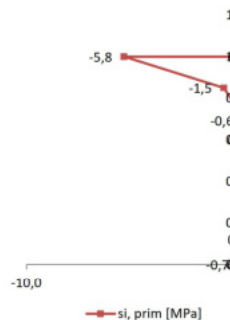
Účinky zatížení

i	z_i	E_i	$\sigma_{i, \text{prim}}$	B	A_i	F_i	$F_i z'_i$	$\sigma_{i, \text{sec}}$	$\sigma_{i, \text{prim+sec}}$
	[m]	[GPa]	[MPa]	[m]	[m ²]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[MPa]
0	1,000	37,00	-5,79					2,91	-2,87
1	0,850	37,00	-1,48	3,63	0,54	1975,66	572,87	2,28	0,80
2	0,693	37,00	-0,55	3,63	0,57	577,82	77,21	1,61	1,06
3	0,600	37,00	0,00	1,04	0,10	26,64	0,32	1,22	1,22
4	0,122	37,00	0,00	1,04	0,50	0,00	0,00	-0,80	-0,80
5	0,000	37,00	-0,74	1,04	0,13	47,21	-28,76	-1,32	-2,06
6	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

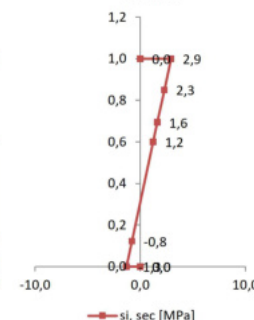
Průběh teploty



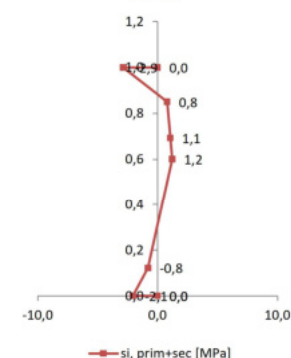
Průběh primárních účinků



Průběh sekundárních účinků



Průběh účinků nelineární teploty



Sekundární silové účinky v koncích úseku

$F_{x, \text{sec}} = 2\,627,3 \text{ kN}$
 $M_{y, \text{sec}} = -621,6 \text{ kNm}$

Deformační zatížení teplotou pro stanovení sekundárních účinků na konstrukci

změna teploty horního povrchu $\Delta T = 7,87 \text{ °C}$
 změna teploty spodního povrchu $\Delta T = -3,55 \text{ °C}$

oteplení celé konstrukce $\Delta T_{M-N, \text{heat}}$	3,87 °C
Lineární teplota $\Delta T_{M-M, \text{heat}}$	11,43 °C

initial-temperature $T_0 = 0 \text{ °C}$

$$\varepsilon = \alpha(T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = \text{final temp.}$$

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



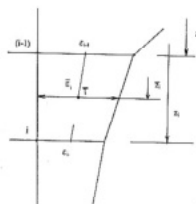
FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Stanovení účinků rozdílové složky teploty ochlazení konstrukce

Typ konstrukce	Betonová nosná konstrukce
	0,000 m
Tloušťka vozovky	$h_c = 0,005$ m
Výška trámu	$h_b = 1,000$ m
Těžiště id. průřezu	$z_T = 0,350$ m
Moment setrvačnosti id. průřezu	$I_y = 0,147$ m ⁴
Plocha id. průřezu	$A = 1,834$ m ²
Třída betonu	C50/60
Kamenivo	silikátové
Pevnost betonu	$f_{tk} = 50,0$ MPa
Modul pružnosti mat. id. průřezu	$E_{cm} = 37,00$ GPa
Součinitel teplotní roztažnosti	$a = 1,00E-05$

Přetvoření průřezu

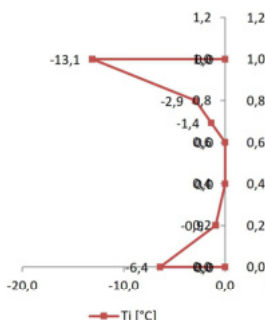
i	z_i [m]	h_i [m]	T_i [°C]	ϵ_i [-]	z'_i [m]	ϵ'_i [-]
0	1,000		-13,1	-1,31E-04		
1	0,800	0,200	-2,9	-2,91E-05	0,921	-8,00E-05
2	0,693	0,107	-1,4	-1,35E-05	0,753	-2,13E-05
3	0,600	0,093	0,0	0,00E+00	0,662	-6,77E-06
4	0,400	0,200	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
5	0,200	0,200	-0,9	-9,30E-06	0,267	-4,65E-06
6	0,000	0,200	-6,4	-6,39E-05	0,075	-3,66E-05
7	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	-3,20E-05
8	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00
9	0,000	0,000	0,0	0,00E+00	0,000	0,00E+00



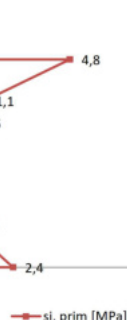
Účinky zatížení

i	z_i [m]	E_{cm} [GPa]	$\sigma_{i,prim}$ [MPa]	B [m]	A_i [m ²]	F_i [kN]	$F_i \cdot z'_i$ [kNm]	$\sigma_{i,sec}$ [MPa]	$\sigma_{i,prim+sec}$ [MPa]
0	1,000	37,00	4,84					-2,57	2,28
1	0,800	37,00	1,08	3,63	0,73	-2146,00	-582,33	-1,97	-0,89
2	0,693	37,00	0,50	3,63	0,39	-305,91	-31,56	-1,65	-1,15
3	0,600	37,00	0,00	1,04	0,10	-24,23	-0,29	-1,37	-1,37
4	0,400	37,00	0,00	1,04	0,21	0,00	0,00	-0,78	-0,78
5	0,200	37,00	0,34	1,04	0,21	-35,81	13,72	-0,18	0,16
6	0,000	37,00	2,36	1,04	0,21	-281,86	161,99	0,41	2,78
7	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,000	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

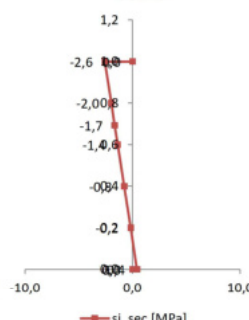
Průběh teploty



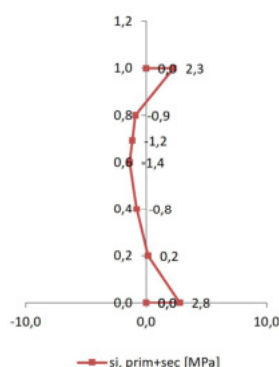
Průběh primárních účinků



Průběh sekundárních účinků



Průběh účinků nelineární teploty



Sekundární silové účinky v koncích úseku

$$F_{x,sec} = -2\,793,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,sec} = 438,5 \text{ kNm}$$

Deformační zatížení teplotou pro stanovení sekundárních účinků na konstrukci

změna teploty horního povrchu $\Delta T_{M-N,cool} = -6,94$ °C
změna teploty spodního povrchu $\Delta T_{M-M,cool} = 1,12$ °C

ochlazení celé konstrukce o $\Delta T_{M-N,cool} = -4,12$ °C

Lineární teplota $\Delta T_{M-M,cool} = -8,06$ °C

initial-temperature $T_0 = 0$ °C

$$\epsilon = \alpha(T_2 - T_1)$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = \text{final temp.}$$

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

2.2.2.3 Souhrn zatěžovacích stavů od teploty a jejich kombinace

Hodnoty na referenčním řezu A-A'

Složka	ΔT_{N+}	ΔT_{N-}	$\Delta T_{M-N,heat}$	$\Delta T_{M-M,heat}$	$\Delta T_{M-N,cool}$	$\Delta T_{M-M,cool}$
Stav	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6
Horní povrch	31,50 °C	-34,00 °C	2,15 °C	5,19 °C	-2,27 °C	-4,46 °C
Dolní povrch				-2,35 °C		0,98 °C
Gradient	-	-	-	7,54 °C	-	-5,45 °C

Hodnoty na referenčním řezu B-B'

Složka	ΔT_{N+}	ΔT_{N-}	$\Delta T_{M-N,heat}$	$\Delta T_{M-M,heat}$	$\Delta T_{M-N,cool}$	$\Delta T_{M-M,cool}$
Stav	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6
Horní povrch	31,50 °C	-34,00 °C	3,33 °C	6,97 °C	-3,69 °C	-6,34 °C
Dolní povrch				-3,13 °C		1,02 °C
Gradient	-	-	-	10,09 °C	-	-7,36 °C

Hodnoty na referenčním řezu C-C'

Složka	ΔT_{N+}	ΔT_{N-}	$\Delta T_{M-N,heat}$	$\Delta T_{M-M,heat}$	$\Delta T_{M-N,cool}$	$\Delta T_{M-M,cool}$
Stav	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6
Horní povrch	31,50 °C	-34,00 °C	3,87 °C	7,87 °C	-4,12 °C	-6,94 °C
Dolní povrch				-3,55 °C		1,12 °C
Gradient	-	-	-	11,43 °C	-	-8,06 °C

Pro kombinování účinků jednotlivých složek teplot bylo uplatněno kombinační pravidlo dle ČSN EN 1995-5, čl. 6.1.5.:

$$1: F_{T,komb,1} = \Delta T + \omega_N * \Delta T_N$$

$$2: F_{T,komb,2} = \omega_M * \Delta T + \Delta T_N$$

$$\text{kde } \omega_N = 0,35$$

$$\omega_M = 0,75$$

2.2.3 Zatížení větrem

Zatížení větrem bylo uvaženo dle ČSN EN 1991-1-4.

2.2.3.1 Zatížení na nosnou konstrukci

Zatížení je uvažováno bez dopravy na lávce, ve smyslu výpočtu intenzity a působení větru. Zatížení větrem na nosnou konstrukci je uvažováno jako liniové, spojitě působící a je zjednodušeně aplikováno na systémovou osu prvků NK – viz příslušná kapitola. Aplikace na systémovou osu zanedbává reálné působení výslednice proudu vzduchu na NK vůči těžišťové ose, avšak tuto skutečnost lze zanedbat – kroutící účinky jsou takto naopak na straně bezpečné. Zatížení větrem bylo aplikováno ve směrech (x-y-z), v souladu s ČSN EN 1991-1-4.

Za účelem získání vyšší přesnosti odezvy konstrukce na působení větru byla konstrukce rozdělena do 5 kvazihomogenních úseků obdobným způsobem, jako tomu bylo v kapitole „Zatížení teplotními změnami“, liší se pouze způsob aproximace.

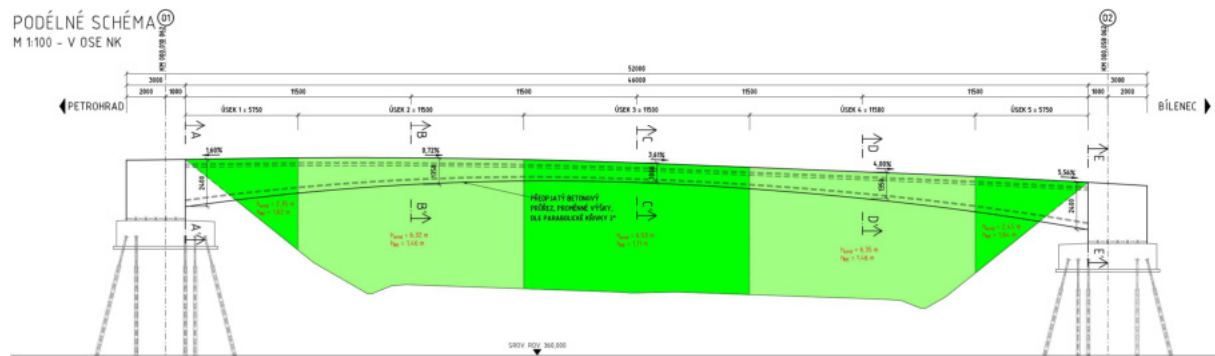
Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



V každém úseku byla stanovena náhradní výška nosné konstrukce bilancováním plochy vystavené větru a délky úseku. Stejným způsobem byla stanovena i výška lávky nad terénem. Níže je prezentováno výpočetní schéma zohledňující terénní podmínky pod lávkou a tvar NK.



Podélné výpočetní schéma působení větru na konstrukci

Geometrická vstupní data pro výpočet zatížení větrem byla stanovena v souladu se schématem následovně:

Náhradní výška nosné konstrukce

$$h_{NK} = \frac{A_i}{L_i} + h_{římसा}$$

, kde A_i = plocha NK vystavená účinkům větru

, kde L_i = délka úseku na kterém se srovnávají proměnné charakteristiky tvaru NK

, kde $h_{římसा}$ = výška římsy nad úrovní nivelety

, kde h_{NK} = náhradní výška nosné konstrukce použitá ve výpočtu zatížení větrem v daném úseku, viz níže

Úsek 1:

$$h_{NK} = \frac{8,87}{5,75} + 0,08 = 1,62 \text{ m}$$

Úsek 2:

$$h_{NK} = \frac{15,86}{11,50} + 0,08 = 1,46 \text{ m}$$

Úsek 3:

$$h_{NK} = \frac{11,04}{11,50} + 0,08 = 1,11 \text{ m}$$

Úsek 4:

$$h_{NK} = \frac{15,86}{11,50} + 0,08 = 1,46 \text{ m}$$

Úsek 5:

$$h_{NK} = \frac{8,99}{5,75} + 0,08 = 1,64 \text{ m}$$

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Náhradní výška lávky nad terénem

$$h_{\text{wind}} = \frac{A_i}{L_i}$$

, kde A_i = plocha úseku pod niveletou až na úroveň terénu

, kde L_i = délka úseku na kterém se srovnávají proměnné charakteristiky tvaru terénu

, kde h_{wind} = náhradní výška lávky nad terénem, použitá ve výpočtu zatížení větrem
v daném úseku, viz níže

Úsek 1:

$$h_{\text{wind}} = \frac{13,47}{5,75} = 2,35 \text{ m}$$

Úsek 2:

$$h_{\text{wind}} = \frac{72,69}{11,50} = 6,32 \text{ m}$$

Úsek 3:

$$h_{\text{wind}} = \frac{75,14}{11,50} = 6,53 \text{ m}$$

Úsek 4:

$$h_{\text{wind}} = \frac{72,98}{11,50} = 6,35 \text{ m}$$

Úsek 5:

$$h_{\text{wind}} = \frac{14,09}{5,75} = 2,45 \text{ m}$$

Kategorie terénu

Dle snímku z 3D mapového pohledu na území je terén zařazen do II. Kategorie.



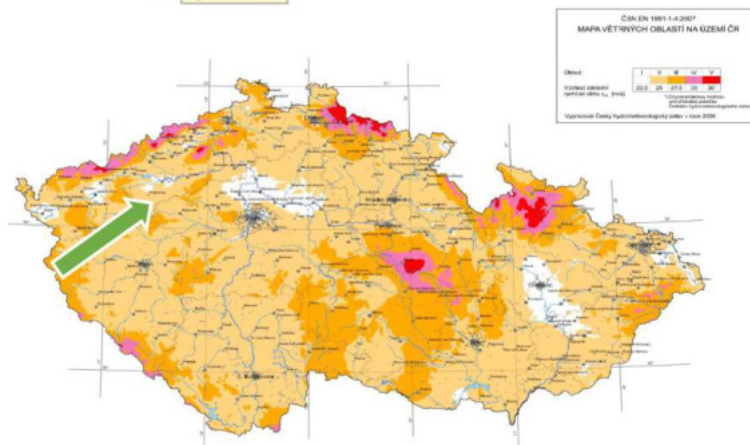
Přehledný snímek oblasti

Statický výpočet

2.2.3.1.1 Výpočet zatížení v úseku 1

Zatížení větrem

$z = 2,35 \text{ m}$



Základní rychlost větru v_b

$$(4.1) \quad v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25,0 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Kategorie dle mapy oblastí

II

(4.3) Střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 0,73 * 1 * 25 = 18,29 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,0$$

$$c_r(z) = 0,732$$

pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
pro $z \leq z_{min}$

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * (0,05/0,05)^{0,07} = 0,190$$

Kategorie terénu: II

$$z_0 = 0,05 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,00 \text{ m}$$

(4.4) Turbulence větru $I_v(z)$

$$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) = k_1 / (c_0(z) * \ln(z/z_0)) = 1 / (1 * 3,85) = 0,260$$

$$k_1 = 1,0$$

Maximální dynamický tlak

$$(4.10) \quad q_b = 1/2 * \rho * v_b^2 = 1/2 * 1,25 * 25^2 = 390,63 \text{ N/m}^2 = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$(4.9) \quad c_e = q_p(z) / q_b = 589,088 / 390,625 = 1,508$$

$$(4.8) \quad q_p(z) = (1 + 7 I_v(z)) * 1/2 * \rho * v_m^2(z) = c_e(z) * q_b = 589,09 \text{ N/m}^2 = 0,59 \text{ KN/m}^2$$

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

(5.3) Síly od větru $F_w = c_s c_d c_{f,x} q_p(z_e) A_{ref}$

(6.2) Součinitel konstrukce $c_s c_d$ $c_s = 1,0$ $c_d = 1,0$
 -dynamický výpočet odezvy se zanedbává

(8) Zatížení mostů větrem

$b = 4,00$ m (šířka mostu)
 $d = 1,62$ m (výška konstrukce)

Druh mostu: Lávka
 Nosná kce: Plnostěnný nosník

Záchytná zařízení: Prodyšné zábradlí nebo svodidlo se svodnicí
 Umístění: na obou stranách

$d_{1, LEVY} = 1,21$ m
 $d_{1, PRAVY} = 1,21$ m
 $d_{1, dopravy} = 1,21$ m

dle 8.3.1 (5)

Nezatížený most

$d_{tot} = d + 0,6$ m = $1,62 + 0,6 = 2,22$ m
 $b/d_{tot} = 1,80$
 $c_{fx,0} = 1,99$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Zatížený most

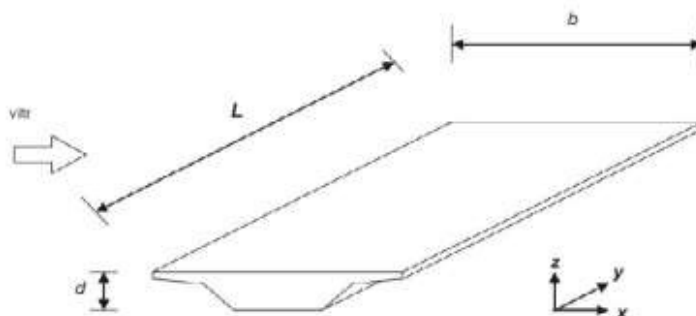
$d_{tot} = d + d_{1,dop} = 1,62 + 1,212 = 2,83$ m
 $b/d_{tot} = 1,41$
 $c_{fx,0} = 2,12$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Nezatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d c_{f,x} q_p(z_e) d_{tot} =$	2,61 kN/m	1,18 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d c_{f,z} q_p(z_e) b =$	2,12 kN/m	0,53 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,65 kN/m	0,29 kN/m ²

Zatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d c_{f,x} q_p(z_e) d_{tot} =$	3,53 kN/m	1,25 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d c_{f,z} q_p(z_e) b =$	2,12 kN/m	0,53 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,88 kN/m	0,31 kN/m ²



-v modelu zadáváno podle této orientace

Statický výpočet

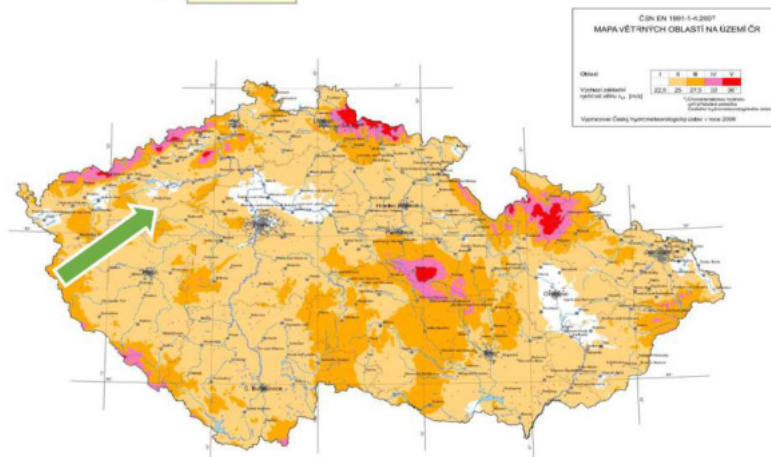
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

2.2.3.1.2 Výpočet zatížení v úseku 2

Zatížení větrem

$z = 6,32 \text{ m}$



Základní rychlost větru v_b

$$(4.1) \quad v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25,0 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Kategorie dle mapy oblastí

II

(4.3) Střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 0,92 * 1 * 25 = 22,99 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,0$$

$$c_r(z) = 0,919$$

pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

pro $z \leq z_{min}$

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * (0,05/0,05)^{0,07} = 0,190$$

Kategorie terénu: II

$$z_0 = 0,05 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,00 \text{ m}$$

(4.4) Turbulence větru $I_v(z)$

$$I_v(z) = \sigma_v/v_m(z) = k_I/(c_0(z) * \ln(z/z_0)) = 1 / (1 * 4,84) = 0,207$$

$$k_I = 1,0$$

Maximální dynamický tlak

$$(4.10) \quad q_b = 1/2 * \rho * v_b^2 = 1/2 * 1,25 * 25^2 = 390,63 \text{ N/m}^2 = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$(4.9) \quad c_e = q_p(z)/q_b = 807,969 / 390,625 = 2,068$$

$$(4.8) \quad q_p(z) = (1+7I_v(z)) * 1/2 * \rho * v_m^2(z) = c_e(z) * q_b = 807,97 \text{ N/m}^2 = 0,81 \text{ KN/m}^2$$

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

(5.3) Síly od větru $F_w = c_s c_d * c_{f,x} * q_p(z_e) * A_{ref}$

(6.2) Součinitel konstrukce $c_s c_d$ $c_s = 1,0$ $c_d = 1,0$
 -dynamický výpočet odezvy se zanedbává

(8) Zatížení mostů větrem

$b = 4,00$ m (šířka mostu)
 $d = 1,46$ m (výška konstrukce)

Druh mostu: Lávka
 Nosná kce: Plnostěnný nosník

Záchytná zařízení: Prodyšné zábradlí nebo svodidlo se svodnicí
 Umístění: na obou stranách

$d_{1, LEVY} = 1,21$ m
 $d_{1, PRAVY} = 1,21$ m
 $d_{1, dopravy} = 1,21$ m

dle 8.3.1 (5)

Nezatížený most

$d_{tot} = d + 0,6$ m = $1,46 + 0,6 = 2,06$ m
 $b/d_{tot} = 1,94$
 $c_{f,x,0} = 1,95$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{f,z,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Zatížený most

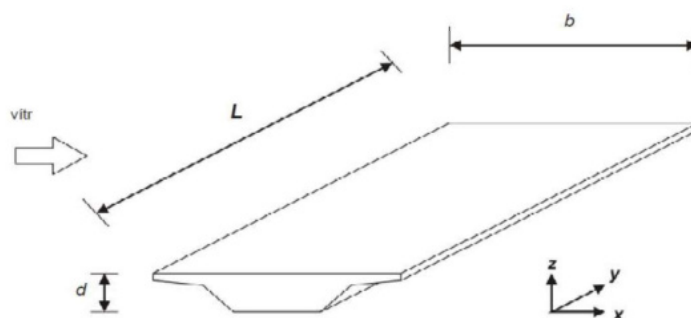
$d_{tot} = d + d_{1,dop} = 1,46 + 1,212 = 2,67$ m
 $b/d_{tot} = 1,50$
 $c_{f,x,0} = 2,09$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{f,z,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Nezatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d * c_{f,x} * q_p(z_e) * d_{tot} =$	3,25 kN/m	1,58 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d * c_{f,z} * q_p(z_e) * b =$	2,91 kN/m	0,73 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,81 kN/m	0,39 kN/m ²

Zatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x}^* = c_s c_d * c_{f,x} * q_p(z_e) * d_{tot} =$	4,51 kN/m	1,69 kN/m ²
$F_{w,z}^* = c_s c_d * c_{f,z} * q_p(z_e) * b =$	2,91 kN/m	0,73 kN/m ²
$F_{w,y}^* = 25\% F_{w,x} =$	1,13 kN/m	0,42 kN/m ²



-v modelu zadáváno podle této orientace

Statický výpočet

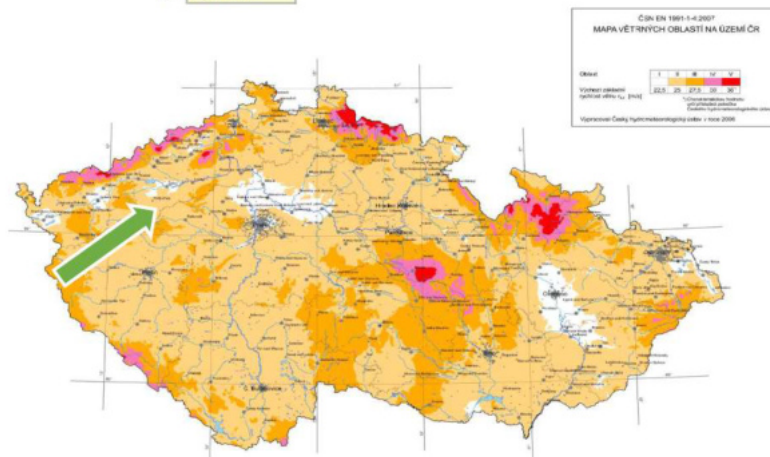
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

2.2.3.1.3 Výpočet zatížení v úseku 3

Zatížení větrem

z = 6,53 m



Základní rychlost větru v_b

$$(4.1) \quad v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25,0 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Kategorie dle mapy oblastí

II

(4.3) Střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,93 \cdot 1 \cdot 25 = 23,14 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,0$$

$$c_r(z) = 0,926$$

pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

pro $z \leq z_{min}$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,05/0,05)^{0,07} = 0,190$$

Kategorie terénu: II

$$z_0 = 0,05 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,00 \text{ m}$$

(4.4) Turbulence větru $I_v(z)$

$$I_v(z) = \sigma_v/v_m(z) = k_1/(c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1/(1 \cdot 4,87) = 0,205$$

$$k_1 = 1,0$$

Maximální dynamický tlak

$$(4.10) \quad q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ N/m}^2 = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$(4.9) \quad c_e = q_p(z)/q_b = 815,673 / 390,625 = 2,088$$

$$(4.8) \quad q_p(z) = (1+7I_v(z)) \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b = 815,67 \text{ N/m}^2 = 0,82 \text{ KN/m}^2$$

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

(5.3) Síly od větru $F_w = c_s c_d c_{f,z} q_p(z_e) A_{ref}$

(6.2) Součinitel konstrukce $c_s c_d$ $c_s = 1,0$ $c_d = 1,0$
 -dynamický výpočet odezvy se zanedbává

(8) Zatížení mostů větrem

$b = 4,00$ m (šířka mostu)
 $d = 1,11$ m (výška konstrukce)

Druh mostu: Lávka
 Nosná kce: Plnostěnný nosník

Záchytná zařízení: Prodyšné zábradlí nebo svodidlo se svodnicí
 Umístění: na obou stranách

$d_{1, LEVY} = 1,21$ m
 $d_{1, PRAVY} = 1,21$ m
 $d_{1, dopravy} = 1,21$ m

dle 8.3.1 (5)

Nezatížený most

$d_{tot} = d + 0,6$ m = $1,11 + 0,6 = 1,71$ m
 $b/d_{tot} = 2,34$
 $c_{fx,0} = 1,83$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Zatížený most

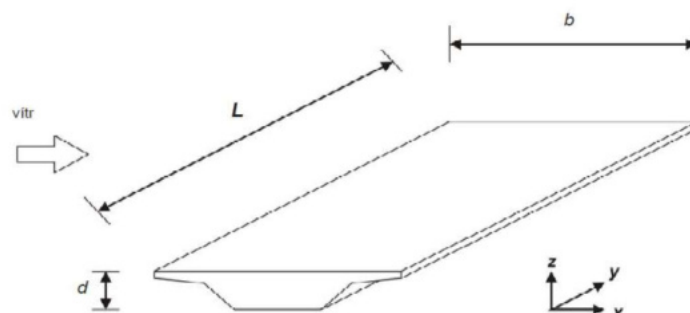
$d_{tot} = d + d_{1,dop} = 1,11 + 1,212 = 2,32$ m
 $b/d_{tot} = 1,72$
 $c_{fx,0} = 2,02$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Nezatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d c_{f,x} q_p(z_e) d_{tot} =$	2,55 kN/m	1,49 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d c_{f,z} q_p(z_e) b =$	2,94 kN/m	0,73 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,64 kN/m	0,37 kN/m ²

Zatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d c_{f,x} q_p(z_e) d_{tot} =$	3,83 kN/m	1,65 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d c_{f,z} q_p(z_e) b =$	2,94 kN/m	0,73 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,96 kN/m	0,41 kN/m ²



-v modelu zadáváno podle této orientace

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

(5.3) **Síly od větru** $F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$

(6.2) **Součinitel konstrukce $c_s c_d$** $c_s = 1,0$ $c_d = 1,0$
 -dynamický výpočet odezvy se zanedbává

(8) **Zatížení mostů větrem**

$b = 4,00$ m (šířka mostu)
 $d = 1,46$ m (výška konstrukce)

Druh mostu: Lávka
 Nosná kce: Plnostěnný nosník

Záchytná zařízení: Prodyšné zábradlí nebo svodidlo se svodnicí
 Umístění: na obou stranách

$d_{1, LEVY} = 1,21$ m
 $d_{1, PRAVY} = 1,21$ m
 $d_{1, dopravy} = 1,21$ m

dle 8.3.1 (5)

Nezatížený most

$d_{tot} = d + 0,6$ m = $1,46 + 0,6 = 2,06$ m
 $b/d_{tot} = 1,94$
 $c_{fx,0} = 1,95$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Zatížený most

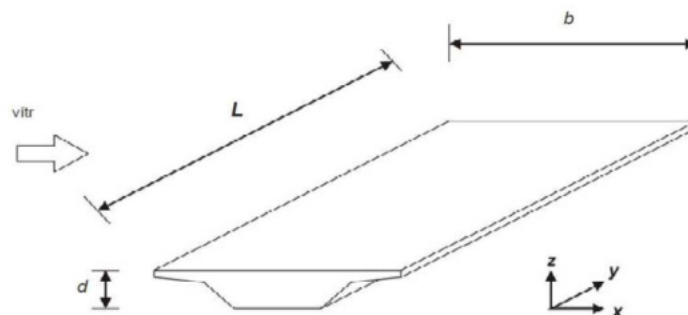
$d_{tot} = d + d_{1,dop} = 1,46 + 1,212 = 2,67$ m
 $b/d_{tot} = 1,50$
 $c_{fx,0} = 2,09$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Nezatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d \cdot c_{f,x} \cdot q_p(z_e) \cdot d_{tot} =$	3,25 kN/m	1,58 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d \cdot c_{f,z} \cdot q_p(z_e) \cdot b =$	2,91 kN/m	0,73 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,81 kN/m	0,39 kN/m ²

Zatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x}^* = c_s c_d \cdot c_{f,x} \cdot q_p(z_e) \cdot d_{tot} =$	4,52 kN/m	1,69 kN/m ²
$F_{w,z}^* = c_s c_d \cdot c_{f,z} \cdot q_p(z_e) \cdot b =$	2,91 kN/m	0,73 kN/m ²
$F_{w,y}^* = 25\% F_{w,x} =$	1,13 kN/m	0,42 kN/m ²



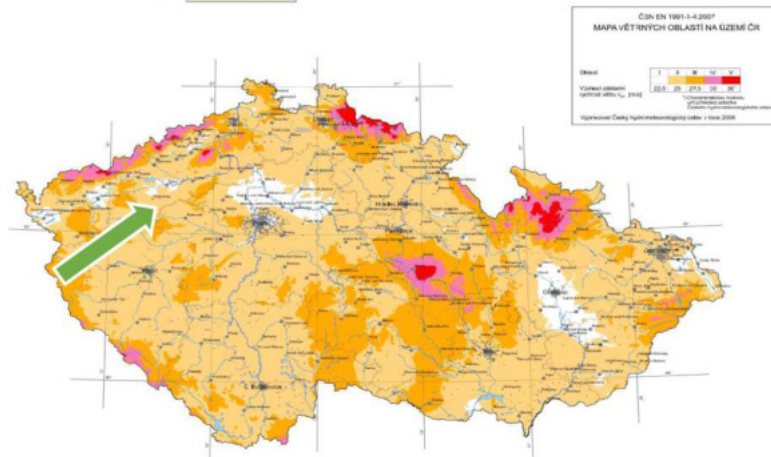
-v modelu zadáváno podle této orientace

Statický výpočet

2.2.3.1.5 Výpočet zatížení v úseku 5

Zatížení větrem

$z = 2,45 \text{ m}$



Základní rychlost větru v_b

$$(4.1) \quad v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25,0 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Kategorie dle mapy oblastí

II

(4.3) Střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,74 \cdot 1 \cdot 25 = 18,49 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,0$$

pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
pro $z \leq z_{min}$

$$c_r(z) = 0,739$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,05/0,05)^{0,07} = 0,190$$

Kategorie terénu: II

$$z_0 = 0,05 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,00 \text{ m}$$

(4.4) Turbulence větru $I_v(z)$

$$I_v(z) = \sigma_v/v_m(z) = k_1/(c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1 / (1 \cdot 3,89) = 0,257$$

$$k_1 = 1,0$$

Maximální dynamický tlak

$$(4.10) \quad q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ N/m}^2 = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$(4.9) \quad c_e = q_p(z)/q_b = 597,751 / 390,625 = 1,530$$

$$(4.8) \quad q_p(z) = (1+7I_v(z)) \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b = 597,75 \text{ N/m}^2 = 0,60 \text{ KN/m}^2$$

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

(5.3) **Síly od větru** $F_w = c_s c_d c_f q_p(z_e) A_{ref}$

(6.2) **Součinitel konstrukce $c_s c_d$** $c_s = 1,0$ $c_d = 1,0$
 -dynamický výpočet odezvy se zanedbává

(8) **Zatížení mostů větrem**

$b = 4,00$ m (šířka mostu)
 $d = 1,64$ m (výška konstrukce)

Druh mostu: Lávka
 Nosná kce: Plnostěnný nosník

Záchytná zařízení: Prodyšné zábradlí nebo svodidlo se svodnicí
 Umístění: na obou stranách

$d_{1, LEVY} = 1,21$ m
 $d_{1, PRAVY} = 1,21$ m
 $d_{1, dopravy} = 1,21$ m

dle 8.3.1 (5)

Nezatížený most

$d_{tot} = d + 0,6$ m = 1,64 + 0,6 = 2,24 m
 $b/d_{tot} = 1,79$
 $c_{fx,0} = 2,00$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Zatížený most

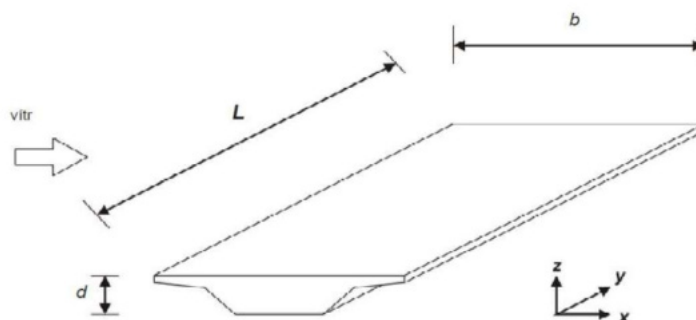
$d_{tot} = d + d_{1,dop} = 1,64 + 1,212 = 2,85$ m
 $b/d_{tot} = 1,40$
 $c_{fx,0} = 2,12$ (křivka "b" dle Obr. 8.3)
 $c_{fz,0} = 0,9$ (konzervativní řešení lze řešit dle Obr. 8.6)

Nezatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x} = c_s c_d c_{f,x} q_p(z_e) d_{tot} =$	2,68 kN/m	1,20 kN/m ²
$F_{w,z} = c_s c_d c_{f,z} q_p(z_e) b =$	2,15 kN/m	0,54 kN/m ²
$F_{w,y} = 25\% F_{w,x} =$	0,67 kN/m	0,30 kN/m ²

Zatížený most - Výsledné síly od větru působící na mostní konstrukci

$F_{w,x}^* = c_s c_d c_{f,x}^* q_p(z_e) d_{tot} =$	3,61 kN/m	1,27 kN/m ²
$F_{w,z}^* = c_s c_d c_{f,z}^* q_p(z_e) b =$	2,15 kN/m	0,54 kN/m ²
$F_{w,y}^* = 25\% F_{w,x} =$	0,90 kN/m	0,32 kN/m ²



-v modelu zadáváno podle této orientace

Statický výpočet

2.2.4 Zatížení sněhem

Charakteristické plošné zatížení sněhem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-3, pro sněžnou oblast II., hodnotou $0,80 \text{ kN/m}^2$. V modelu je uvažováno jak s rovnoměrným zatížením sněhovou pokrývkou tak i se shrnutým sněhem podél říms, viz schéma níže.

SCHEMA ZATÍŽENÍ

M 1:50

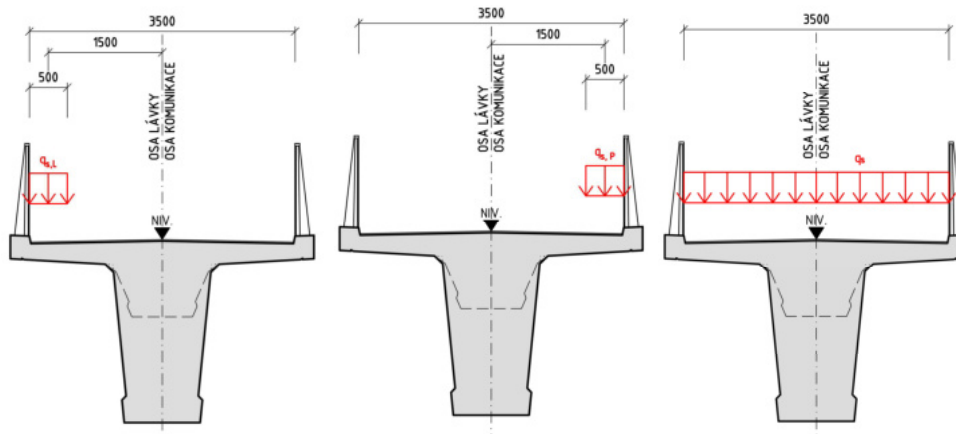


Schéma uvažovaných poloh zatížení sněhem

$$q_s = 0,80 \cdot 4,00 = 3,20 \text{ kN/m}$$

2.2.5 Dotvarování, smršťování a ztráty předpětí

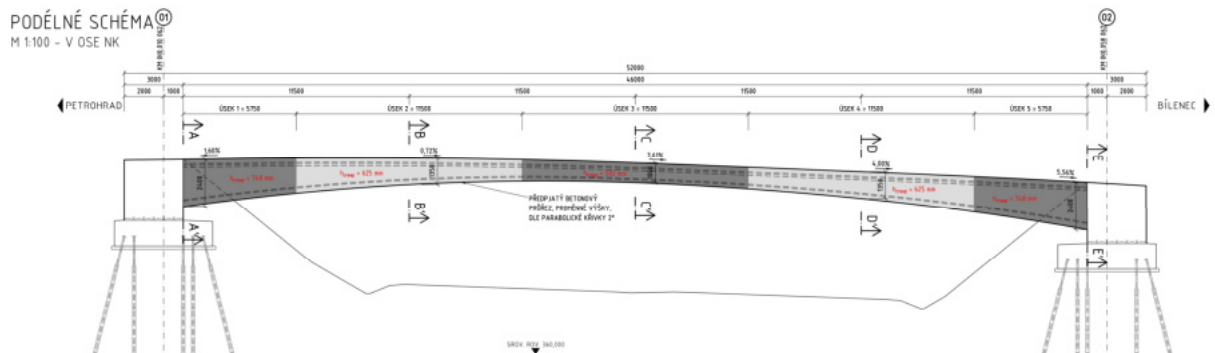
2.2.5.1 Beton

V modelu se uvažují reologické změny betonu v čase. Vstupy do modelu a pro posouzení betonových prvků nosné konstrukce jsou prezentovány níže. V podrobnosti této PD bylo uvažováno s dotvarováním i smršťováním dle ČSN EN 1992-2, bez použití přesnějších metod stanovení vlivů reologického chování betonu. Smršťování a dotvarování betonu bylo spočteno automaticky softwarem Midas Civil pomocí TDA analýzy dle zadaných parametrů a modelovaných fází výstavby.

Za účelem dosažení vyšší přesnosti výpočtu časově závislých vlastností betonu byla nosná konstrukce opět rozdělena po délce na 5 kvazihomogenních úseků stejným způsobem, jako tomu bylo v kapitole „Zatížení teplotními změnami“. Uvažované schéma je prezentováno níže. Dotvarování a smršťování je uvažováno pouze na nosné konstrukci.

D6 Petrohrad - Lubenec

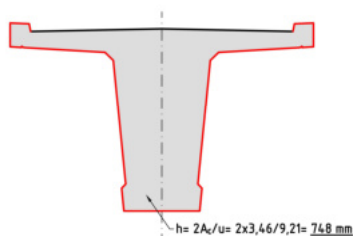
Lávka přes D6 v km 64,780



Podélné výpočetní schéma rozdělení kvazihomogenních úseků

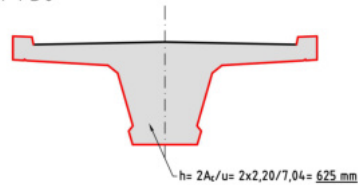
PŘÍČNÝ ŘEZ A-A'

M 1:50



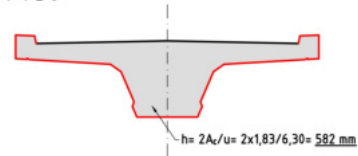
PŘÍČNÝ ŘEZ B-B'

M 1:50



PŘÍČNÝ ŘEZ C-C'

M 1:50



Uvažované výchozí průřezy pro stanovení náhradní výšky průřezu

V každém úseku je pro výpočet součinitele dotvarování a poměrného přetvoření od smršťování uvažováno s těmito vstupními parametry:

- Válcová pevnost betonu: viz kap. Použité materiály – odpovídající třída betonu
- Relativní vlhkost okolního prostředí uvažována hodnotou 70 %
- Náhradní výška průřezu: viz schéma výše
- Typ cementu: třída N
- Použití křemičitého úletu: ne
- Doba aplikace zatížení: odpovídá fázím výstavby
- Doba ukončení ošetřování betonu: 10 dní
- Okolní teplota: 20 °C

Poznámka: *Konkrétní hodnoty software počítá automaticky podle fázování přírůstků/úbytků zatížení, proto zde nebudou prezentovány.*

2.2.5.2 Předpínací výztuž

Okamžité ztráty způsobené pokluzem v kotvě, ztráty způsobené okamžitou pružnou deformací betonu, dotvarováním a smršťováním, jsou spočteny softwarem.

Ztráty předpínací síly vlivem tření v kanálcích jsou spočteny podle implementovaného vzorce:

$$\Delta P_{\mu(x)} = P_0 \cdot (1 - e^{-\mu(\theta+kx)}) \quad (5.45)$$

, kde P_0 je skutečná napínací síla v kabelu v napínaném bodě

μ je součinitel tření kabelu s chráničkou

θ je suma úhlů po vyšetřované délce kabelu (definovaná souřadnicí x)

k je nezamýšlená úhlová změna

x je vzdálenost vyšetřovaného bodu od napínaného konce

V modelu se uvažuje s relaxací předpínací výztuže. Pro stanovení účinků relaxace bylo v podrobnosti této PD využito implementovaného automatického výpočtu hodnot relaxace dle ČSN EN 1992. Výpočet ztrát předpětí relaxací předpínací výztuže je proveden pro relaxační třídu 2, dle rovnice 3.29:

$$\frac{\Delta \sigma_{pr}}{\sigma_{pi}} = 1,98 \rho_{1000} e^{8\mu} \left(\frac{t}{1000} \right)^{0,75(1-\mu)} 10^{-5}$$

, kde σ_{pr} je absolutní hodnota relaxačních ztrát předpětí

σ_{pi} je absolutní hodnota napětí po zakotvení

ρ_{1000} je hodnota relaxační ztráty [%] 1000 hodin po napnutí, při teplotě 20 °C (hodnoty jsou převzaty z ČSN EN 1992)

$$\mu = \frac{\sigma_{pi}}{f_{pk}}$$

t je doba po napnutí [h]

Vstupní parametry předpínacího systému, použité ve výpočtu, jsou uvedeny ve specifikaci výztuže viz výše. Spočtená napětí v jednotlivých kabelech budou prezentována společně s vnitřními silami níže.

2.2.6 Zatížení během provádění

V podrobnosti tohoto výpočtu není třeba uvažovat tyto účinky. V navazujícím statickém výpočtu se doporučuje prověřit účinky hutnicí techniky za opěrami a dle zvolených postupů zhotovitele i další možná staveništní zatížení dle ČSN EN 1991-1-6.

2.2.7 Zatížení mimořádná

Mimořádná zatížení, definovaná v ČSN EN 1991-2, nebudou v podrobnosti tohoto statického výpočtu uvažována. Neuvažují se nárazy na podpěry a jiné podpěrné prvky, nárazy do NK ani vozidla pohybující se po římsách – pod lávkou jsou osazena svodidla a spodní stavba i nosná konstrukce nejsou v dosahu možného kolidujícího vozidla i s uvážením vyklonění za svodidlo; na lávce je osazeno zábradlí nedovolující vozidlu vjet na římsy.

Neuvažují se nárazy vozidel do říms popřípadě do zábradlí - volná šířka nedovoluje vozidlu vyvinout dostatečnou sílu ani úhel nárazu.

2.3 Kombinace zatížení

Sestavování kombinací bylo provedeno podle pravidel a doporučení uvedených v ČSN EN 1990 a bylo provedeno ručně ve výpočetním softwaru.

2.3.1 Kombinace pro mezní stav únosnosti

Ze tří možných kombinací pro mezní stav STR a GEO byla uvažována pouze kombinace definovaná rovnicí 6.10:

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \quad (6.10)$$

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \psi_{0,1} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \quad (6.10a)$$

$$\Sigma \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \quad (6.10b)$$

V mezním stavu únosnosti se sekundární účinky předpětí vzhledem k jejich podstatě uvažují pouze v poli – je uvažována obálka dvou stavů, kdy se v jednom sekundární účinky předpětí uvažují (průřezy v poli) a v druhém se neuvažují (podporové průřezy).

2.3.2 Kombinace pro mimořádné návrhové situace

$$\Sigma G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.11)$$

Není uvažována.

2.3.3 Kombinace pro seizmické návrhové situace

$$\Sigma G_{k,j} + P + A_{Ed} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.12)$$

Není uvažována.

2.3.4 Kombinace pro mezní stav použitelnosti

V následujících kombinacích se, dle ČSN EN 1992 (čl. 5.10.9), uvažuje s odchylkami možných změn předpětí oproti teoretické hodnotě. Pro zohlednění tohoto stavu byly, pro dodatečně napínané prvky, uvažovány následující součinitele:

$$- r_{sup} = \mathbf{1,10}$$

$$- r_{inf} = \mathbf{0,90}$$

Předpínací síla je pak upravena podle vztahů:

$$P_{k, sup} = r_{sup} P_{m, t(x)} \quad (5.47)$$

$$P_{k, inf} = r_{inf} P_{m, t(x)} \quad (5.48)$$

Poznámka: Vzhledem k tomu, že z globálního modelu se vždy exportují horní i dolní hodnoty sledovaných veličin, byla tato úprava předpínací síly zavedena do globálního modelu a v softwaru pro posuzování se již hodnota předpínací síly neupravuje – $r_{sup} = r_{inf} = \mathbf{1,00}$.

2.3.4.1 Charakteristická kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14)$$

Statický výpočet

2.3.4.2 Častá kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15)$$

2.3.4.3 Kvazistálá kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16)$$

2.3.5 Kombinace pro únavové návrhové situace

$$\Sigma G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.67)$$

$$(\Sigma G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}) + Q_{fat} \quad (6.69)$$

Ověření únavové poruchy materiálu nebude pro mezní stav FAT ověřováno – bude řešeno ponecháním adekvátní rezervy.

2.3.6 Součinitele bezpečnosti a kombinační součinitele

Způsob uvažování součinitelů pro kombinování, dle vztahů uvedených výše, se řídí dle ČSN EN 1990 a níže uvedených tabulek.

Zatížení	Značka	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou	gr1	0,40	0,40	0
	$Q_{tw,k}$	0	0	0
	gr2	0	0	0
Zatížení větrem	$F_{w,k}$	0,3	0,2	0
Zatížení teplotou	T_k	0,6 ¹⁾	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)	0,8	–	0
Staveništní zatížení	Q_c	1,0	–	1,0

¹⁾ Doporučenou hodnotu ψ_0 pro zatížení teplotou lze ve většině případů snížit až na nulu pro mezní stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Viz také Eurokódy pro navrhování.

Tabulka kombinačních součinitelů

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)		Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní		Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz (6.10))	$\gamma_{G, sup} G_{k, sup}$	$\gamma_{G, inf} G_{k, inf}$	γ_{FP}	$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$		$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$	(Výraz (6.10a))	$\gamma_{G, sup} G_{k, sup}$	$\gamma_{G, inf} G_{k, inf}$	γ_{FP}	$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$		$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$
							(Výraz (6.10b))	$\zeta \gamma_{G, sup} G_{k, sup}$	$\gamma_{G, inf} G_{k, inf}$	γ_{FP}	$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$		$\gamma_{Q, 1} Q_{k, 1}$

(*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrme pouze stálá zatížení.^{NP27)}

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů γ a ζ lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů γ a ζ následující:^{NP28)}
 $\gamma_{G, sup} = 1,35$ ¹⁾
 $\gamma_{G, inf} = 1,00$
 $\gamma_Q = 1,35$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);
 $\gamma_Q = 1,45$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26³⁾ a 27³⁾), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravou; (0 pro příznivá);
 $\gamma_Q = 1,20$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);
 $\gamma_Q = 1,50$ pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení;²⁾
 $\zeta = 0,85$ (takže $\zeta \gamma_{G, sup} = 0,85 \times 1,35 = 1,15$);
 $\gamma_{Q, inf} = 1,20$ v případě pružné lineární analýzy a $\gamma_{Q, inf} = 1,35$ v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty γ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

γ_{FP} = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

¹⁾ Tyto hodnoty zahrnují: vlastní tíhu nosných a nenosných částí, kolejové lože, zeminu, podzemní vodu a volně tekoucí vodu, odstranitelné zatížení, apod.
²⁾ Tyto hodnoty zahrnují: proměnný vodorovný zemní tlak, podzemní vodu, volně tekoucí vodu a kolejové lože, zvýšené složky zemního tlaku od dopravy, aerodynamická zatížení od dopravy, zatížení větrem, teplotou apod.
³⁾ Pro zatížení železniční dopravy u sestav zatížení 26 a 27 lze součinitel $\gamma_Q = 1,20$ použít pro jednotlivé složky zatížení dopravou související s SW/2 a součinitel $\gamma_Q = 1,45$ lze použít pro jednotlivé složky zatížení dopravou související s modely zatížení 71, SW/0 a HSLM, apod.

POZNÁMKA 3 Charakteristické hodnoty všech stálých zatížení z jednoho zdroje se násobí součinitelem $\gamma_{G, sup}$, pokud celkový výsledný účinek je nepříznivý a součinitelem $\gamma_{G, inf}$, pokud celkový výsledný účinek je příznivý. Např. všechna zatížení mající původ od vlastní tíhy konstrukce lze uvažovat jako pocházející z jednoho zdroje; toto lze použít i v případě, kdy se jedná o různé materiály. Nicméně viz A2.3.1(2).

POZNÁMKA 4 Pro zvláštní ověření lze hodnoty γ_Q a γ_Q rozdělit na γ_Q a γ_Q a na součinitel γ_{su} zahrnující nejistoty modelování. Hodnota γ_{su} je v oboru 1,0 – 1,15 a lze ji použít v nejběžnějších případech a také ji lze upravit v národní příloze.^{NP27)}

POZNÁMKA 5 Tam, kde zatížení vodou nejsou zahrnutá v EN 1997 (např. proudící voda), lze pro konkrétní projekt stanovit kombinace zatížení, které se mají použít.

Tabulka součinitelů bezpečnosti

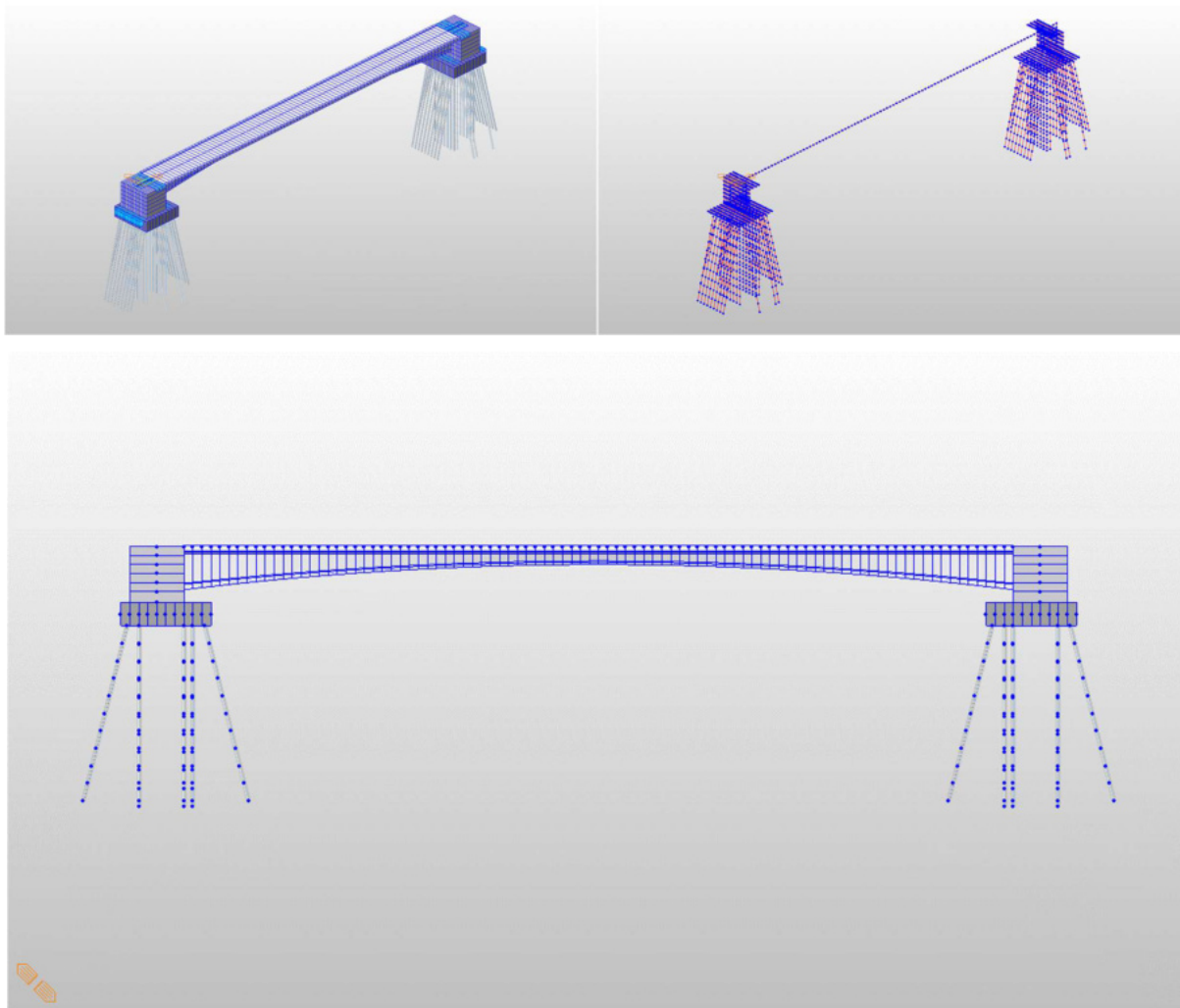
Statický výpočet

3 Nosná konstrukce

3.1 Globální výpočetní model

3.1.1 Obecná charakteristika

Pro sledování chování konstrukce (napětí, vnitřních sil na konstrukci a deformací konstrukce) byl vytvořen globální kombinovaný výpočetní model v programu Midas Civil. Konstrukce je modelována jako přímá bez směrového/výškového zakřivení. Osy podpor jsou vzájemně rovnoběžné, rozpětí jednotlivých polí je tedy ve všech místech po šířce konstrukce stejné, lávka je modelována jako kolmá. Model respektuje navrženou geometrii konstrukce a zohledňuje i reálnou geologii v prostoru obou opěr.



Renderovaný model – pohled 3D (vlevo nahoře), střednicový model – pohled 3D (vpravo nahoře) a renderovaný model – podélný pohled (dole)

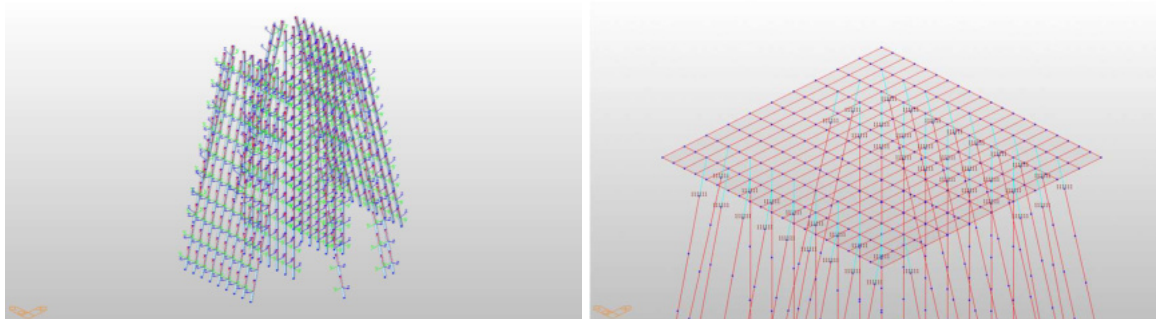
3.1.2 Popis prvků

Prostorová poloha a orientace je popsána vůči GSS v modelu.

3.1.2.1 Hlubinné založení - mikropiloty

Mikropiloty jsou modelovány prutovými prvky, jejichž koncové uzly (v hlavách) jsou při dolním povrchu základu a jsou s jeho střednicovou rovinou tuze propojeny nehmotnými vazbami. Prvky jsou svou osou x orientovány odspodu směrem vzhůru. Délka jednotlivých mikropilot odpovídá jejich navržené délce. Krajiní prvky jsou dle projektu odkloněny v odpovídajícím sklonu. Mikropiloty jsou po délce naděleny na konečné prvky délky 1,00 m.

Průřez prvků je spřaženého typu, avšak nezohledňuje se postupné spřažení – pro mikropiloty je nepodstatné ho vyšetřovat.

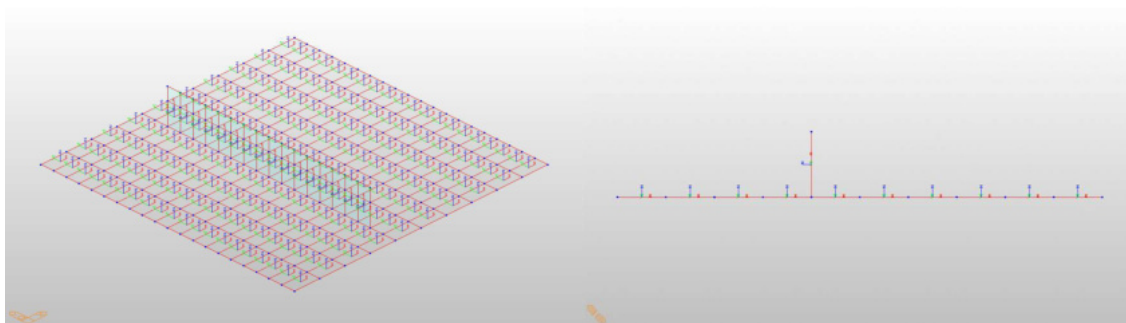


Střednicový model mikropilot s osami LSS (vlevo) a tuhé propojení se základem (vpravo)

3.1.2.2 Základy

Základy jsou modelovány deskostěnovými prvky, jejichž střednicová plocha odpovídá těžišťové ploše a jsou orientovány horizontálně, souhlasně s GSS. Výška všech prvků odpovídá výšce základu v místě dřívku opěry a tedy sklon, resp. změna výšky odsazených částí základu se zanedbává. Deskostěnové prvky jsou naděleny ve směru osy x po 0,50 m a ve směru osy y po 0,25 m.

Základ je s dřívkem opěry tuze propojen pomocí fiktivních nehmotných prvků stejného materiálu, ze kterého je samotný základ. Tyto prvky jsou orientovány vertikálně, tedy shodně s orientací dřívku opěry. Jejich rovina je vůči podélné ose nosné konstrukce orientována radiálně. Tloušťka těchto prvků odpovídá délce základu ve směru osy x . Ve směru osy y jsou děleny shodně s prvky základu, ve směru osy z jejich výška, resp. délka odpovídá polovině výšky základu, tedy 0,65 m.

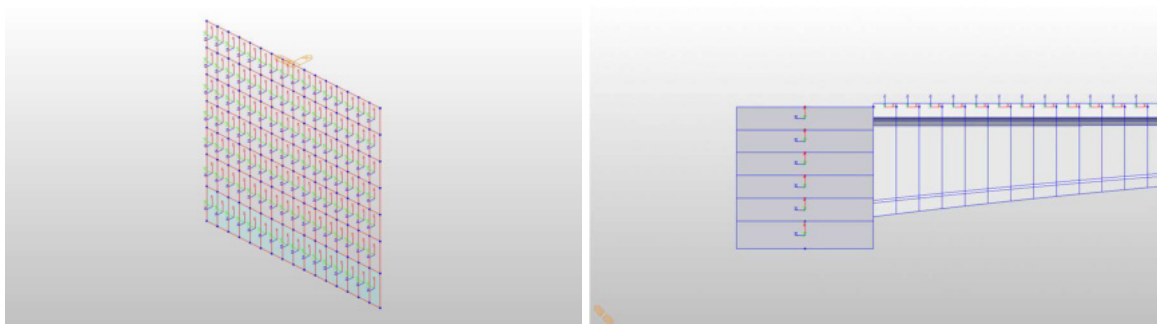


Střednicový model – základ a fiktivní prvek základ-dřív s osami LSS (3D pohled – vlevo; pohled v podélném řezu - vpravo)

Statický výpočet

3.1.2.3 Dřívky opěr

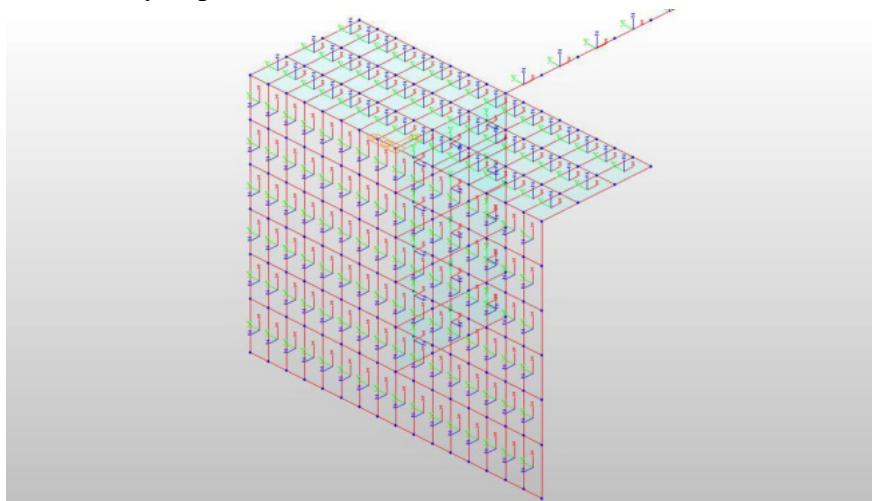
Dřívky jsou modelovány deskostěnovými prvky, vertikálně orientovanými – osa x směřuje vzhůru. Vůči podélné ose NK jsou dřívky orientovány radiálně. Tloušťka prvků odpovídá tloušťce dřívku a systémová plocha prvků je shodná s těžišťovou plochou. Prvky jsou pro zohlednění skutečného prostorového působení umístěny tak, aby líc těchto prvků při dané tloušťce přímo navazoval na začátek nosné konstrukce. Prvky jsou děleny ve směru osy y shodně s fiktivními prvky i prvky základu. Po výšce je dřívek dělen po 0,50 m a sousední prvky s fiktivními prvky jsou výšky 0,60 m.



Střednicový model – dřívek a fiktivní prvek základ-dřívek s osami LSS – 3D pohled (vlevo), renderovaný model s osami LSS - návaznost dřívku na prutové prvky NK – podélný/boční pohled (vpravo)

Tuhé propojení mezi nosnou konstrukcí a tímto „odsazeným“ dřívkem je provedeno z fiktivních nehmotných deskostěnových prvků, jejichž materiálové vlastnosti jsou shodné s vlastnostmi opěry. Význam těchto prvků také tkví v rozptýlení špiček vnitřních sil a napětí z koncového prutu NK a tím v dřívku budou tyto veličiny reálněji vystiženy. Tyto prvky jsou modelovány do tvaru T-průřezu, dle schématu níže. Pro tento účel byl skutečný průřez idealizován do obdélníkového tvaru:

- velikost vodorovných prvků odpovídá ve směru osy y dělení dřívku, ve směru osy x jsou prvky děleny po 0,50 m; vodorovné prvky mají systémovou osu zarovnanou k hornímu povrchu
- velikost svislých prvků odpovídá ve směru osy z dělení opěry a ve směru osy x odpovídá dělení vodorovných prvků



Střednicový model s LSS - návaznost fiktivních prvků dřívku a NK

PŘÍČNÝ ŘEZ

M 1:25

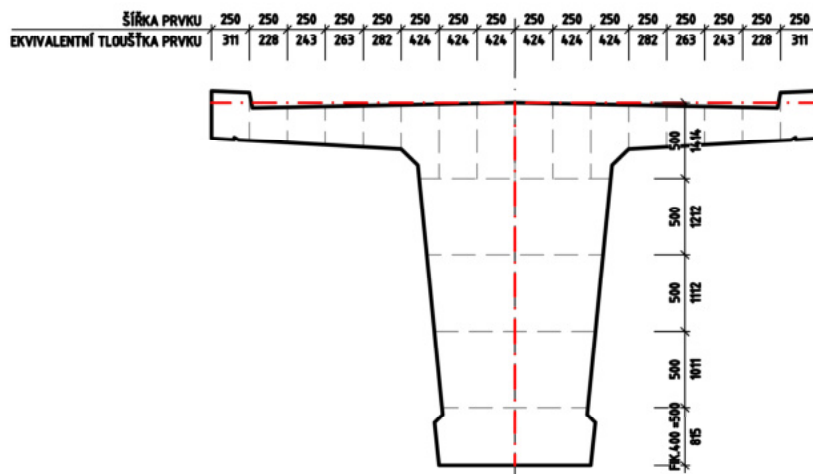
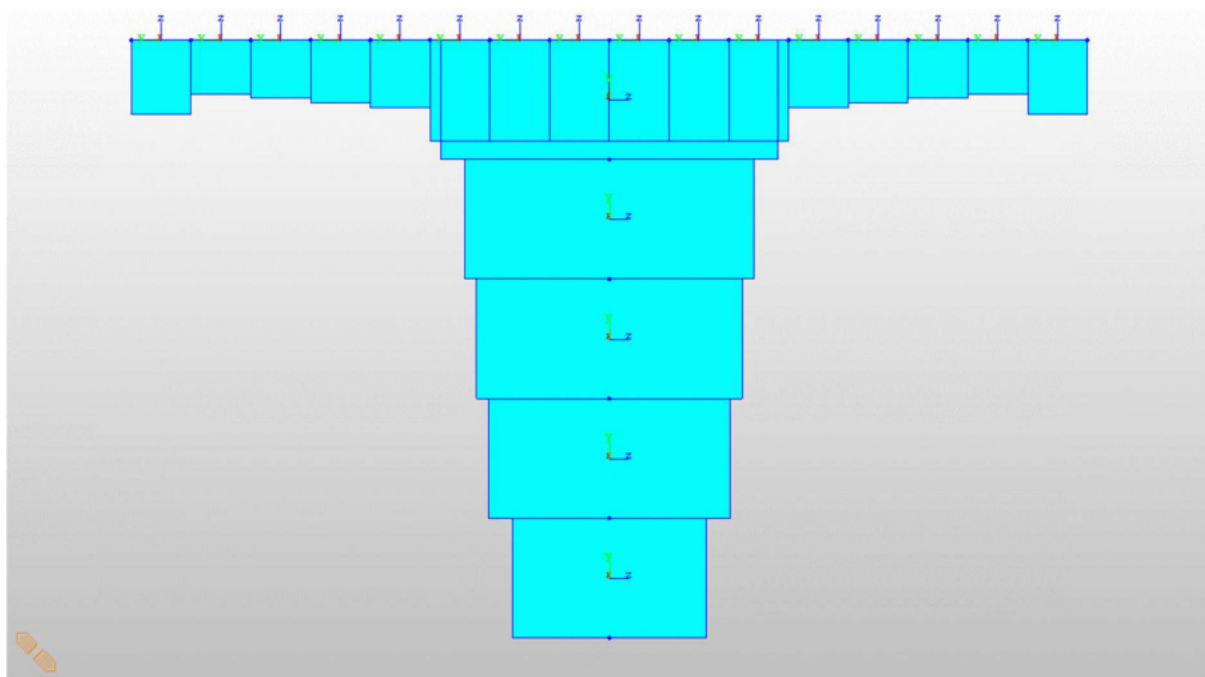


Schéma idealizace fiktivních prvků náhradními tloušťkami



Idealizované renderované Deskostěnové prvky – pohled osou x (řez)

3.1.2.4 Nosná konstrukce

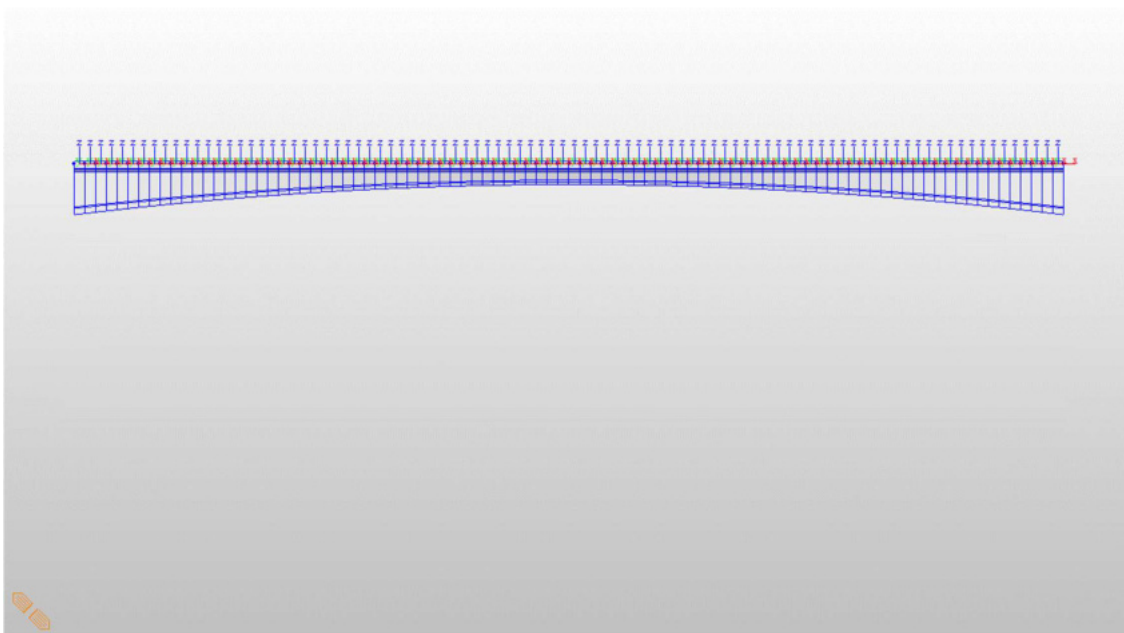
Nosná konstrukce je, mezi líci opěr, modelována prutovými prvky, jejichž systémová osa leží na horním povrchu a na ose symetrie průřezů. Nosná konstrukce je modelována se zohledněním navrženého náběhu – náběh je okolo osy y řízen rovnicí paraboly 2° a okolo osy z je lineární. Geometrie je patrná z výkresové dokumentace. Prvky jsou děleny po 0,50 m. Rozměry průřezů jsou patrné z výkresové dokumentace.

Koncové prutové prvky jsou pomocí tuhých vazeb vetknuty do opěry, resp. do fiktivních nehmotných prvků.

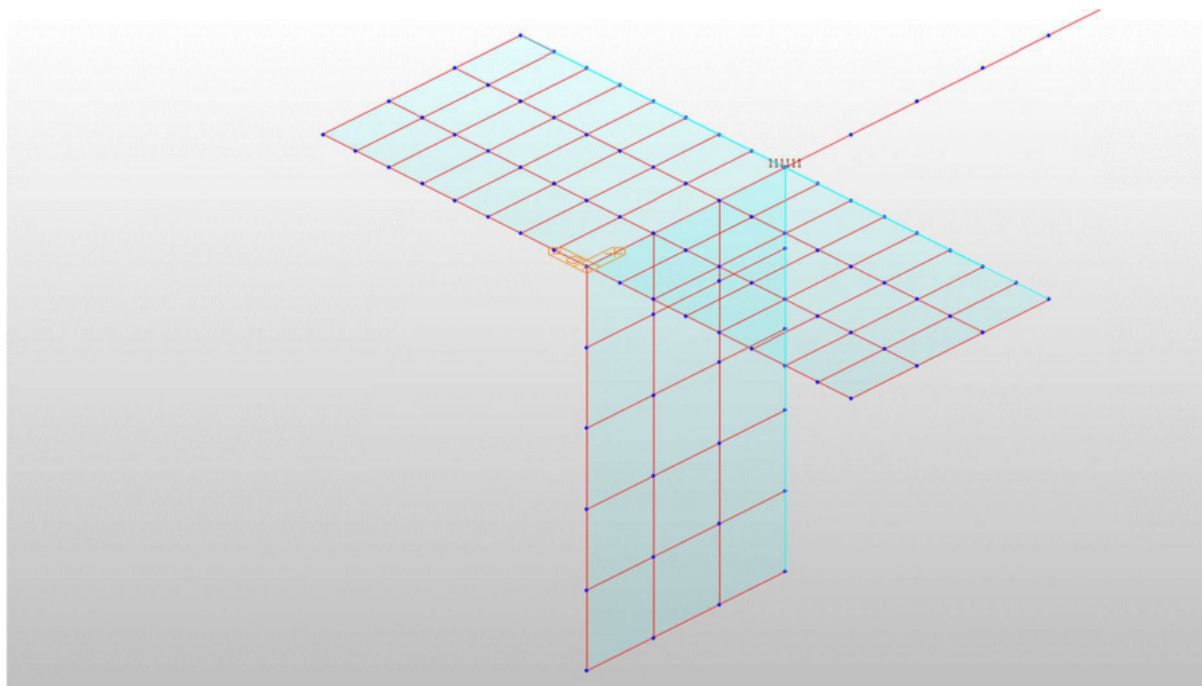
Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Renderovaný model s LSS - podélný pohled na prutové prvky NK

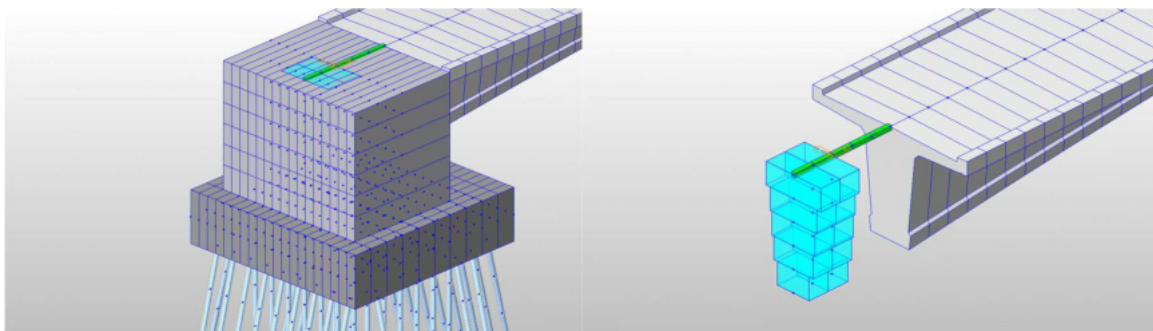


Střednicový model - tuhá vazba mezi koncovým uzlem na prutovém prvku a uzly fiktivních deskových prvků

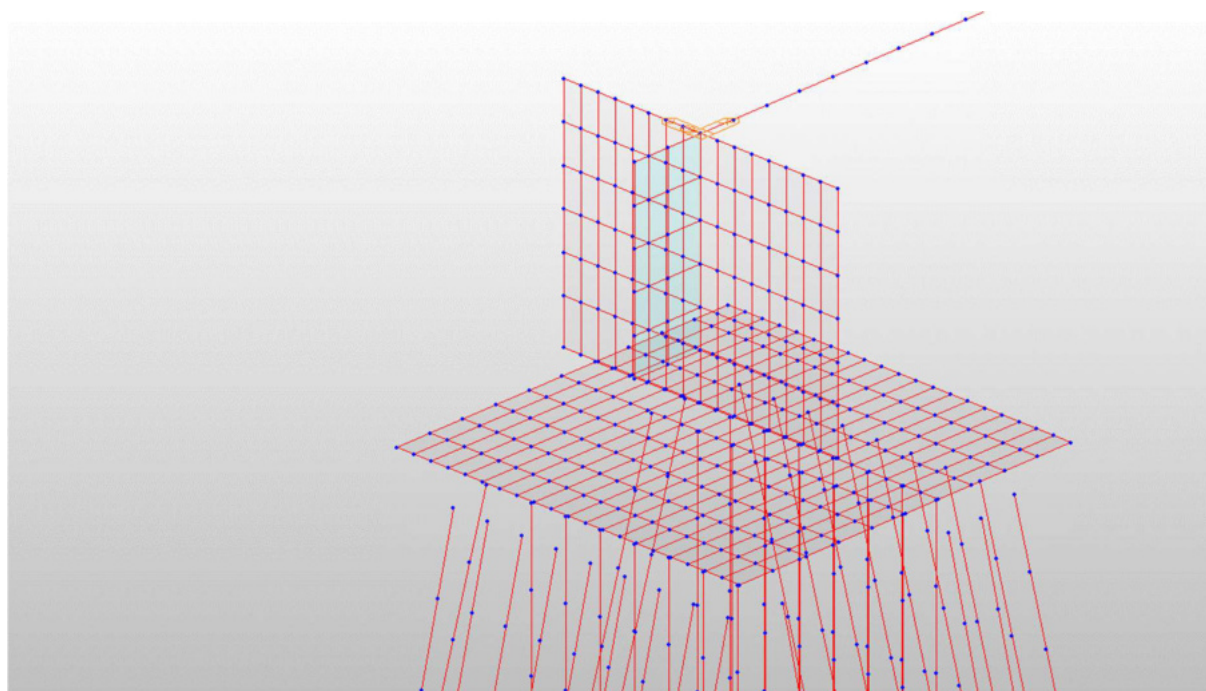
3.1.2.5 Roznášecí prvky

V softwaru Midas Civil lze předpětí aplikovat pouze na prutové prvky. Proto byly v rozsahu působení předpětí mimo zadané prutové prvky namodelovány pomocné prutové roznášecí prvky. Tyto prvky nemají objemovou hmotnost a mají minimalizovanou tuhost, aby byla chyba vyvozená jejich zadáním zanedbatelná.

Aby bylo, v oblasti za střednicí dřívkových elementů (směrem do rubu), mechanicky možné přenést účinky předpětí do konstrukce, byly na opěrách modelovány další fiktivní nehmotné deskostěnové prvky – popsáno výše v kap. „Dřívky opěr“. U těchto prvků však byla vynechána vodorovná část, aby se do modelu nevnášela nutně větší chyba, než je nutné.



Renderovaný model – 3D pohled na dřík opěry, fiktivní prvky (modré), pomocné prvky (zelené) a NK (snímek vlevo); renderovaný model – 3D pohled na fiktivní prvky (modré), pomocné prvky (zelené) a NK (snímek vpravo)



Střednicový model - 3D pohled na dřík opěry, fiktivní prvky, pomocné prvky a NK

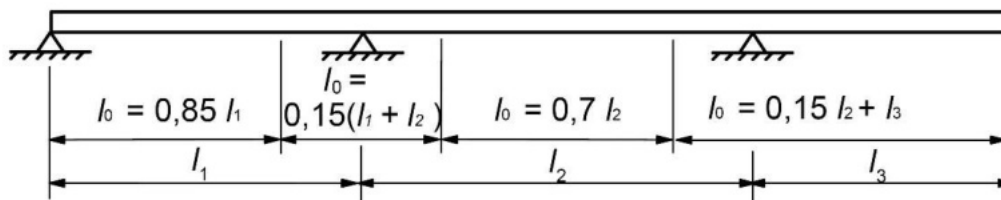
3.1.3 Předpětí

Vedení předpínacích kabelů respektuje geometrii a postup předpínání navržené v projektu.

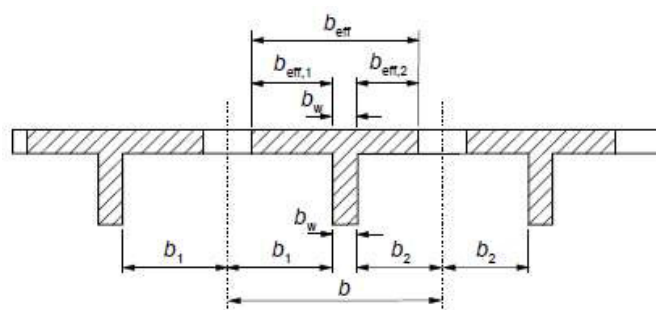
Statický výpočet

3.1.4 Smykové ochabnutí

Na této konstrukci, vzhledem k tvarům a rozměrům průřezů nosné konstrukce, nemá smykové ochabnutí podstatný vliv na nerovnoměrnost rozložení napjatosti po průřezu. Z tohoto důvodu není tento jev do výpočtu zahrnut.



Obrázek 5.2 – Definice l_0 pro výpočet spolupůsobící šířky desky



Obrázek 5.3 – Parametry pro spolupůsobící šířku desky

Průřez nad krajní podporou a v krajním poli

Působíště průřezu: **krajní podpora, krajní pole**

$$l = 48,00 \text{ m} \quad b_1 = 1,36 \text{ m} \quad b_w = 1,28 \text{ m}$$

$$l_0 = kl = 40,80 \text{ m} \quad b_2 = 1,36 \text{ m}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2b_1 + 0,1l_0 = 4,35 \text{ m} < 0,2l_0 = 8,16 \text{ m} \rightarrow b_{\text{eff},1} = 4,35 \text{ m}$$

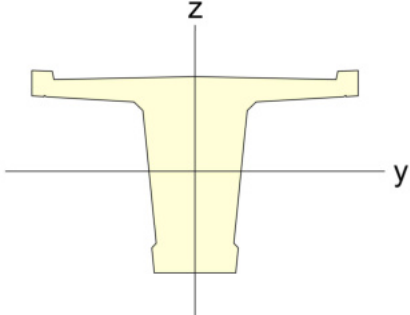
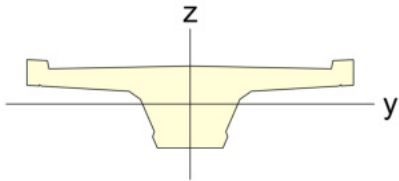
$$b_{\text{eff},2} = 0,2b_2 + 0,1l_0 = 4,35 \text{ m} < 0,2l_0 = 8,16 \text{ m} \rightarrow b_{\text{eff},2} = 4,35 \text{ m}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_{w,h} = 9,98 \text{ m} > b = 4,00 \text{ m} \quad \boxed{b_{\text{eff}} = 4,00 \text{ m}}$$

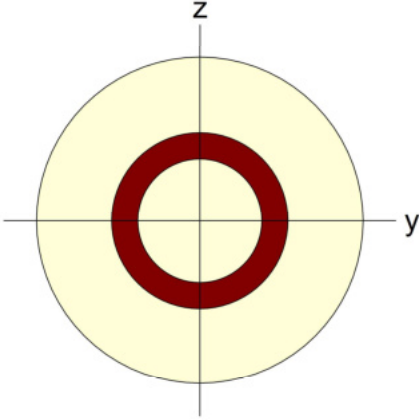
=>BEZ REDUKCE PRŮŘEZU

3.1.5 Průřezové charakteristiky prutových prvků

Nosná konstrukce

PODPORA_ŘEZ A-A'					POLE_ŘEZ C-C'				
									
A(m ²)	Asy(m ²)	Asz(m ²)	z(+)(m)	z(-)(m)	A(m ²)	Asy(m ²)	Asz(m ²)	z(+)(m)	z(-)(m)
3.446	1.699	1.934	1.001	1.475	1.835	1.353	0.454	0.408	0.668
Ixx(m ⁴)	Iyy(m ⁴)	Izz(m ⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)	Ixx(m ⁴)	Iyy(m ⁴)	Izz(m ⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)
0.834	1.878	1.687	2.000	2.000	0.192	0.137	1.509	2.000	2.000

Mikropiloty

				
Es/Ec	Gs/Ge	Ds/Dc	Ps	Pc
6.395	5.903	3.079	0.300	0.200
A(mm ²)	Asy(mm ²)	Asz(mm ²)	z(+)(mm)	z(-)(mm)
8813.595	6709.990	6709.990	54.000	54.000
Ixx(mm ⁴)	Iyy(mm ⁴)	Izz(mm ⁴)	y(+)(mm)	y(-)(mm)
34981605.353	16533096.515	16533096.515	54.000	54.000

Statický výpočet

3.1.6 Fáze výstavby, podepření a okrajové podmínky

Pro analýzu nosné konstrukce bylo použito více modelů vycházejících z globálního modelu – pro potřeby posudků nebo ladění modelu byl výpočet ukončen v různých fázích. Vzhledem ke specifickým TDA analýzy byl výpočet ukončen ve fázích:

- Fáze-10 – *Odskružení* (posouzení NK)
- Fáze-11 – *Dokončovací práce* (posouzení posunů dle TP261)
- Fáze-12 – *Uvedení do provozu* (posouzení NK)
- Fáze-13 – *Provozní fáze po 50 letech životnosti* (ladění modelu, nadvýšení)
- Fáze-15 – *Konec životnosti* (posouzení NK, posouzení posunů dle TP261)

V modelu uvažované fáze výstavby respektují předpokládaný postup výstavby uvedený v projektové dokumentaci. Ve výpočtu se zanedbává postup realizace mikropilot – uvažuje se zjednodušeně jejich zhotovení najednou 20 dní před ukončením technologického celku.

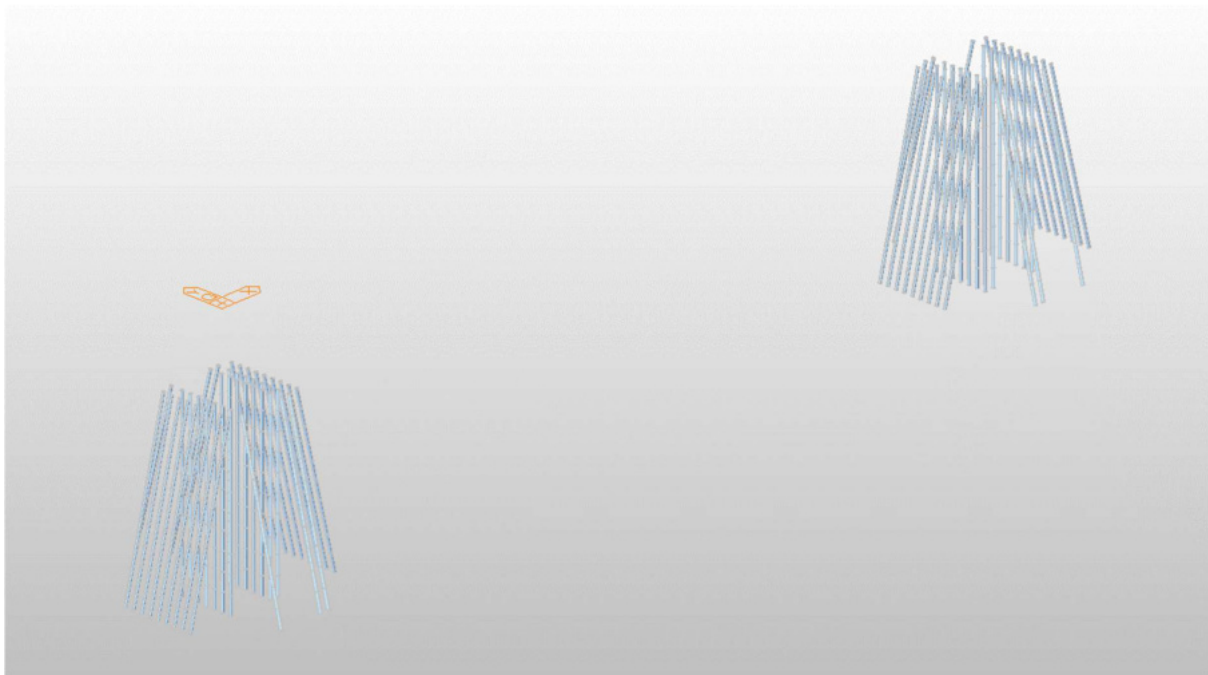
3.1.6.1 Přehled jednotlivých výpočtových fází:

- Fáze-01: *Dokončení mikropilot a příprava základu* – 6,0 dní
- Fáze-02: *Betonáž základu* – 1,0 den
- Fáze-03: *Technologická fáze-zrání základu* – 2,0 dní
- Fáze-04: *Odbednění základu* – 0,5 dní
- Fáze-05: *Technologická fáze - Zemní práce (SO 101); příprava skruže, bednění a výztuže NK a opěr* – 86,5 dní
- Fáze-06: *Betonáž nosné konstrukce a opěr* – 1,0 den
- Fáze-07: *Technologická fáze - zrání nosné konstrukce* – 10,0 dní
- Fáze-08: *Napínání NK a ostatní technologie* – 15,0 dní
- Fáze-09: *Odskružení NK* – 5,0 dní
- Fáze-10: *Realizace přechodových oblastí* – 40,0 dní
- Fáze-11: *Dokončovací práce - aplikace ostatního stálého zatížení* – 50,0 dní
- Fáze-12: *Uvedení do provozu* – 10,0 dní
- Fáze-13: *Provozní fáze (po 50 letech)* – 18250,0 dní
- Fáze-14: *Provozní fáze (po 100 letech)* – 18250,0 dní
- Fáze-15: *Konec životnosti* – 0,01 dne

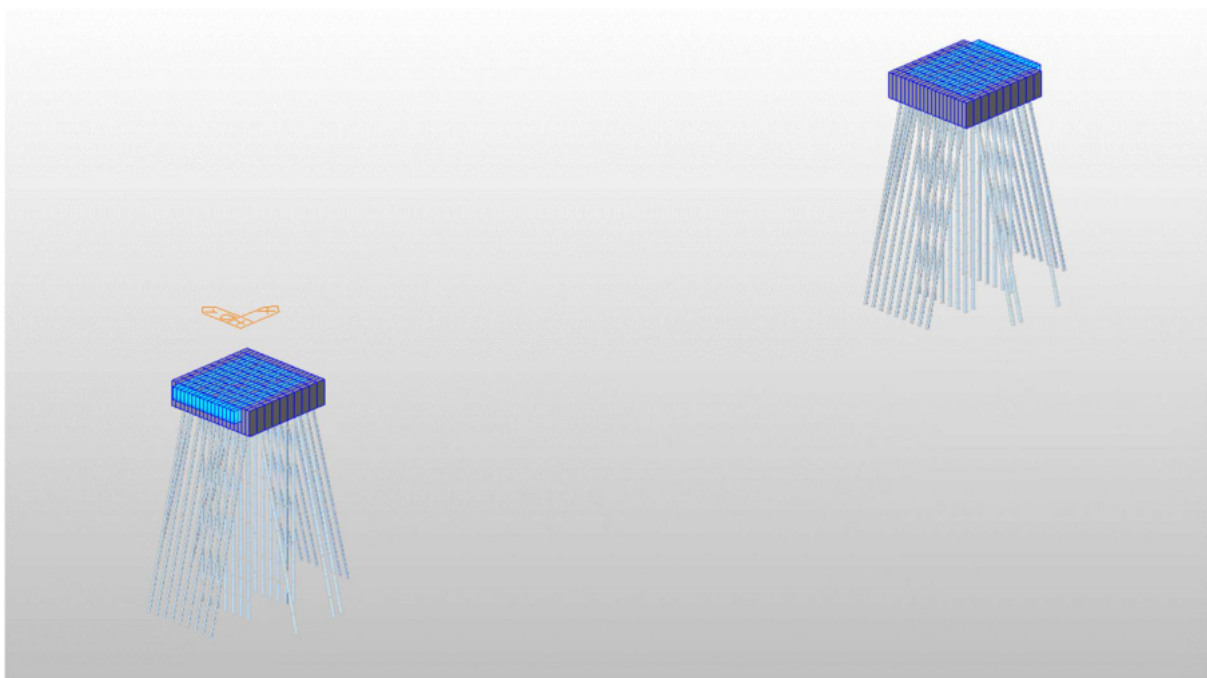
CELKEM – 36727 DNÍ

D6 Petrohrad - Lubenec

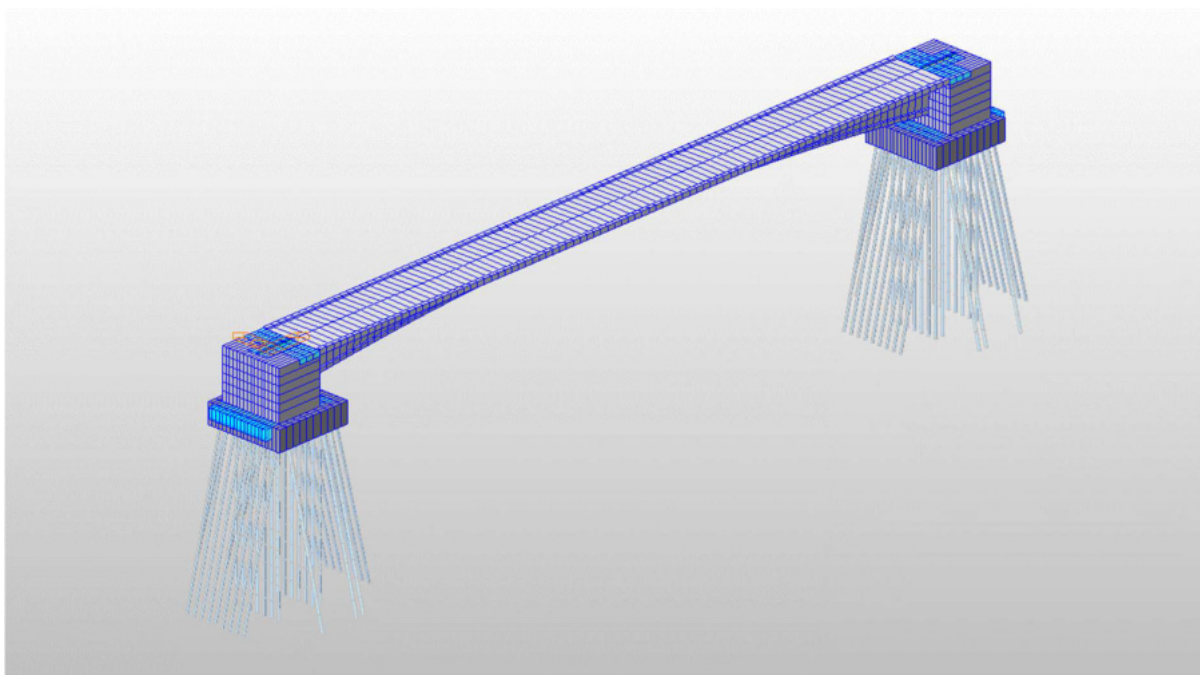
Lávka přes D6 v km 64,780



Fáze-01



Fáze-02 – fáze-05



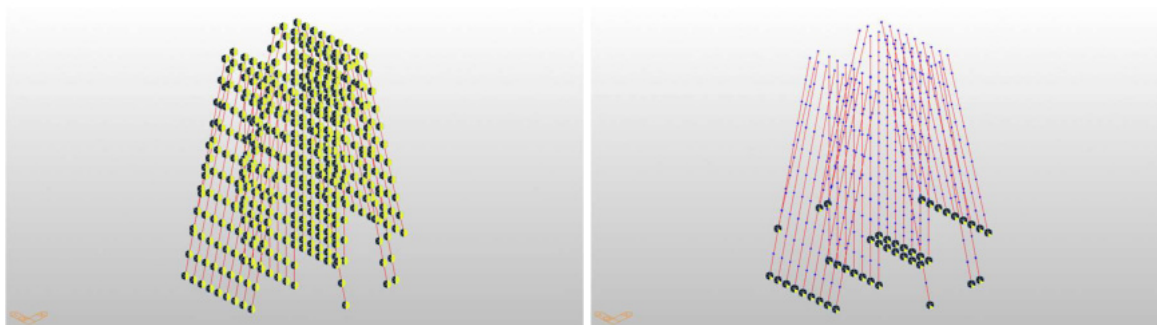
Fáze-06 – fáze-15

3.1.6.2 Mikropiloty

Tuhosti pružin byly spočteny v programu GEO5 – modul skupina pilot/mikropiloty. Protokol o výpočtu v programu bude přiložen v kapitole „Založení“.

Po výšce mikropilot byly modelovány lineárně-pružné podpory reprezentující plášťové tření ve svislém směru a ve vodorovném směru odpor zeminy proti zatlačení mikropiloty. Na patě byla aplikována nelineárně-pružná podpora typu *compression-only*.

Ve fázi 01 jsou aplikovány mikropiloty se stářím 20,0 dní včetně všech pružných podpor a vlastní tíha.



Podpření mikropilot – lineární pružiny (vlevo) a nelineární pružiny na patě (vpravo)

3.1.6.3 Základy

Pod základy jsou uvažovány ve směru osy z nelineárně pružné podpory typu *compression-only*. Oba základy jsou založené v zeminách definovaných stejným geotypem, proto hodnoty tuhostí jsou pro oba základy stejné. Pružiny jsou v uzlech připojení mikropilot vynechané.

Tuhost pružiny je definována vztahem: $k_z = E_{\text{def}} \cdot A_i$

- E_{def} je deformační modul zeminy

- A_i je odpovídající plocha dolní hrany základu přisouzená danému uzlu

Pro rohové pružiny: $k_z = 8 \cdot 0,25 \cdot 0,125 = \mathbf{0,25}$ MN/m

Pro okrajové pružiny: $k_z = 8 \cdot 0,25 \cdot 0,25 = \mathbf{0,50}$ MN/m

Pro vnitřní pružiny: $k_z = 8 \cdot 0,50 \cdot 0,25 = \mathbf{1,00}$ MN/m

Na základy jsou dále aplikovány nelineární pružiny zohledňující interakci se zásypem – dále viz kapitola „Opěry“.

Během betonáže a zrání jsou po obvodu základů aplikovány nelineární pružiny typu *compression-only*, simulující bednění – působení ve směru os x a y .

Tuhost pružiny bednění je uvažována hodnotou $k_z = \mathbf{1000,00}$ MN/m

Ve fázi 02 jsou aplikovány základy s nulovým stářím (ekvivalent čerstvého betonu) včetně podepření (zemina pod základem a bednění). Spolu se základem jsou aplikovány i fiktivní nehmotné prvky pro správný náběh stáří betonu a tuhé vazby mezi základem a mikropilotami. Ve fázi 04 jsou pak pružiny bednění odstraněny.

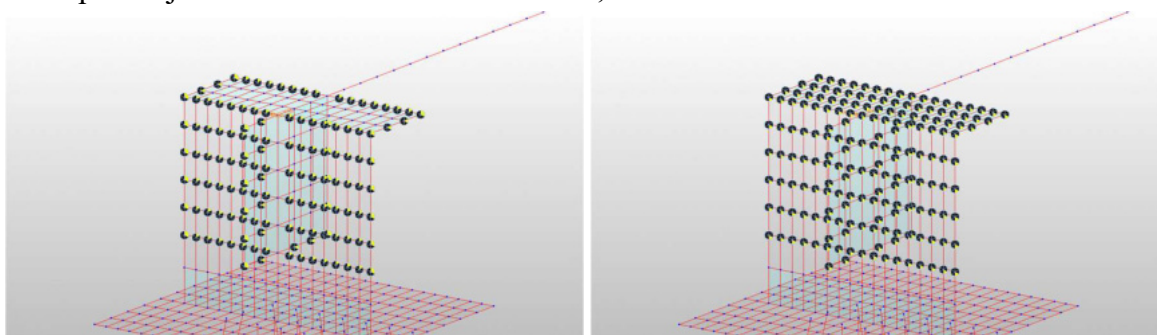


Podepření základu nelineárními pružinami – zemina podloží (vlevo) a bednění základu (vpravo)

3.1.6.4 Opěry

Na opěrách jsou během betonáže aplikovány lineární a nelineární pružiny typu *compression-only* simulující bednění – působení ve směru os x a y . Dále jsou aplikovány i fiktivní nelineární pružiny typu *compression-only* ve svislém směru z důvodu výpočetní kompatibility se zadanou skruží na NK.

Tuhost pružin je uvažována hodnotou $k_z = 1000,00$ MN/m



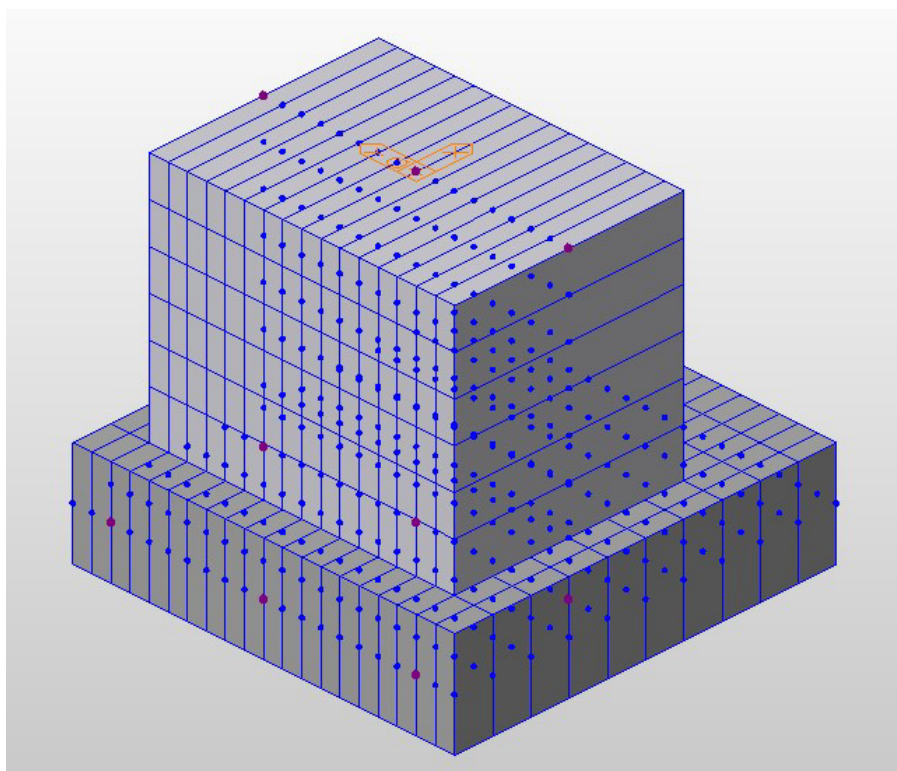
Pružiny bednění (vlevo) a fiktivní pružiny (vpravo)

Interakce se zásypem

Interakce zásypu za opěrou byla spočtena, dle metody doporučené TP261, metodou pana Ing. Jaromíra Křížka. Všechny podmínky pro použití metody, uvedené v podrobném popisu metody, jsou splněny. Interakční pružiny spočtené dle této metody se týkají rubu opěry.

Pro naladění tuhostí těchto pružin byly v nultém kroku odhadnuty posuny při horním a dolním okraji opěry a na rubovém okraji základu. Následně byl, s odhadnutými hodnotami tuhostí, spočten model (v 50-ti letech životnosti). Z modelu byly použity posuny pro první iterační krok ve zmíněných uzlech (konkrétně byly pro každou úroveň zprůměrovány vždy 3 hodnoty – 2 krajní uzly a jeden uzel na ose symetrie). Opět byly spočteny hodnoty tuhostí a celý proces se opakoval. Pro dosažení akceptovatelné shody postačily dva iterační kroky – výsledná iterační chyba byla, po druhém kroku vůči předchozímu, menší než 1,0 %.

Pro naladění bylo uvažováno pouze s charakteristickými hodnotami teplotního zatížení (oteplení).



Iterační uzly výpočtu interakce se zásyem

Pružiny zadávané na základ jsou zjednodušeně stanoveny dle vzorce: $k_z = E_{\text{def}} \cdot A_i / u$
Zjednodušeně nejsou rozlišovány pružiny rohové, okrajové nebo vnitřní (platí pro opěru i základ).

V podrobnosti této PD nebude uvažováno s postupným dohutňováním zeminy záspy. Tento jev je složitý, na jeho popis nejsou k v tuto chvíli k dispozici odpovídající podklady – v navazujícím stupni PD bude však nutné zahrnout do analýzy i tento vliv. Proto je v návrhu ponechána rezerva pro pokrytí tohoto zjednodušení.

Opěra O1:

Stanovení náhradních tuhostí podepření za rubem opěry

Parametry zásypového materiálu za rubem opěry:

třída zeminy: **G1-GW**

$E_{ref} = 430$ MPa

$E_{ref} = 360 - 500$ MPa

$I_D = 0,85$

Parametry zásypového materiálu základu:

třída zeminy: **jiná**

$E_{ref} = 8$ MPa

$E_{ref} = 0$ MPa

Charakteristika konstrukce:

výška opěry:

$H_a = 3,10$ m

průměrné posuny v uzlech:

$u_T = 6,9$ mm

$u_B = 1,0$ mm

$u_Z = 1,0$ mm

Hodnoty modulu reakce podloží:

Modul k_h od vodorovného posunu $u_T = u_B$:

$k_{h,1} = 17,86$ MN/m³

$z_1 = 0,00$ m

$k_{h,2T} = 43,64$ MN/m³

$z_2 = 1,19$ m

$k_{h,3T} = 84,93$ MN/m³

$z_3 = 3,10$ m

Modul k_h od pootočení u_B/H_a :

$k_{h,1} = 17,86$ MN/m³

$z_1 = 0,00$ m

$k_{h,2R} = 91,81$ MN/m³

$z_2 = 1,19$ m

$k_{h,3R} = 91,81$ MN/m³

$z_3 = 3,10$ m

Výsledný modul k_h :

$k_{h,1} = 17,86$ MN/m³

$z_1 = 0,00$ m

$k_{h,2M} = 84,81$ MN/m³

$z_2 = 1,19$ m

$k_{h,3M} = 90,81$ MN/m³

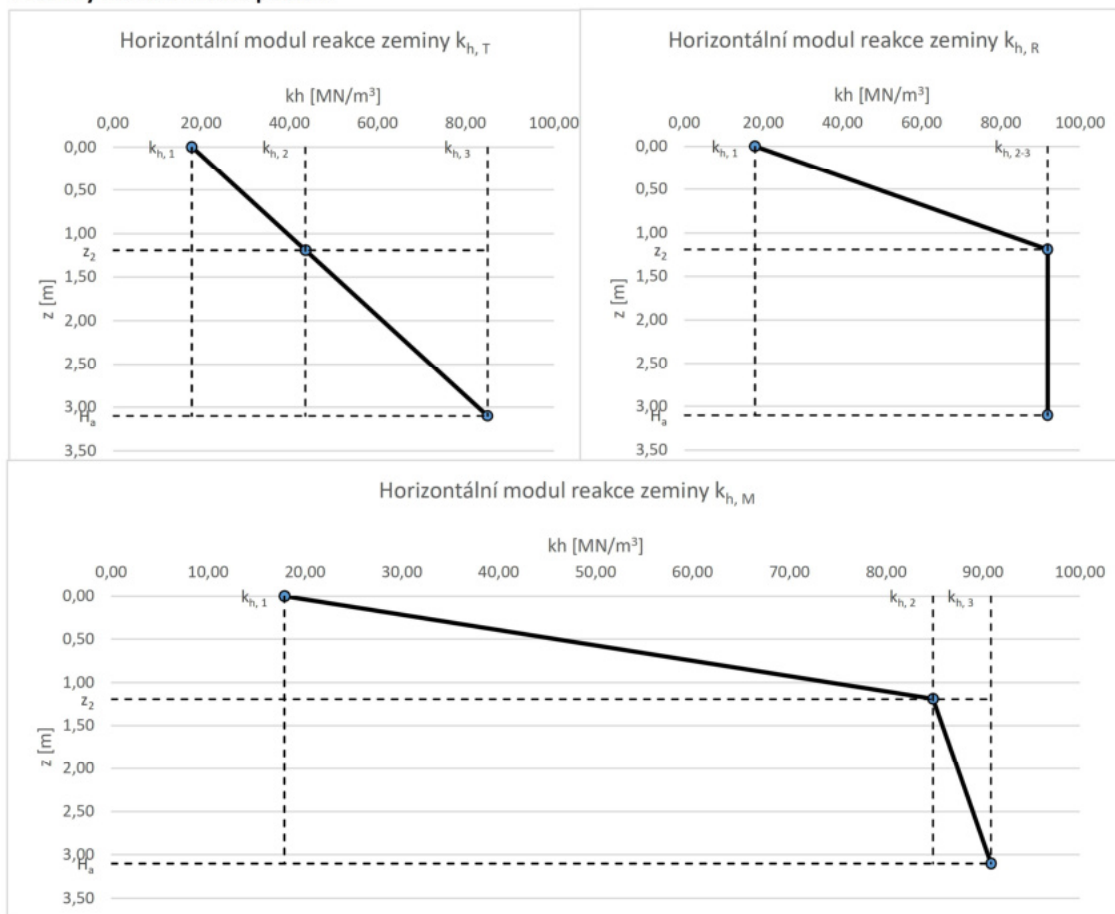
$z_3 = 3,10$ m

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



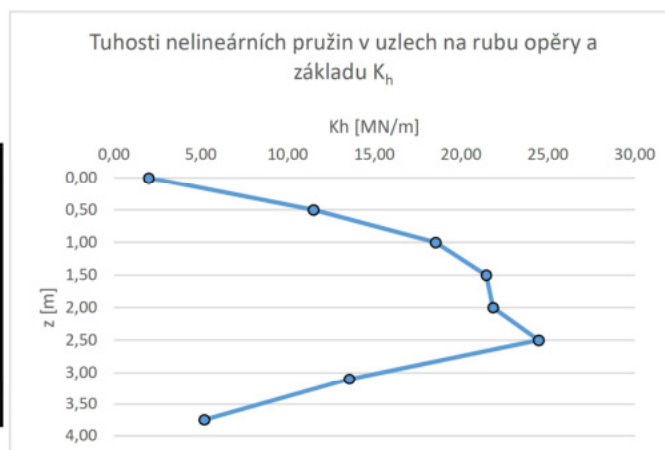
Průběhy modulu reakce podloží:



Výpočet tuhostí pružin - globální model:

$b_{\text{eff}} = 0,50$ m
 $h_{\text{zákl}} = 1,30$ m

i	zi [m]	h_{eff} [m]	K_{hi} [MN/m]
1	0,00	0,50	1,99
2	0,50	0,50	11,49
3	1,00	0,50	18,52
4	1,50	0,50	21,45
5	2,00	0,50	21,84
6	2,50	0,60	24,45
7	3,10	0,65	13,55
8	3,75	0,65	5,20



Opěra O2:

Stanovení náhradních tuhostí podepření za rubem opěry

Parametry zásypového materiálu za rubem opěry:

třída zeminy: **G1-GW**

$E_{ref} = 430$ MPa

$E_{ref} = 360 - 500$ MPa

$I_D = 0,85$

Parametry zásypového materiálu základu:

třída zeminy: **jiná**

$E_{ref} = 8$ MPa

$E_{ref} = 0$ MPa

Charakteristika konstrukce:

výška opěry:

$H_a = 3,10$ m

průměrné posuny v uzlech:

$u_T = 6,8$ mm

$u_B = 1,0$ mm

$u_Z = 1,0$ mm

Hodnoty modulu reakce podloží:

Modul k_h od vodorovného posunu $u_T = u_B$:

$k_{h,1} = 17,90$ MN/m³

$z_1 = 0,00$ m

$k_{h,2T} = 43,70$ MN/m³

$z_2 = 1,19$ m

$k_{h,3T} = 85,10$ MN/m³

$z_3 = 3,10$ m

Modul k_h od pootočení u_B/H_a :

$k_{h,1} = 17,90$ MN/m³

$z_1 = 0,00$ m

$k_{h,2R} = 92,00$ MN/m³

$z_2 = 1,19$ m

$k_{h,3R} = 92,00$ MN/m³

$z_3 = 3,10$ m

Výsledný modul k_h :

$k_{h,1} = 17,90$ MN/m³

$z_1 = 0,00$ m

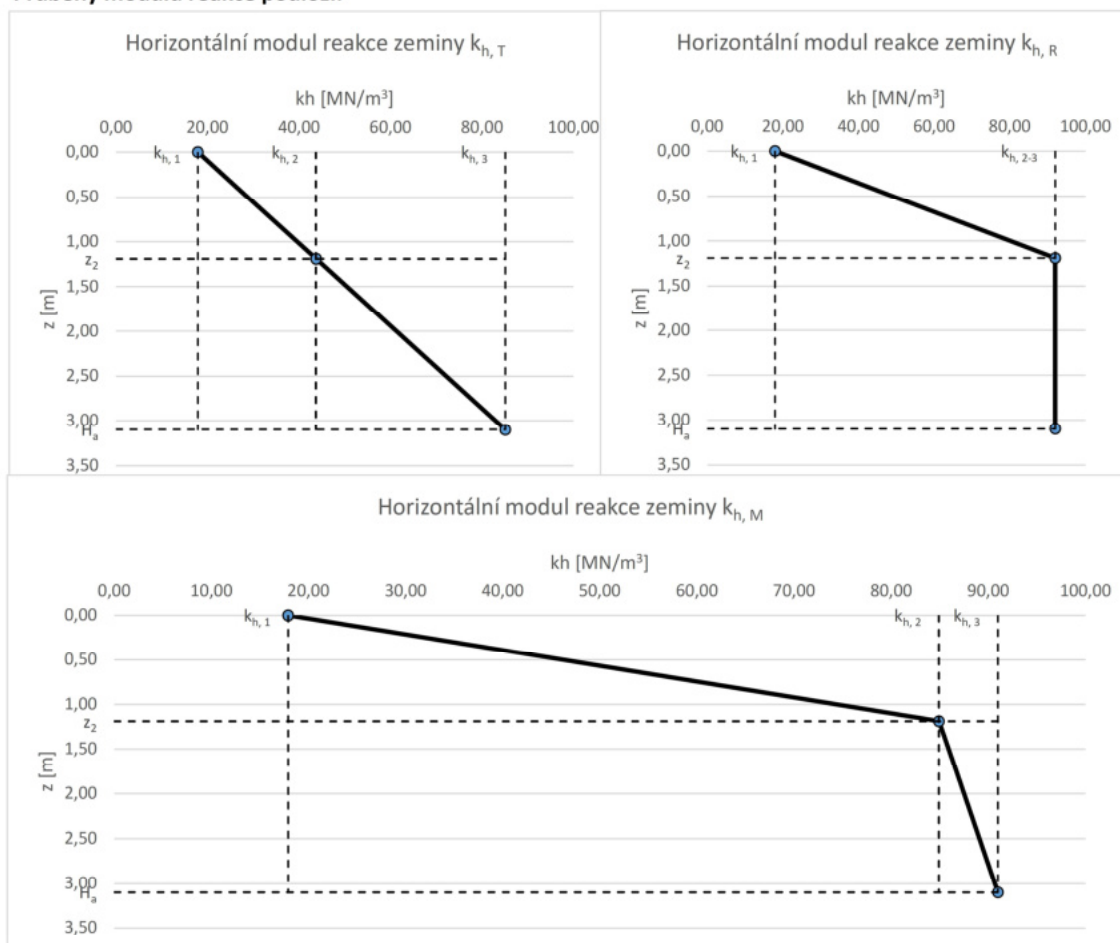
$k_{h,2M} = 84,91$ MN/m³

$z_2 = 1,19$ m

$k_{h,3M} = 90,99$ MN/m³

$z_3 = 3,10$ m

Průběhy modulu reakce podloží:

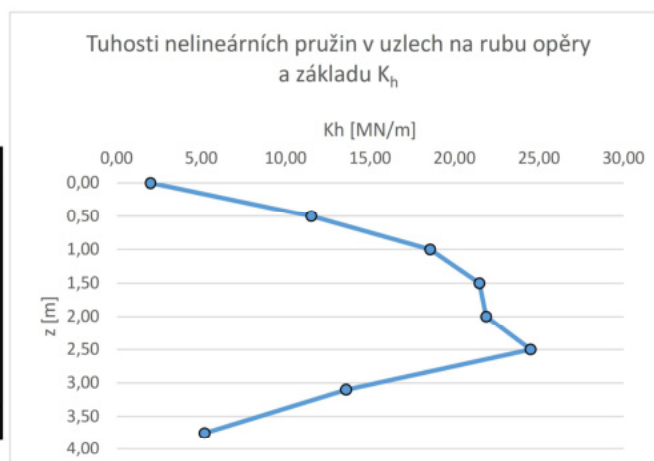


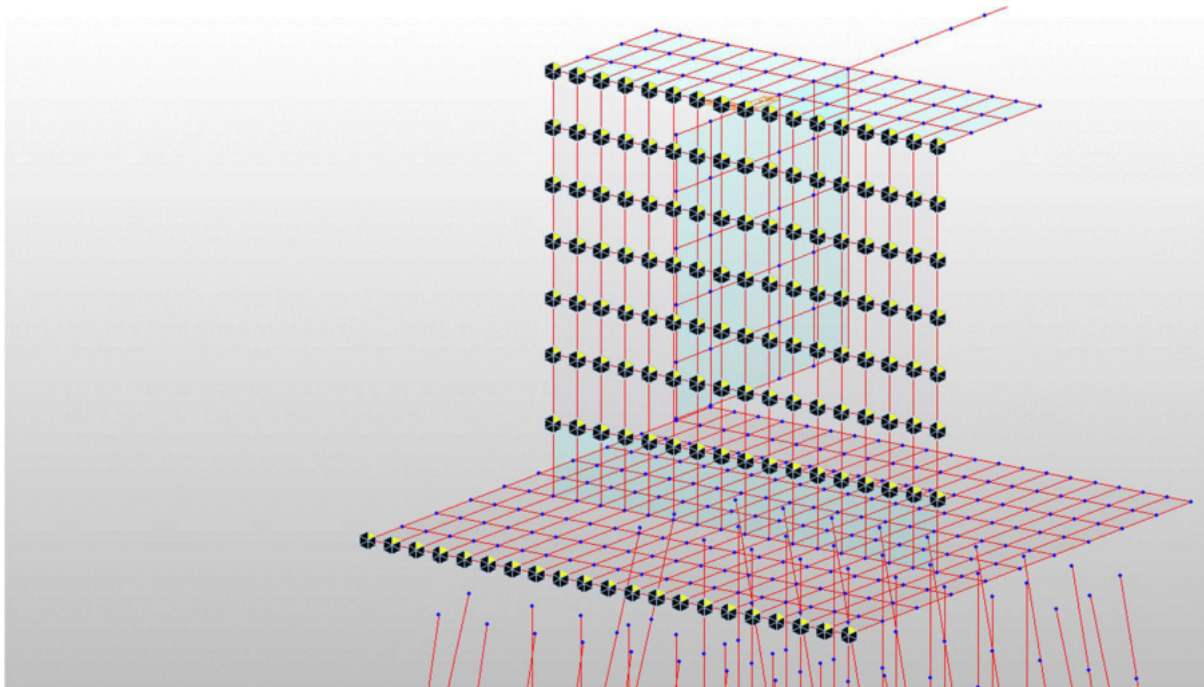
Výpočet tuhostí pružin - globální model:

$b_{\text{eff}} = 0,50$ m

$h_{\text{zákl}} = 1,30$ m

i	z _i [m]	h _{eff} [m]	K _{hi} [MN/m]
1	0,00	0,50	2,00
2	0,50	0,50	11,52
3	1,00	0,50	18,56
4	1,50	0,50	21,47
5	2,00	0,50	21,87
6	2,50	0,60	24,50
7	3,10	0,65	13,58
8	3,75	0,65	5,20





Nelineární pružiny interakce zásypu

Ve fázi 06 byly aplikovány prvky dřívku i všechny fiktivní nehmotné prvky se stářím 0,0 dní. Současně byly aktivovány podpory bednění i fiktivní skruže. Ve fázi 08, před vnesením předpětí jsou podpory bednění a fiktivní skruže odstraněny. Ve fázi 09 je aplikována vlastní tíha - odstranění skruže. Ve fázi 10 je aplikován zemní tlak a nelineární pružiny typu *compression-only* interagujícího zásypu.

3.1.6.5 Nosná konstrukce

Na nosné konstrukci jsou, ve směru osy z , aplikovány nelineární pružné podpory typu *compression-only*, nahrazující skruž. A ve směru osy y lineární pružné podpory, nahrazující skruž. Tuhost pružin je uvažována hodnotou $k = 1000,00$ MN/m.

Skruž je aplikována ve fázi 06. Ve fázi 08 je konstrukce postupně napnuta, dle postupu napínání. A ve fázi 09 je skruž odstraněna. Ve fázi 11 je aplikováno ostatní stálé zatížení. A nakonec ve fázi 12 je na konstrukci aplikováno proměnné zatížení – pouze v rámci kombinací zatížení (toto zatížení se neuvažuje v rámci TDA analýzy).

3.2 Napětí a vnitřní síly na nosné konstrukci

Na následujících snímcích jsou pro přehlednost zobrazeny pouze výsledky od kombinací zatížení. V legendě vpravo je vždy uvedeno, o kterou vnitřní sílu se jedná. Pod skupinou výsledků bude vždy uveden popis, o kterou kombinaci vnitřních sil se jedná. Výsledky zobrazují min&max hodnoty v uzlech elementů. Pro kompaktnost zobrazení jednotlivých kombinací budou snímky v poměru stran 1:0,5, vždy jedna kombinace na jedné stránce.

Zobrazení napětí je totožné, pouze je spolu s informací o prezentované kombinaci udáno, o která vlákna se jedná (horní dolní).

Statický výpočet

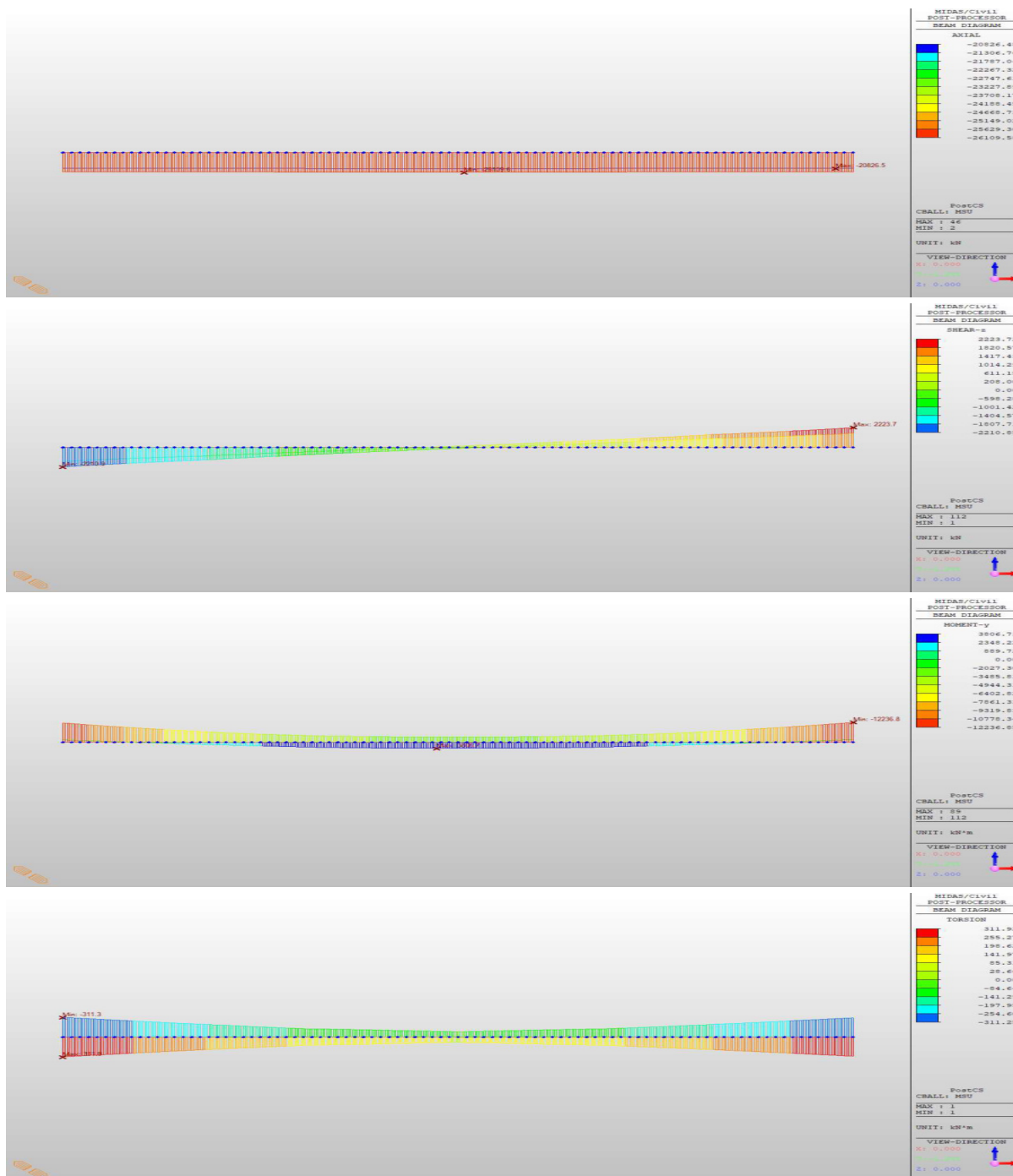
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



3.2.1 Vnitřní síly v podélném směru

3.2.1.1 Odkružení konstrukce



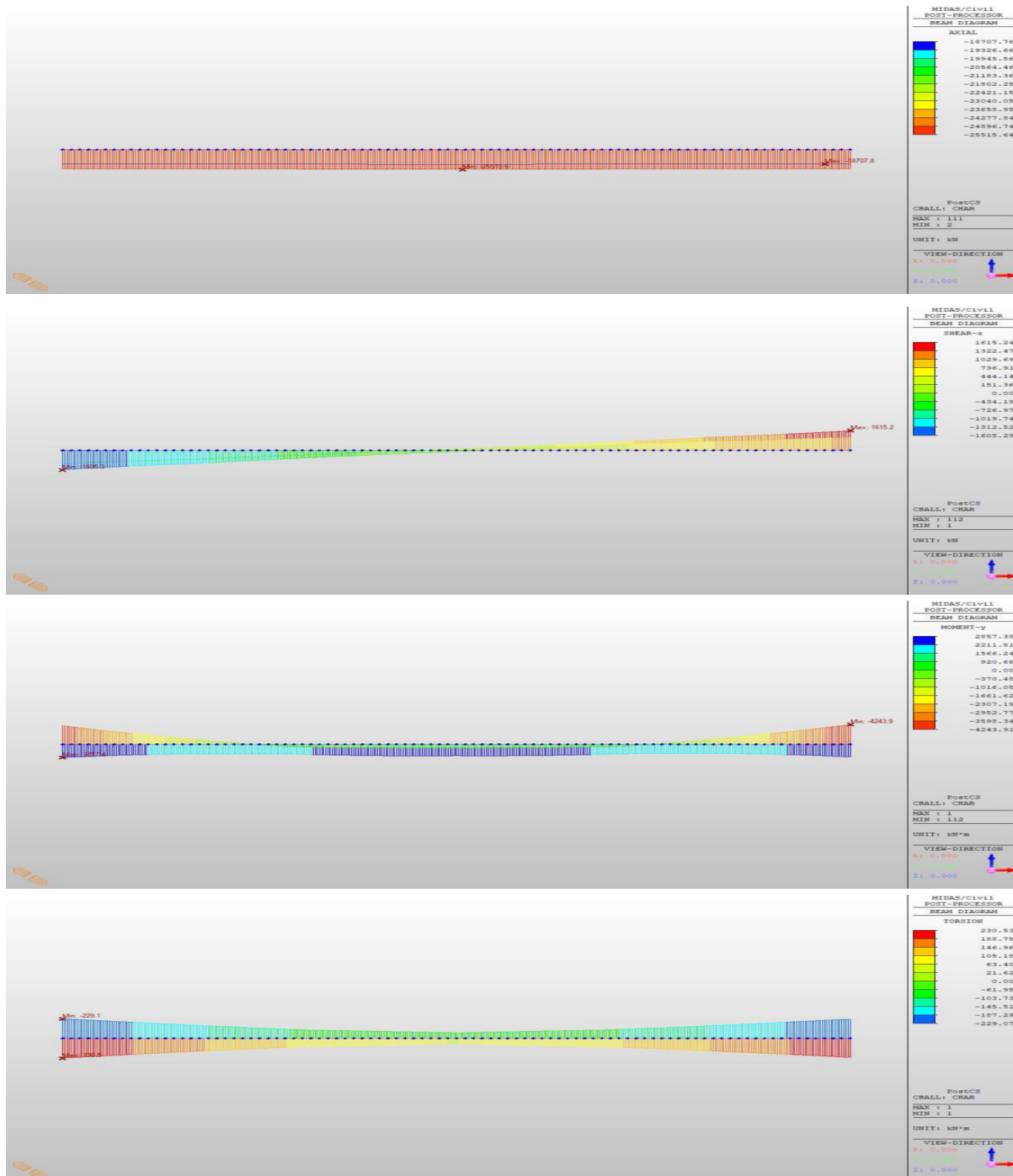
Mezní stav únosnosti (MSÚ)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



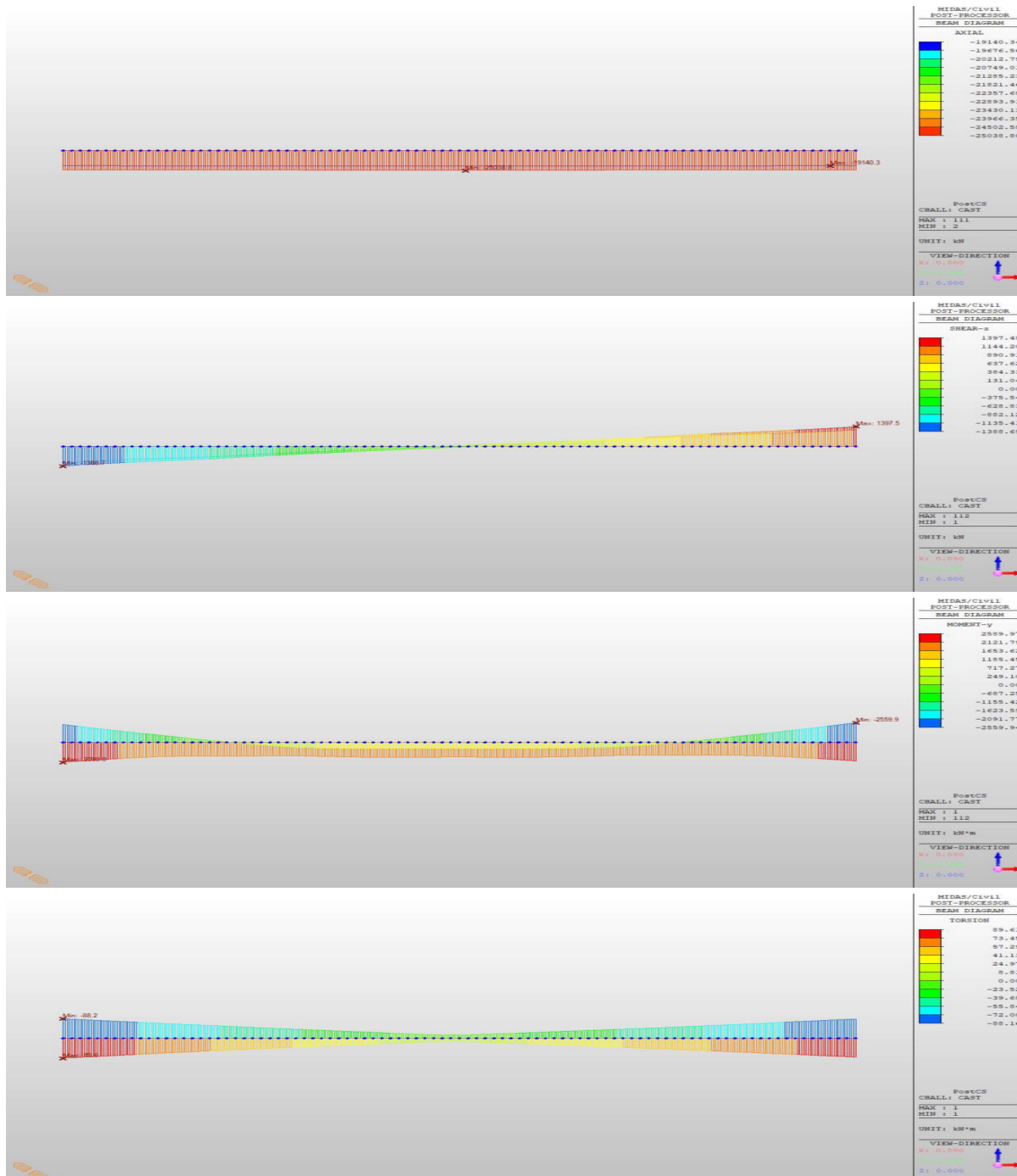
Charakteristická kombinace (CHAR)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



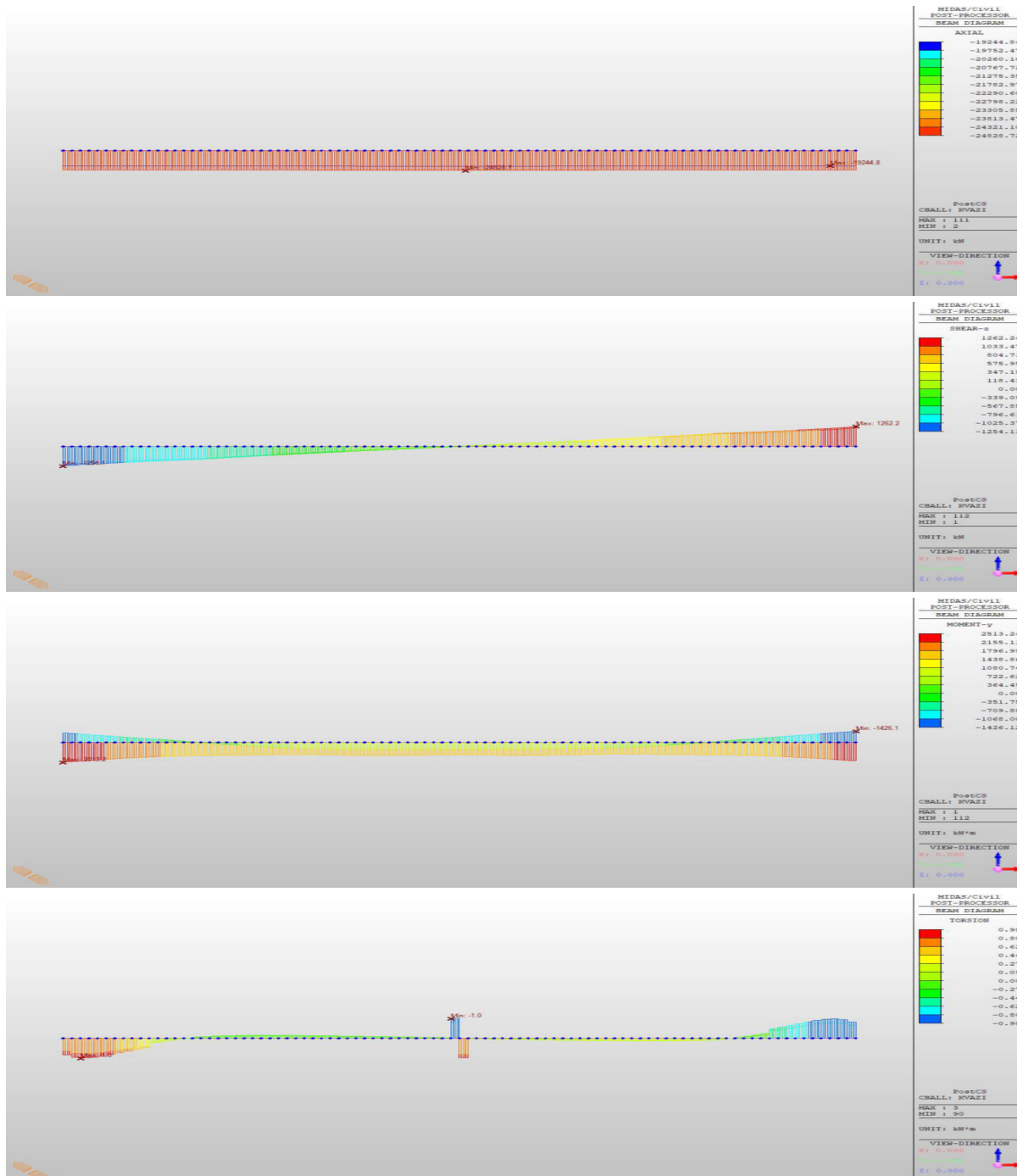
Častá kombinace (ČAST)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



Kvazistála kombinace (KVAZI)

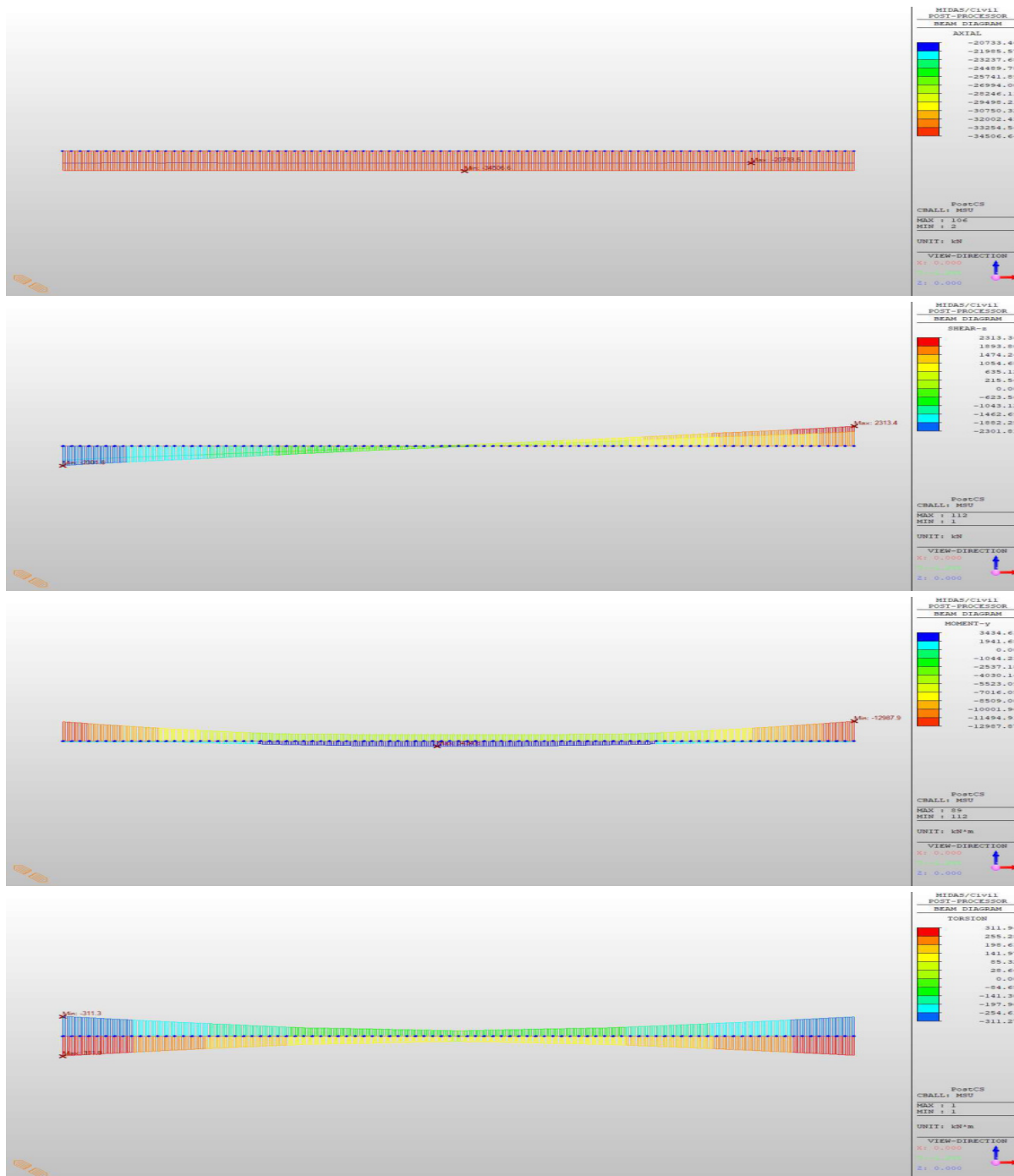
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

3.2.1.2 Uvedení do provozu



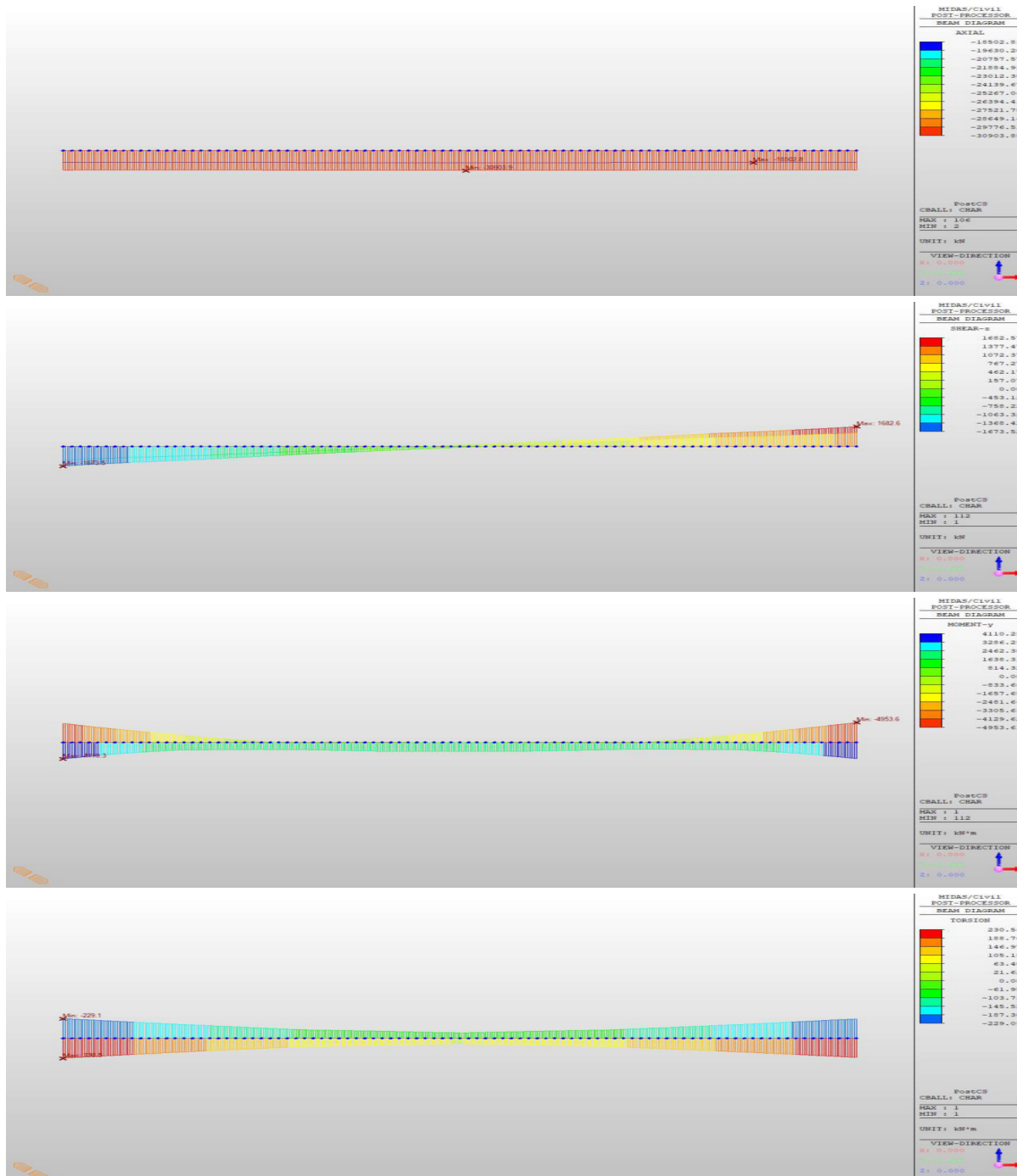
Mezní stav únosnosti (MSÚ)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



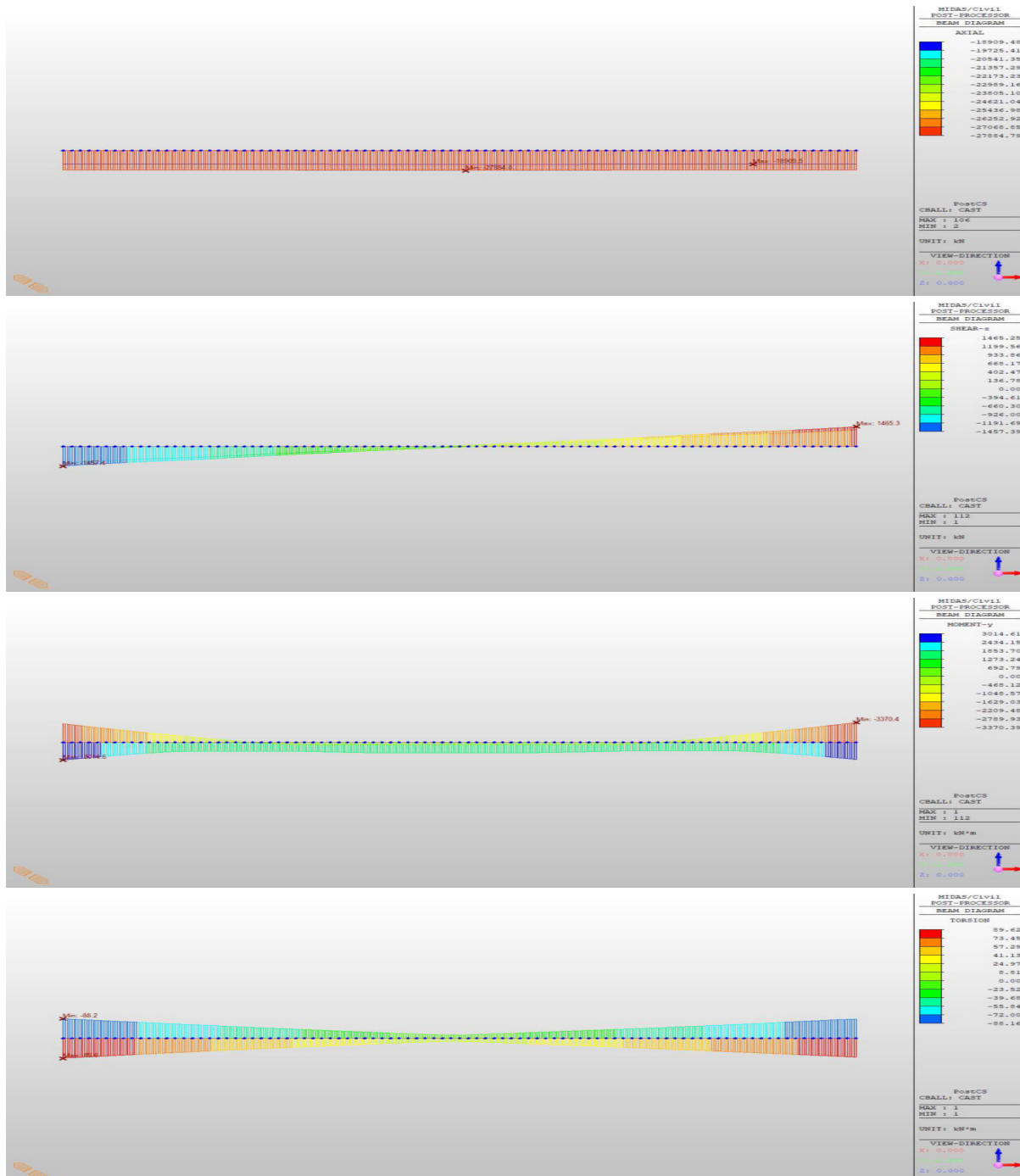
Charakteristická kombinace (CHAR)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



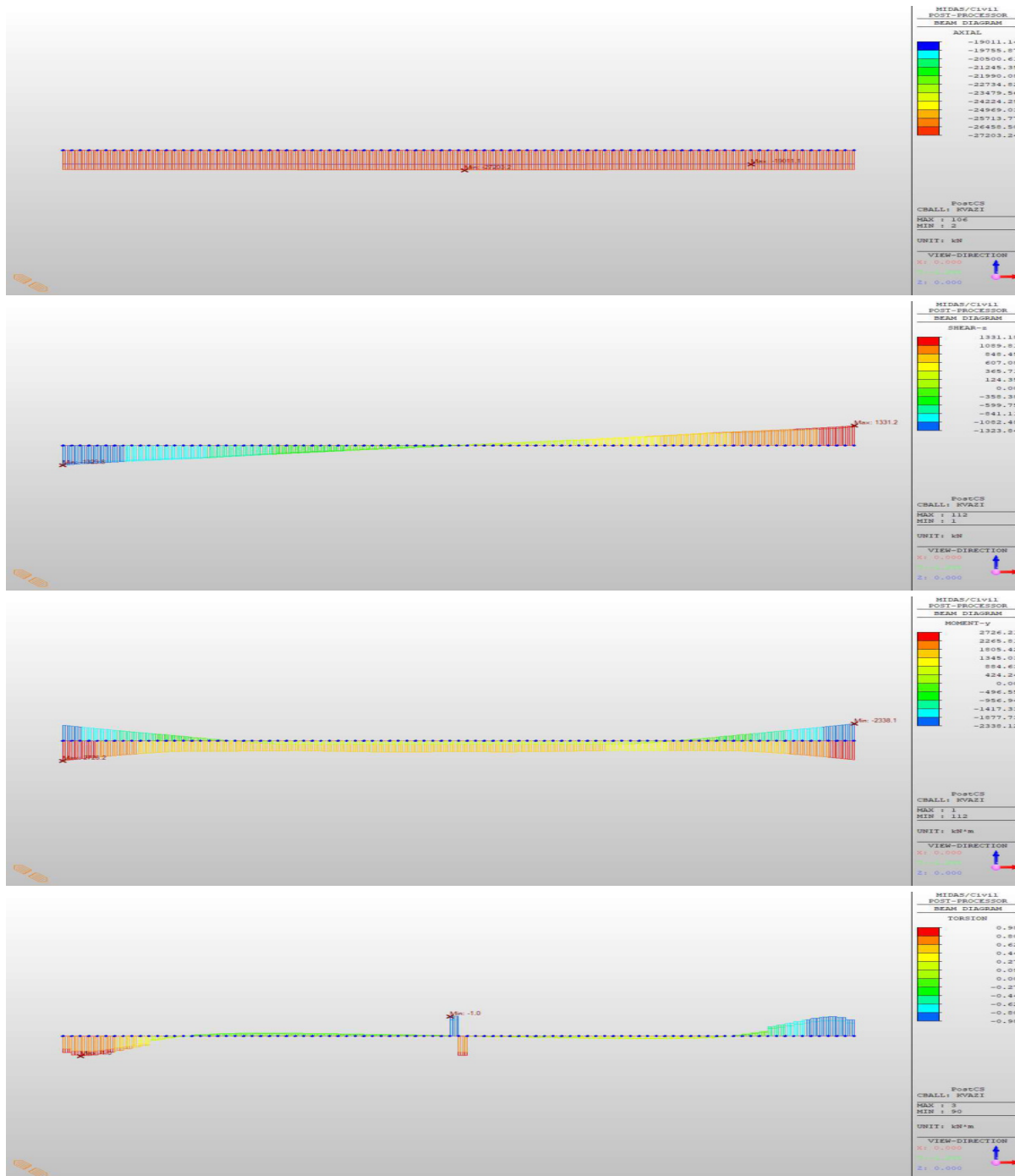
Častá kombinace (ČAST)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



Kvazistála kombinace (KVAZI)

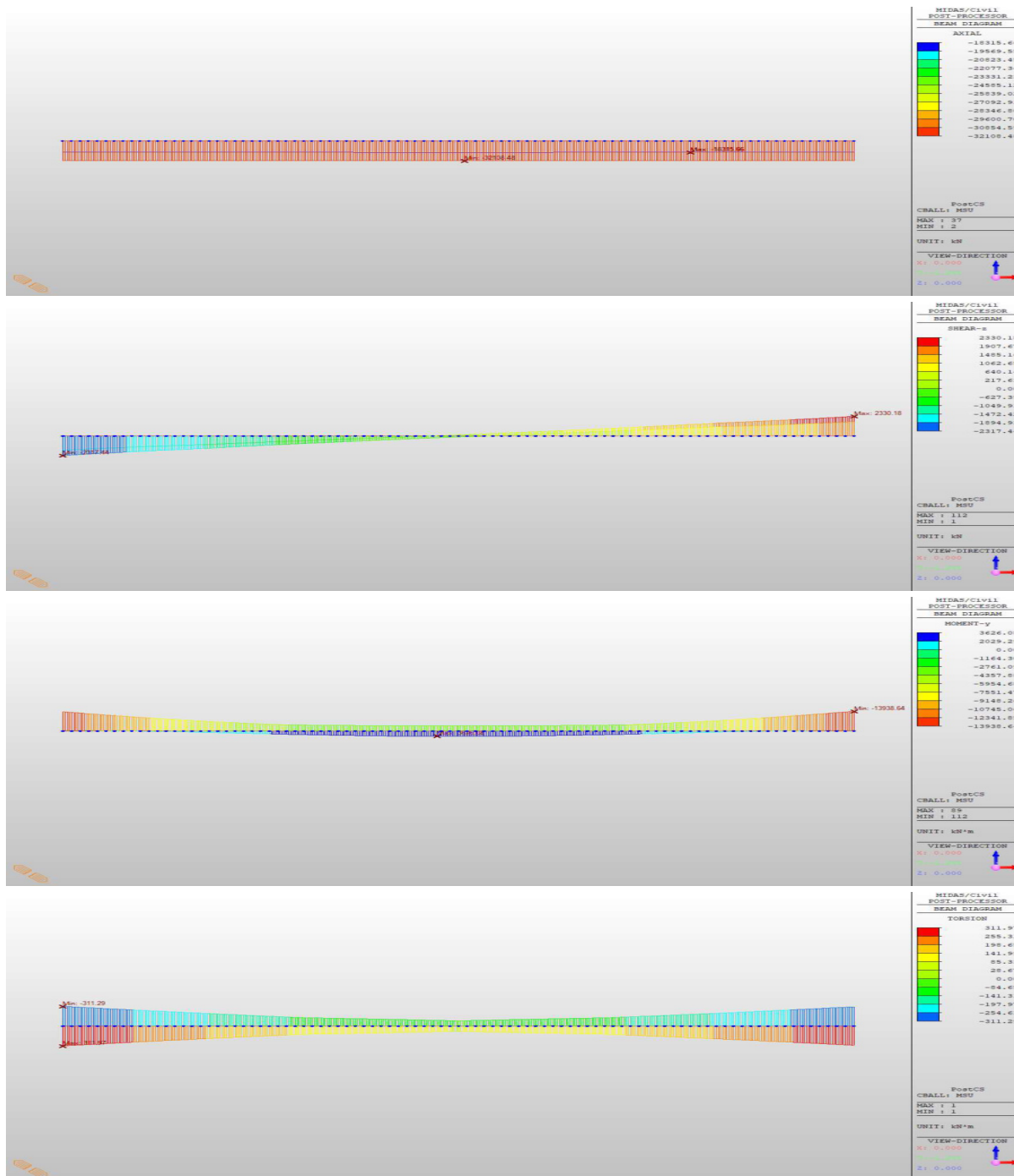
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

3.2.1.3 Konec životnosti



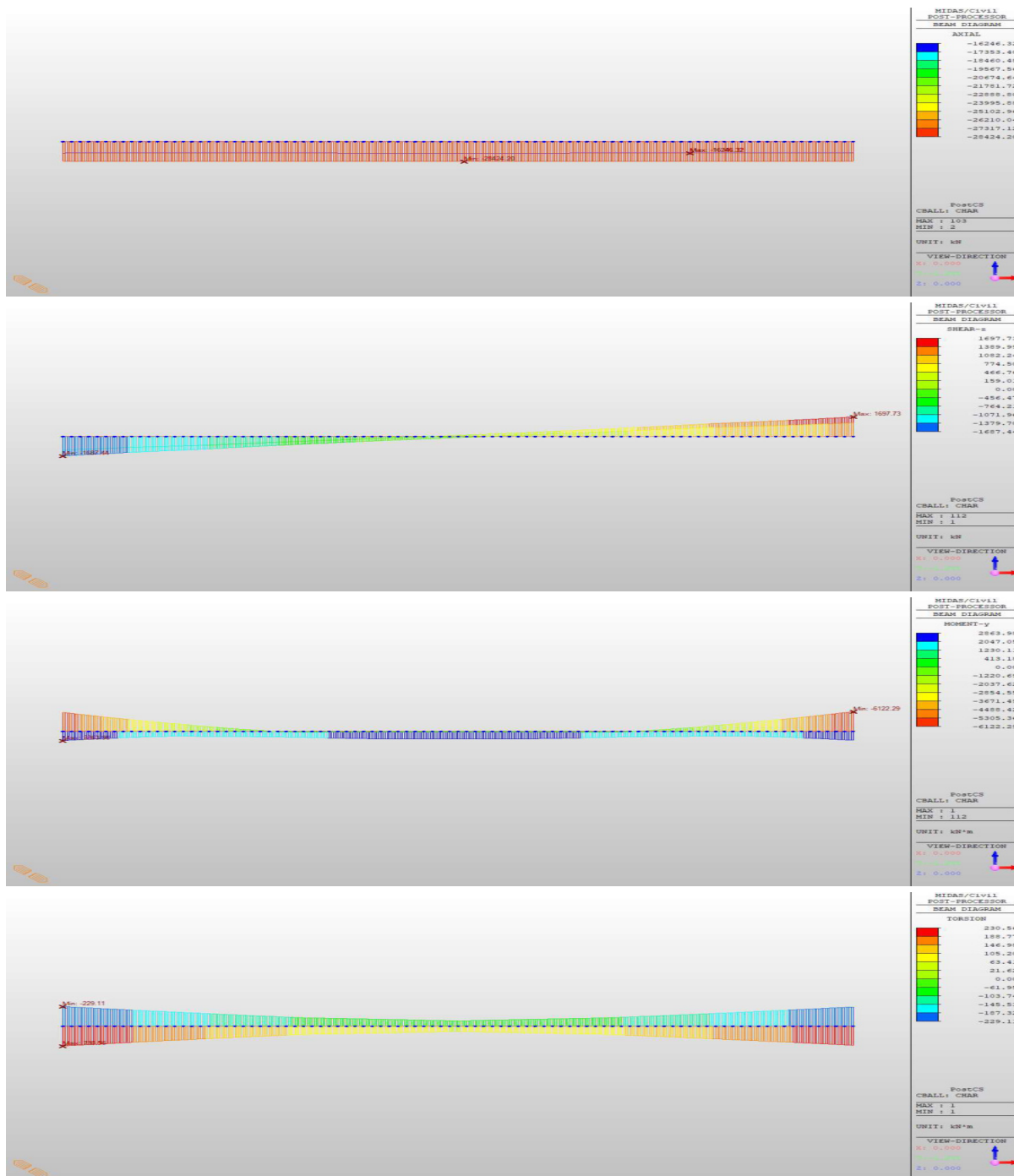
Mezní stav únosnosti (MSÚ)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



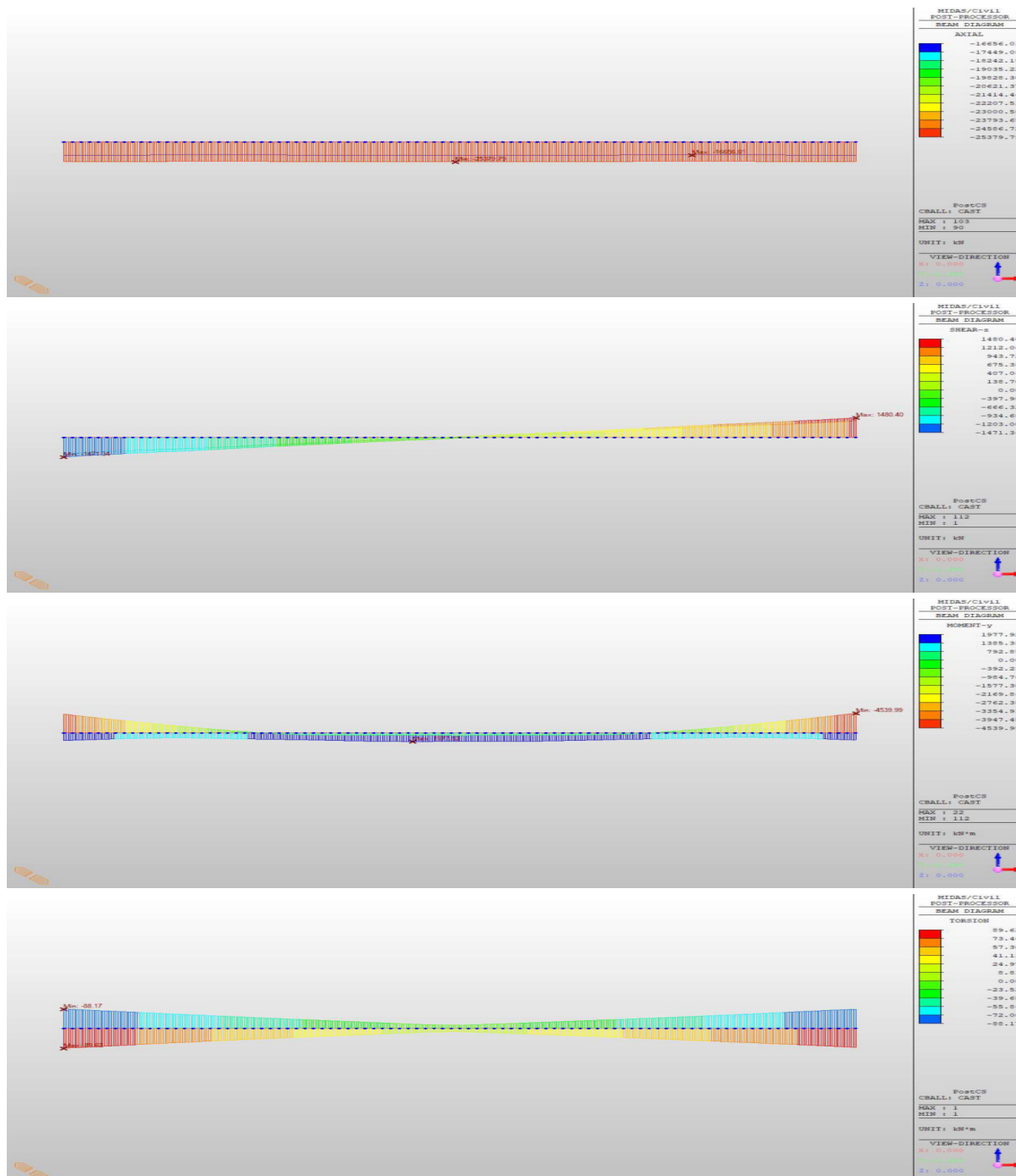
Charakteristická kombinace (CHAR)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



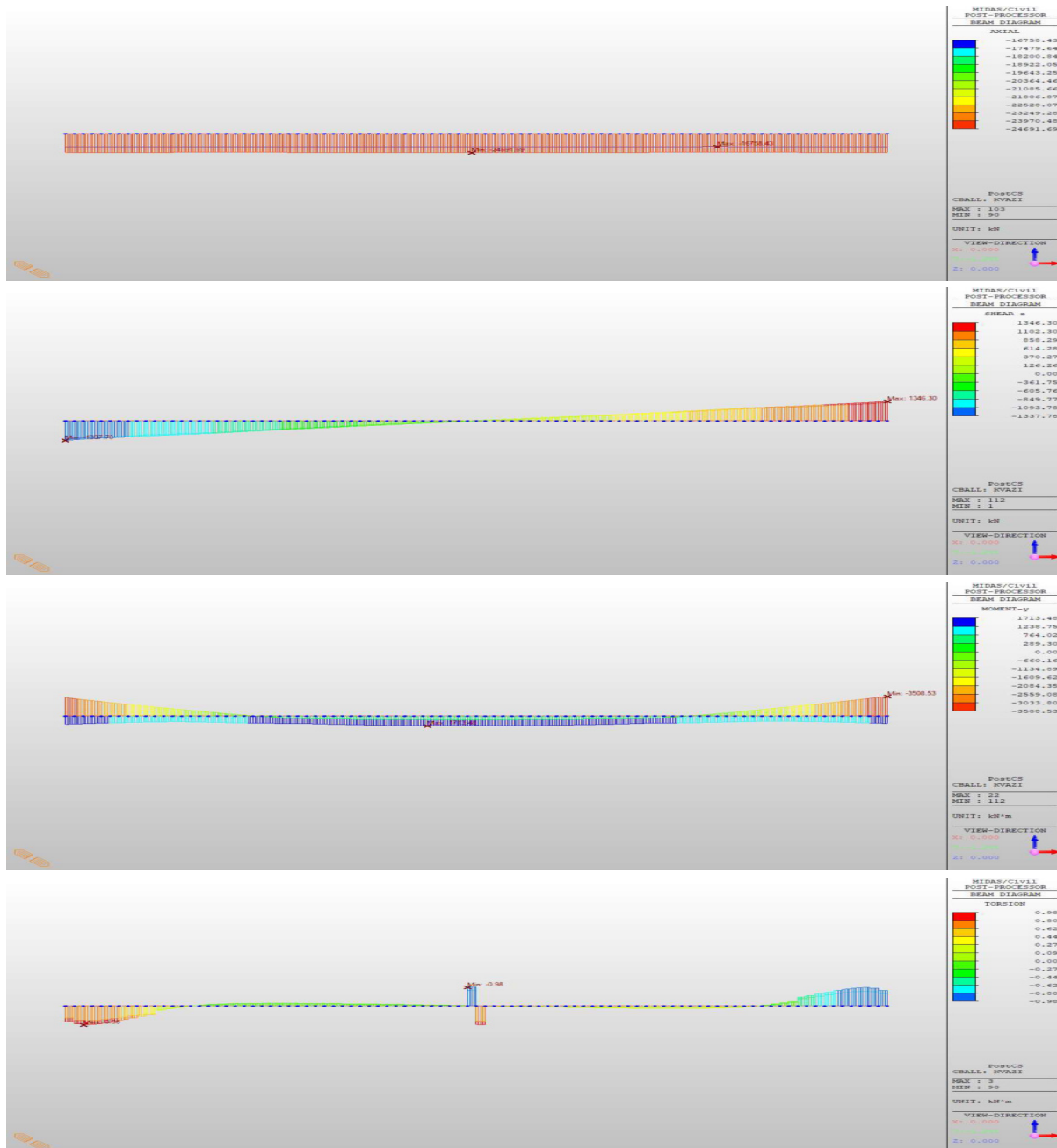
Častá kombinace (ČAST)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



Kvazistála kombinace (KVAZI)

3.2.2 Souhrn vnitřních sil pro posouzení průřezů

Vnitřní síly byly exportovány z globálního modelu do programu Microsoft excel. Exportované vnitřní síly byly již v softwaru Midas Civil vyselektovány podle pravidla „min&max value“, podle kterého jsou vybrány maximální, resp. minimální pořadnice extrémní vnitřní síly. K tomuto extrému jsou přiřazeny odpovídající pořadnice ostatních vnitřních sil dle umístění pohyblivého zatížení, které tuto extrémní hodnotu vyvolalo. V přehledných tabulkách níže jsou pak vnitřní síly prezentovány podle stejného pravidla a takto jsou pak uvaženy v posudcích. Pod tabulkami je vždy uvedeno, v jaké výpočetní fázi jsou vnitřní síly uvažovány. Sady vnitřních sil použité pro uvažování počátečního stavu průřezu jsou prezentovány v příslušných časech na daných řezech v kapitole „Posouzení nosné konstrukce“.

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



3.2.2.1 Průřez nad podporou (Řez A-A')

Vybrané vnitřní síly pro posudek z maxim								
	EXTRÉM	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	112	-22371,48	-13,94	1756,64	4,71	-8710,11	20,51
	Vy	112	-23946,73	114,62	1685,97	-113,40	-7771,43	-151,72
	Vz	112	-24651,49	-61,49	2223,58	78,27	-12101,26	84,47
	Mx	112	-24272,33	-61,51	1942,32	303,17	-8982,24	90,76
	My	112	-24515,73	-0,11	1690,56	-0,12	-5855,69	2,28
	Mz	112	-24198,55	-114,82	1845,67	136,14	-8405,51	156,50
MSP-CHAR	N	112	-18714,40	-9,32	1270,25	2,58	-1611,26	13,92
	Vy	112	-19775,15	76,39	1225,10	-77,55	-1016,10	-101,06
	Vz	112	-20285,01	-43,32	1615,24	56,53	-4152,90	59,71
	Mx	112	-20004,28	-43,34	1402,20	223,12	-1734,26	64,38
	My	112	-24252,80	-0,12	1177,39	-0,80	2714,88	2,16
	Mz	112	-24045,60	-76,60	1284,05	93,13	977,26	105,16
MSP-CAST	N	112	-19148,84	-0,10	1262,43	-0,64	-1431,11	1,77
	Vy	112	-19757,86	13,35	1248,69	-6,02	-1106,76	-15,86
	Vz	112	-19461,59	-9,32	1397,49	19,00	-2526,46	14,37
	Mx	112	-19837,63	-9,33	1283,24	85,64	-747,05	16,24
	My	112	-24116,77	-0,12	1177,77	-0,80	2429,86	2,16
	Mz	112	-23904,31	-13,57	1191,16	4,58	1879,26	19,79
MSP-KVAZI	N	112	-19253,34	-0,10	1262,24	-0,64	-1395,09	1,77
	Vy	112	-19775,88	-0,10	1261,24	-0,64	-1215,01	1,77
	Vz	112	-19253,34	-0,10	1262,24	-0,64	-1395,09	1,77
	Mx	112	-19775,88	-0,10	1261,24	-0,64	-1215,01	1,77
	My	112	-24052,84	-0,12	1177,89	-0,80	2347,83	2,16
	Mz	112	-23882,79	-0,12	1178,37	-0,80	1991,55	2,16
Vybrané vnitřní síly pro posudek z minim								
	EXT	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	112	-25721,00	13,73	1874,30	-29,57	-7599,88	-16,62
	Vy	112	-24030,95	-114,84	1725,22	113,16	-7339,12	156,28
	Vz	112	-23844,99	100,73	1596,02	-40,51	-6080,52	-129,93
	Mx	112	-24260,48	61,29	1942,03	-303,41	-9761,59	-86,20
	My	112	-24245,81	-31,24	2188,81	66,15	-12236,85	44,80
	Mz	112	-23979,10	114,61	1712,32	-136,38	-8027,00	-151,95
MSP-CHAR	N	112	-25074,60	9,10	1311,55	-20,44	1454,26	-10,44
	Vy	112	-23931,47	-76,61	1201,80	76,11	1707,12	104,99
	Vz	112	-23805,27	-0,12	1114,36	-0,80	2564,60	2,16
	Mx	112	-24107,72	43,12	1370,35	-224,56	-224,31	-60,44
	My	112	-20014,60	-23,16	1591,56	48,45	-4243,91	33,27
	Mz	112	-19799,12	76,38	1244,61	-94,57	-1205,41	-101,23
MSP-CAST	N	112	-24597,76	9,10	1312,48	-20,44	1163,72	-10,44
	Vy	112	-23904,31	-13,57	1191,16	4,58	1879,26	19,79
	Vz	112	-23891,30	13,33	1165,55	-6,19	2114,86	-15,47
	Mx	112	-24000,39	9,11	1289,40	-87,08	432,09	-12,30
	My	112	-19785,49	-9,32	1394,93	19,00	-2559,94	14,37
	Mz	112	-19757,86	13,35	1248,69	-6,02	-1106,76	-15,86
MSP-KVAZI	N	112	-24359,63	-0,12	1177,44	-0,80	2282,10	2,16
	Vy	112	-23882,79	-0,12	1178,37	-0,80	1991,55	2,16
	Vz	112	-24359,63	-0,12	1177,44	-0,80	2282,10	2,16
	Mx	112	-23882,79	-0,12	1178,37	-0,80	1991,55	2,16
	My	112	-19577,06	-0,10	1261,71	-0,64	-1426,12	1,77
	Mz	112	-19775,88	-0,10	1261,24	-0,64	-1215,01	1,77

Odskružení



Vybrané vnitřní síly pro posudek z maxim								
	EXTRÉM	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	112	-22299,01	-0,11	1837,60	-0,12	-9659,99	2,25
	Vy	112	-24413,71	114,73	1901,83	-113,10	-8849,62	-333,17
	Vz	112	-25393,87	31,02	2313,22	-66,43	-12824,01	-89,18
	Mx	112	-24576,02	-61,56	1973,90	303,25	-9274,47	194,75
	My	112	-33613,32	-0,11	1772,63	-0,12	-3482,00	2,25
	Mz	112	-24545,54	-114,91	1982,98	131,07	-10420,04	338,03
MSP-CHAR	N	112	-18553,75	-0,10	1332,16	-0,64	-2477,68	1,75
	Vy	112	-19973,19	76,47	1366,62	-77,33	-1731,97	-222,34
	Vz	112	-20722,18	22,96	1682,57	-49,75	-4844,09	-65,99
	Mx	112	-20128,37	-43,37	1430,10	223,19	-2126,94	137,96
	My	112	-30136,71	-0,12	1239,33	-0,80	4056,10	2,14
	Mz	112	-24111,10	-76,66	1392,29	89,37	-826,72	226,49
MSP-CAST	N	112	-18960,40	-0,10	1331,37	-0,64	-2337,84	1,75
	Vy	112	-19625,82	13,35	1294,50	-6,03	-1114,39	-36,50
	Vz	112	-19544,49	9,13	1465,25	-20,28	-3325,89	-25,35
	Mx	112	-19826,51	-9,34	1349,46	85,66	-1534,06	33,28
	My	112	-27539,58	-0,12	1240,50	-0,80	2906,92	2,14
	Mz	112	-23607,18	-13,56	1229,42	4,59	1290,91	40,39
MSP-KVAZI	N	112	-19062,06	-0,10	1331,18	-0,64	-2302,87	1,75
	Vy	112	-19570,36	-0,10	1330,19	-0,64	-2128,07	1,75
	Vz	112	-19062,06	-0,10	1331,18	-0,64	-2302,87	1,75
	Mx	112	-19570,36	-0,10	1330,19	-0,64	-2128,07	1,75
	My	112	-26858,03	-0,12	1240,65	-0,80	2611,49	2,14
	Mz	112	-23611,62	-0,12	1242,10	-0,80	1175,01	2,14

Vybrané vnitřní síly pro posudek z minim								
	EXT	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	112	-34230,68	-13,95	1955,94	29,35	-4891,86	42,89
	Vy	112	-24051,22	-114,95	1773,49	112,87	-8625,42	337,67
	Vz	112	-23792,43	-100,94	1681,66	40,33	-6934,39	289,12
	Mx	112	-24539,37	61,34	2057,42	-303,49	-10819,52	-190,24
	My	112	-24925,25	31,02	2279,19	-66,43	-12987,87	-89,18
	Mz	112	-24048,49	114,69	1735,01	-131,30	-7495,76	-333,52
MSP-CHAR	N	112	-30586,72	-9,34	1373,08	18,84	3027,11	29,23
	Vy	112	-23776,77	-76,69	1251,04	75,89	386,02	226,22
	Vz	112	-23589,45	-67,34	1178,69	26,16	1754,50	193,38
	Mx	112	-24137,70	43,16	1455,34	-224,63	-1183,24	-134,08
	My	112	-20409,77	22,96	1659,43	-49,75	-4953,61	-65,99
	Mz	112	-19734,49	76,45	1257,00	-90,81	-845,72	-222,61
MSP-CAST	N	112	-27539,58	-0,12	1240,50	-0,80	2906,92	2,14
	Vy	112	-23607,18	-13,56	1229,42	4,59	1290,91	40,39
	Vz	112	-23607,18	-13,56	1229,42	4,59	1290,91	40,39
	Mx	112	-23807,45	9,12	1355,69	-87,10	-424,85	-29,40
	My	112	-19843,43	9,13	1462,75	-20,28	-3370,39	-25,35
	Mz	112	-19625,82	13,35	1294,50	-6,03	-1114,39	-36,50
MSP-KVAZI	N	112	-26858,03	-0,12	1240,65	-0,80	2611,49	2,14
	Vy	112	-23611,62	-0,12	1242,10	-0,80	1175,01	2,14
	Vz	112	-26858,03	-0,12	1240,65	-0,80	2611,49	2,14
	Mx	112	-23611,62	-0,12	1242,10	-0,80	1175,01	2,14
	My	112	-19393,22	-0,10	1330,64	-0,64	-2338,12	1,75
	Mz	112	-19570,36	-0,10	1330,19	-0,64	-2128,07	1,75

Uvedení do provozu



Vybrané vnitřní síly pro posudek z maxim								
	EXTRÉM	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	112	-19880,81	-0,11	1854,36	-0,12	-10605,80	2,22
	Vy	112	-22002,70	114,73	1976,47	-113,19	-11128,75	-326,91
	Vz	112	-22985,26	31,02	2330,03	-66,45	-13767,47	-87,49
	Mx	112	-22182,95	-61,55	1989,58	303,30	-10189,23	191,18
	My	112	-31303,85	-0,11	1787,69	-0,12	-4359,24	2,22
	Mz	112	-22187,97	-114,91	1941,80	130,92	-10016,42	331,70
MSP-CHAR	N	112	-16391,08	-0,10	1347,29	-0,64	-3643,30	1,71
	Vy	112	-17815,00	76,47	1429,98	-77,38	-4008,49	-218,18
	Vz	112	-18565,76	22,96	1697,73	-49,77	-6007,89	-64,74
	Mx	112	-17982,36	-43,37	1444,24	223,22	-3265,46	135,43
	My	112	-27754,29	-0,12	1256,12	-0,80	2784,44	2,10
	Mz	112	-21696,85	-76,66	1361,92	89,25	-1022,35	222,25
MSP-CAST	N	112	-16800,77	-0,10	1346,50	-0,64	-3503,79	1,71
	Vy	112	-17469,04	13,35	1357,84	-6,04	-3390,79	-35,80
	Vz	112	-17385,16	9,13	1480,40	-20,29	-4491,19	-24,87
	Mx	112	-17671,13	-9,34	1363,24	85,67	-2668,79	32,69
	My	112	-25131,25	-0,12	1257,30	-0,80	1626,67	2,10
	Mz	112	-21159,78	-13,56	1246,25	4,59	-2,38	39,62
MSP-KVAZI	N	112	-16903,19	-0,10	1346,30	-0,64	-3468,91	1,71
	Vy	112	-17415,30	-0,10	1345,32	-0,64	-3294,52	1,71
	Vz	112	-16903,19	-0,10	1346,30	-0,64	-3468,91	1,71
	Mx	112	-17415,30	-0,10	1345,32	-0,64	-3294,52	1,71
	My	112	-24443,14	-0,12	1257,46	-0,80	1329,22	2,10
	Mz	112	-21164,34	-0,12	1258,94	-0,80	-117,99	2,10
Vybrané vnitřní síly pro posudek z minim								
	EXT	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	112	-31920,45	-13,94	1971,03	29,36	-5767,93	42,09
	Vy	112	-21695,12	-114,95	1732,58	112,95	-8226,87	331,35
	Vz	112	-21384,67	-100,94	1696,78	40,37	-7845,77	283,60
	Mx	112	-22219,74	61,34	2102,38	-303,54	-11993,46	-186,74
	My	112	-22515,94	31,02	2295,90	-66,45	-13938,64	-87,49
	Mz	112	-21637,90	114,69	1809,37	-131,15	-9774,60	-327,26
MSP-CHAR	N	112	-28203,76	-9,34	1389,88	18,85	1756,32	28,69
	Vy	112	-21363,54	-76,69	1220,88	75,94	186,81	222,00
	Vz	112	-21141,51	-67,34	1195,52	26,19	460,09	189,69
	Mx	112	-21748,41	43,16	1492,33	-224,66	-2658,82	-131,61
	My	112	-18252,89	22,96	1674,51	-49,77	-6122,29	-64,74
	Mz	112	-17576,54	76,45	1320,14	-90,69	-3121,84	-218,44
MSP-CAST	N	112	-25131,25	-0,12	1257,30	-0,80	1626,67	2,10
	Vy	112	-21159,78	-13,56	1246,25	4,59	-2,38	39,62
	Vz	112	-21159,78	-13,56	1246,25	4,59	-2,38	39,62
	Mx	112	-21359,81	9,12	1373,88	-87,11	-1748,53	-28,87
	My	112	-17687,41	9,13	1477,87	-20,29	-4539,99	-24,87
	Mz	112	-17469,04	13,35	1357,84	-6,04	-3390,79	-35,80
MSP-KVAZI	N	112	-24443,14	-0,12	1257,46	-0,80	1329,22	2,10
	Vy	112	-21164,34	-0,12	1258,94	-0,80	-117,99	2,10
	Vz	112	-24443,14	-0,12	1257,46	-0,80	1329,22	2,10
	Mx	112	-21164,34	-0,12	1258,94	-0,80	-117,99	2,10
	My	112	-17237,74	-0,10	1345,77	-0,64	-3508,53	1,71
	Mz	112	-17415,30	-0,10	1345,32	-0,64	-3294,52	1,71

Konec životnosti

3.2.2.2 Průřez v poli (Řez C-C')

		Vybrané vnitřní síly pro posudek z maxim						
	EXTRÉM	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	90	-21279,92	0,00	37,11	-0,89	2619,19	0,40
	Vy	90	-23045,78	0,25	29,28	-50,10	2564,08	618,49
	Vz	90	-22301,92	-0,08	135,66	3,61	3192,51	-315,93
	Mx	90	-22981,14	-0,06	113,87	82,83	2725,69	-301,48
	My	90	-23758,42	-0,08	-19,29	3,61	3782,09	-315,93
	Mz	90	-23107,32	0,18	-14,97	-3,47	2680,26	1162,63
MSP-CHAR	N	90	-19114,37	0,00	30,35	-0,80	1599,80	0,37
	Vy	90	-24474,54	0,18	64,54	-35,17	1169,49	435,56
	Vz	90	-24015,95	-0,06	104,19	2,35	1650,14	-233,88
	Mx	90	-20261,42	-0,04	87,44	61,20	1716,14	-200,60
	My	90	-20811,64	-0,06	-15,84	2,53	2459,97	-233,95
	Mz	90	-24531,54	0,12	-11,84	-2,69	1268,05	775,39
MSP-CAST	N	90	-19532,39	0,00	29,55	-0,80	1485,55	0,37
	Vy	90	-24411,28	0,06	44,64	-14,59	1044,62	92,95
	Vz	90	-23945,31	-0,02	60,99	0,36	1290,56	-93,28
	Mx	90	-20218,52	-0,06	44,90	13,72	1424,45	-92,17
	My	90	-20509,16	-0,02	-16,28	0,53	1901,62	-93,36
	Mz	90	-24332,40	0,02	29,08	-1,08	892,82	136,35
MSP-KVAZI	N	90	-19636,90	0,00	29,36	-0,80	1456,98	0,37
	Vy	90	-20159,43	0,00	28,36	-0,80	1314,17	0,37
	Vz	90	-23827,89	0,00	30,11	-0,98	1069,96	0,44
	Mx	90	-20159,43	0,00	28,36	-0,80	1314,17	0,37
	My	90	-20330,64	0,00	-14,43	-0,80	1562,22	0,37
	Mz	90	-24350,42	0,00	29,12	-0,98	927,14	0,44

		Vybrané vnitřní síly pro posudek z minim						
	EXT	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	90	-24570,69	0,04	-16,00	-2,88	2632,00	140,99
	Vy	90	-23005,04	-0,25	85,37	48,33	2485,91	-617,69
	Vz	90	-24100,47	0,08	-116,62	-5,25	2835,99	318,15
	Mx	90	-23021,67	0,06	-51,46	-84,60	2803,94	302,28
	My	90	-22295,93	0,00	35,50	-0,89	1921,72	0,40
	Mz	90	-22969,48	-0,18	31,40	1,70	2422,51	-1161,82
MSP-CHAR	N	90	-25514,86	0,03	-12,51	-2,31	1250,57	94,17
	Vy	90	-20279,12	-0,18	66,32	35,64	1538,52	-434,83
	Vz	90	-21020,77	0,06	-87,88	-4,03	1793,56	235,73
	Mx	90	-24479,53	0,04	-39,02	-62,97	1381,40	201,41
	My	90	-23982,70	0,00	30,03	-0,98	747,79	0,44
	Mz	90	-20248,32	-0,12	26,33	0,92	1483,19	-774,58
MSP-CAST	N	90	-25038,03	0,03	-11,58	-2,31	1255,25	94,17
	Vy	90	-20218,52	-0,06	44,90	13,72	1424,45	-92,17
	Vz	90	-20770,30	0,02	-45,34	-2,09	1499,75	94,51
	Mx	90	-24409,54	0,06	-1,07	-15,49	1038,13	92,98
	My	90	-24141,76	0,00	29,66	-0,98	816,79	0,44
	Mz	90	-20141,41	-0,02	28,32	-0,70	1279,85	-135,54
MSP-KVAZI	N	90	-24828,41	0,00	-14,12	-0,98	922,89	0,44
	Vy	90	-20159,43	0,00	28,36	-0,80	1314,17	0,37
	Vz	90	-20637,43	0,00	-14,88	-0,80	1309,91	0,37
	Mx	90	-24350,42	0,00	29,12	-0,98	927,14	0,44
	My	90	-24151,60	0,00	29,59	-0,98	840,89	0,44
	Mz	90	-20159,43	0,00	28,36	-0,80	1314,17	0,37

Odskružení

Vybrané vnitřní síly pro posudek z maxim								
	EXTRÉM	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	90	-21103,49	0,00	39,93	-0,89	2657,42	0,38
	Vy	90	-22792,09	0,64	-21,72	-10,20	2288,73	259,33
	Vz	90	-22683,78	0,08	130,98	-5,40	3071,17	267,89
	Mx	90	-23176,17	-0,08	53,07	82,85	2836,23	-249,53
	My	90	-23095,36	0,08	-19,84	-5,40	3407,95	267,89
	Mz	90	-23361,20	0,16	-20,13	-3,48	2600,67	989,10
MSP-CHAR	N	90	-18835,86	0,00	32,73	-0,80	1627,08	0,34
	Vy	90	-24067,35	0,47	-17,42	-7,86	1001,08	173,03
	Vz	90	-24060,15	0,06	100,91	-4,32	1566,89	198,58
	Mx	90	-20249,37	-0,06	37,32	61,21	1786,58	-165,57
	My	90	-20266,29	0,06	-16,81	-4,14	2195,53	198,50
	Mz	90	-24462,47	0,11	-16,18	-2,70	1220,80	659,87
MSP-CAST	N	90	-19242,50	0,00	31,94	-0,80	1514,91	0,34
	Vy	90	-24116,30	0,16	-5,00	-15,04	1054,48	76,88
	Vz	90	-23764,37	0,03	60,43	-2,31	1273,14	79,68
	Mx	90	-20011,64	-0,15	-5,11	13,75	1430,81	-76,16
	My	90	-19766,64	0,03	-17,33	-2,14	1757,09	79,60
	Mz	90	-24010,41	0,02	-16,79	-1,08	991,85	115,66
MSP-KVAZI	N	90	-19344,16	0,00	31,74	-0,80	1486,86	0,34
	Vy	90	-19852,47	0,00	30,75	-0,80	1346,64	0,34
	Vz	90	-23446,64	0,00	32,40	-0,98	1106,92	0,42
	Mx	90	-19852,47	0,00	30,75	-0,80	1346,64	0,34
	My	90	-19345,62	0,00	-16,47	-0,80	1487,13	0,34
	Mz	90	-23956,41	0,00	-16,80	-0,98	966,96	0,42
Vybrané vnitřní síly pro posudek z minim								
	EXT	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	90	-32996,66	-0,03	-23,35	1,12	1204,96	-118,52
	Vy	90	-22667,01	-0,64	39,17	8,43	2146,71	-258,57
	Vz	90	-29297,50	-0,09	-114,72	3,75	1929,81	-263,90
	Mx	90	-23051,20	0,09	5,95	-84,62	2694,21	250,29
	My	90	-32416,06	0,00	32,81	-0,89	834,70	0,38
	Mz	90	-22929,33	-0,16	36,13	1,71	2131,26	-988,34
MSP-CHAR	N	90	-30902,99	-0,02	-18,31	0,36	302,27	-78,84
	Vy	90	-19881,24	-0,47	32,41	6,09	1286,29	-172,27
	Vz	90	-24359,84	-0,07	-86,77	2,64	1181,14	-195,42
	Mx	90	-24268,30	0,06	8,47	-62,98	1311,90	166,33
	My	90	-30480,04	0,00	28,64	-0,98	32,00	0,42
	Mz	90	-20071,75	-0,10	30,10	0,92	1287,75	-659,11
MSP-CAST	N	90	-27884,37	0,00	-18,41	-0,98	403,24	0,42
	Vy	90	-20011,64	-0,15	-5,11	13,75	1430,81	-76,16
	Vz	90	-23356,51	-0,03	-46,58	0,58	1037,28	-77,96
	Mx	90	-24113,03	0,16	45,87	-15,53	1050,56	76,93
	My	90	-27882,91	0,00	29,80	-0,98	402,98	0,42
	Mz	90	-19907,93	-0,02	-17,45	-0,69	1371,79	-114,90
MSP-KVAZI	N	90	-27202,82	0,00	-18,26	-0,98	503,24	0,42
	Vy	90	-19852,47	0,00	30,75	-0,80	1346,64	0,34
	Vz	90	-23100,34	0,00	-18,92	-0,80	883,18	0,34
	Mx	90	-23956,41	0,00	-16,80	-0,98	966,96	0,42
	My	90	-27201,36	0,00	29,96	-0,98	502,97	0,42
	Mz	90	-19852,47	0,00	30,75	-0,80	1346,64	0,34

Uvedení do provozu



Vybrané vnitřní síly pro posudek z maxim								
	EXTRÉM	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	90	-18702,00	0,00	39,62	-0,89	2850,16	0,35
	Vy	90	-20399,66	0,64	35,82	-10,37	2472,82	260,94
	Vz	90	-20285,54	0,08	130,98	-5,42	3263,08	269,57
	Mx	90	-20783,02	-0,08	110,63	82,86	3021,44	-251,30
	My	90	-20696,68	0,08	-21,79	-5,42	3601,62	269,57
	Mz	90	-20966,44	0,16	34,55	-3,49	2786,32	995,23
MSP-CHAR	N	90	-16594,03	0,00	32,47	-0,80	1805,05	0,31
	Vy	90	-21521,45	0,47	30,20	-7,99	1198,58	174,09
	Vz	90	-21510,56	0,06	100,54	-4,33	1769,87	199,82
	Mx	90	-18012,77	-0,06	85,29	61,22	1959,55	-166,76
	My	90	-18026,21	0,06	-18,44	-4,15	2374,44	199,74
	Mz	90	-21914,96	0,11	29,32	-2,70	1419,39	663,95
MSP-CAST	N	90	-17003,72	0,00	31,69	-0,80	1690,59	0,31
	Vy	90	-21570,44	0,16	42,67	-15,10	1252,08	77,39
	Vz	90	-21216,18	0,03	59,94	-2,32	1474,28	80,16
	Mx	90	-17775,68	-0,15	42,89	13,80	1603,17	-76,73
	My	90	-17528,11	0,03	-18,95	-2,14	1933,47	80,08
	Mz	90	-21464,65	0,02	30,83	-1,08	1189,33	116,36
MSP-KVAZI	N	90	-17106,14	0,00	31,49	-0,80	1661,98	0,31
	Vy	90	-17618,26	0,00	30,50	-0,80	1518,90	0,31
	Vz	90	-20898,80	0,00	31,80	-0,98	1307,39	0,39
	Mx	90	-17618,26	0,00	30,50	-0,80	1518,90	0,31
	My	90	-17107,62	0,00	-18,09	-0,80	1662,25	0,31
	Mz	90	-21410,91	0,00	30,82	-0,98	1164,32	0,39
Vybrané vnitřní síly pro posudek z minim								
	EXT	ELEMENT	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
MSÚ	N	90	-30703,14	-0,03	-25,34	1,13	1358,55	-119,31
	Vy	90	-20278,43	-0,64	-20,07	8,60	2330,61	-260,24
	Vz	90	-26964,54	-0,09	-117,00	3,76	2097,19	-265,68
	Mx	90	-20661,90	0,09	-53,27	-84,63	2879,23	252,00
	My	90	-30123,26	0,00	32,44	-0,89	986,56	0,35
	Mz	90	-20540,02	-0,16	-20,79	1,72	2314,71	-994,54
MSP-CHAR	N	90	-28423,29	-0,02	-20,31	0,37	479,60	-79,38
	Vy	90	-17648,31	-0,47	-17,04	6,21	1458,41	-173,39
	Vz	90	-22163,62	-0,07	-88,63	2,65	1342,38	-196,75
	Mx	90	-21725,03	0,06	-41,32	-62,99	1510,21	167,47
	My	90	-28000,86	0,00	28,00	-0,98	208,07	0,39
	Mz	90	-17838,36	-0,10	-17,60	0,93	1459,62	-663,24
MSP-CAST	N	90	-25379,30	0,00	-20,40	-0,98	587,90	0,39
	Vy	90	-17775,68	-0,15	42,89	13,80	1603,17	-76,73
	Vz	90	-21154,34	-0,03	-48,31	0,58	1199,54	-78,51
	Mx	90	-21570,18	0,16	-4,24	-15,57	1248,83	77,43
	My	90	-25377,82	0,00	29,18	-0,98	587,62	0,39
	Mz	90	-17671,99	-0,02	30,52	-0,69	1543,91	-115,66
MSP-KVAZI	N	90	-24691,19	0,00	-20,24	-0,98	690,16	0,39
	Vy	90	-17618,26	0,00	30,50	-0,80	1518,90	0,31
	Vz	90	-20898,54	0,00	-20,55	-0,80	1044,74	0,31
	Mx	90	-21410,91	0,00	30,82	-0,98	1164,32	0,39
	My	90	-24689,71	0,00	29,34	-0,98	689,88	0,39
	Mz	90	-17618,26	0,00	30,50	-0,80	1518,90	0,31

Konec životnosti

3.2.3 Napětí v kabelech

V globálním modelu byla spočtena napětí od jednotlivých ztrát předpětí. Tato napětí jsou v tabulkách níže odečtena od napínacího napětí a jsou tak získány hodnoty napětí v jednotlivých časech. Tyto hodnoty jsou následně použity pro posouzení. Hodnoty napětí, převzaté z globálního modelu, jsou znázorněny červeným textem. V každé tabulce je uvedeno, v jaké výpočetní fázi jsou napětí uvažována a pod tabulkami o jaký průřez se jedná.

Napětí v kabelech								
		t = OS		$\sigma_{p,a} = 1420 \text{ MPa}$				
KABEL	t	$\sigma_{p,a}$ [MPa]	$\sigma_{p,a,skut}$ [MPa]	$\sigma_{p,im,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,el,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,C\&S,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,R,loss}$ [MPa]	σ_p [MPa]
T1-J	OS	1420,00	1325,32	-94,68	-10,98	-18,03	-12,18	1284,13
T2-J	OS	1420,00	1332,25	-87,75	-27,73	-18,77	-12,72	1273,03
T3-J	OS	1420,00	1325,32	-94,68	-18,31	-18,49	-12,19	1276,33
T4-J	OS	1420,00	1335,81	-84,19	-3,21	-15,49	-12,94	1304,17
T5-J	OS	1420,00	1335,76	-84,24	-10,01	-16,08	-12,95	1296,72
T6-J	OS	1420,00	1335,81	-84,19	1,47	-14,80	-12,92	1309,56

Napětí v kabelech								
		t = UP		$\sigma_{p,a} = 1420 \text{ MPa}$				
KABEL	t	$\sigma_{p,a}$ [MPa]	$\sigma_{p,a,skut}$ [MPa]	$\sigma_{p,im,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,el,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,C\&S,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,R,loss}$ [MPa]	σ_p [MPa]
T1-J	UP	1420,00	1325,32	-94,68	-9,42	-33,66	-17,97	1264,27
T2-J	UP	1420,00	1332,25	-87,75	-26,17	-34,60	-18,64	1252,84
T3-J	UP	1420,00	1325,32	-94,68	-16,76	-34,32	-17,98	1256,26
T4-J	UP	1420,00	1335,81	-84,19	-2,51	-32,02	-18,98	1282,30
T5-J	UP	1420,00	1335,76	-84,24	-9,30	-32,62	-18,98	1274,86
T6-J	UP	1420,00	1335,81	-84,19	2,17	-31,33	-18,97	1287,68

Napětí v kabelech								
		t = KZ		$\sigma_{p,a} = 1420 \text{ MPa}$				
KABEL	t	$\sigma_{p,a}$ [MPa]	$\sigma_{p,a,skut}$ [MPa]	$\sigma_{p,im,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,el,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,C\&S,loss}$ [MPa]	$\sigma_{p,R,loss}$ [MPa]	σ_p [MPa]
T1-J	KZ	1420,00	1325,32	-94,68	-4,62	-85,19	-61,73	1173,78
T2-J	KZ	1420,00	1332,25	-87,75	-21,36	-85,94	-62,99	1161,96
T3-J	KZ	1420,00	1325,32	-94,68	-11,95	-85,66	-61,73	1165,98
T4-J	KZ	1420,00	1335,81	-84,19	1,14	-83,69	-63,65	1189,61
T5-J	KZ	1420,00	1335,76	-84,24	-5,65	-84,28	-63,64	1182,19
T6-J	KZ	1420,00	1335,81	-84,19	5,82	-83,00	-63,65	1194,98

Napětí v kabelech v řezu A-A'

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Napětí v kabelech								
		t = OS		$\sigma_{p,a} = 1420 \text{ MPa}$				
KABEL	t	$\sigma_{p,a} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,a,skut} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,im,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,el,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,C\&S,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,R,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_p [\text{MPa}]$
T1-J	OS	1420,00	1368,29	-51,71	-26,27	-25,52	-15,72	1300,78
T2-J	OS	1420,00	1371,97	-48,03	-47,97	-26,59	-16,10	1281,31
T3-J	OS	1420,00	1368,29	-51,71	-37,00	-26,20	-15,74	1289,35
T4-J	OS	1420,00	1370,30	-49,70	5,63	-20,87	-15,88	1339,18
T5-J	OS	1420,00	1373,98	-46,02	-4,59	-21,93	-16,24	1331,22
T6-J	OS	1420,00	1370,30	-49,70	15,68	-19,69	-15,86	1350,43

Napětí v kabelech								
		t = UP		$\sigma_{p,a} = 1420 \text{ MPa}$				
KABEL	t	$\sigma_{p,a} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,a,skut} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,im,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,el,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,C\&S,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,R,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_p [\text{MPa}]$
T1-J	UP	1420,00	1368,29	-51,71	-24,99	-49,28	-22,48	1271,54
T2-J	UP	1420,00	1371,97	-48,03	-46,69	-50,35	-22,92	1252,01
T3-J	UP	1420,00	1368,29	-51,71	-35,72	-49,96	-22,49	1260,12
T4-J	UP	1420,00	1370,30	-49,70	7,34	-41,61	-22,71	1313,32
T5-J	UP	1420,00	1373,98	-46,02	-2,88	-42,67	-23,15	1305,28
T6-J	UP	1420,00	1370,30	-49,70	17,38	-40,43	-22,71	1324,54

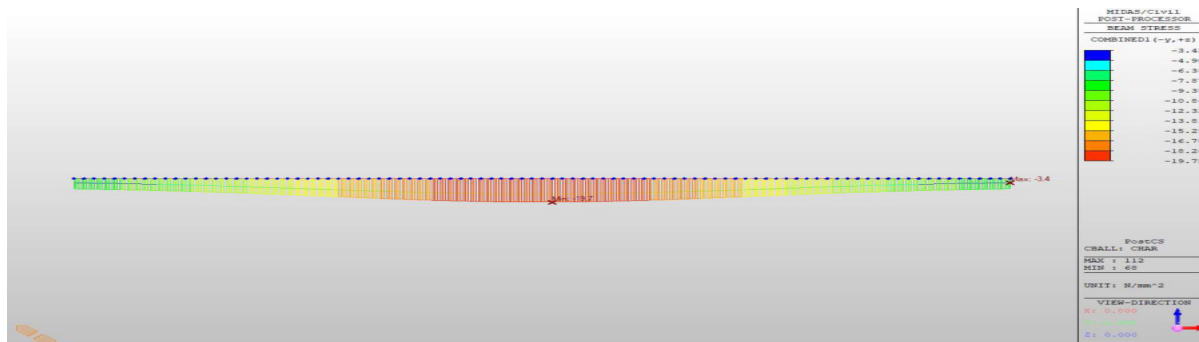
Napětí v kabelech								
		t = KZ		$\sigma_{p,a} = 1420 \text{ MPa}$				
KABEL	t	$\sigma_{p,a} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,a,skut} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,im,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,el,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,C\&S,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_{p,R,loss} [\text{MPa}]$	$\sigma_p [\text{MPa}]$
T1-J	KZ	1420,00	1368,29	-51,71	-17,79	-109,78	-69,83	1170,89
T2-J	KZ	1420,00	1371,97	-48,03	-39,49	-110,85	-70,68	1150,95
T3-J	KZ	1420,00	1368,29	-51,71	-28,53	-110,46	-69,93	1159,37
T4-J	KZ	1420,00	1370,30	-49,70	16,29	-95,40	-70,34	1220,85
T5-J	KZ	1420,00	1373,98	-46,02	6,06	-96,46	-71,09	1212,49
T6-J	KZ	1420,00	1370,30	-49,70	26,33	-94,22	-70,34	1232,07

Napětí v kabelech v řezu C-C'

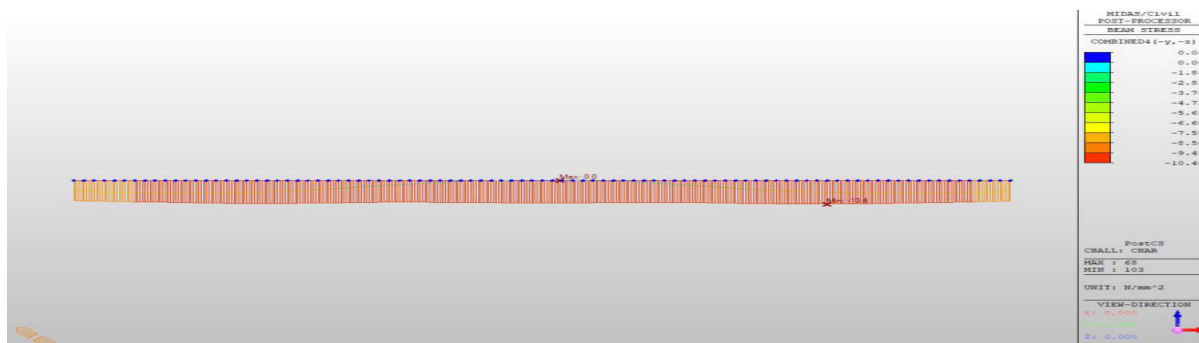
3.2.4 Napětí v betonu

Jsou zobrazena normálová napětí od superpozice účinků normálových sil a ohybových momentů.

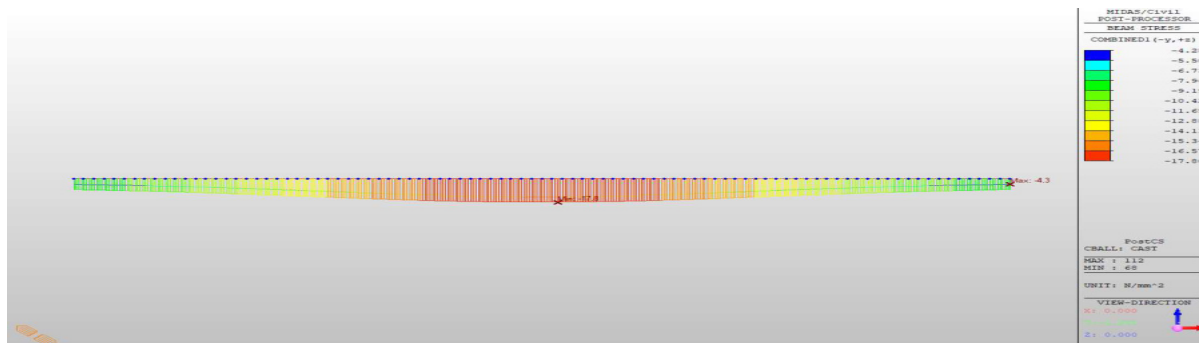
3.2.4.1 Odkružení



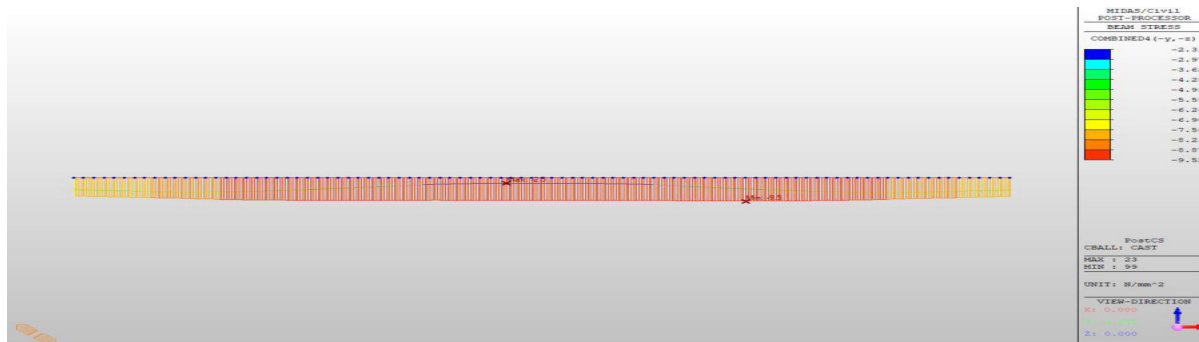
Napětí od charakteristické kombinace zatížení v horních vláknech průřezu



Napětí od charakteristické kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu



Napětí od časté kombinace zatížení v horních vláknech průřezu



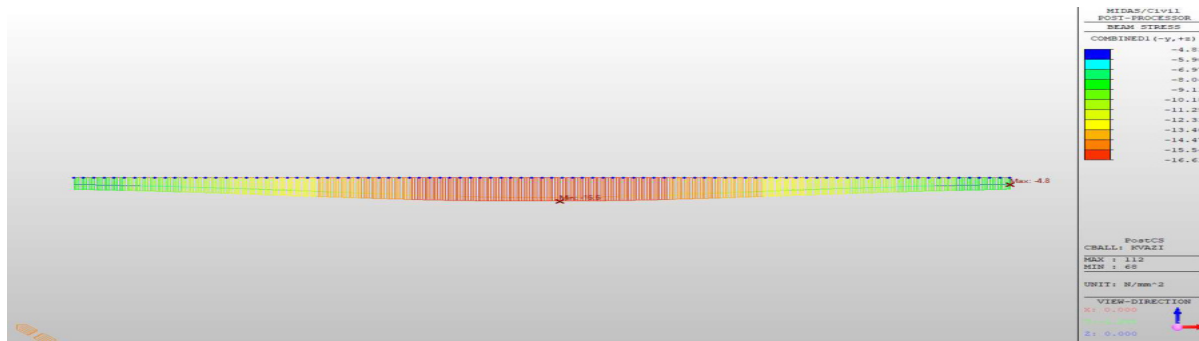
Napětí od časté kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu

D6 Petrohrad - Lubenec

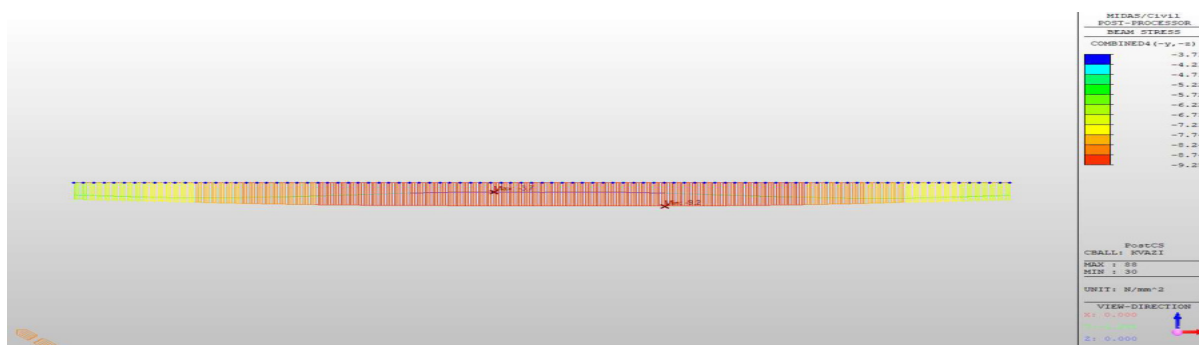
Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

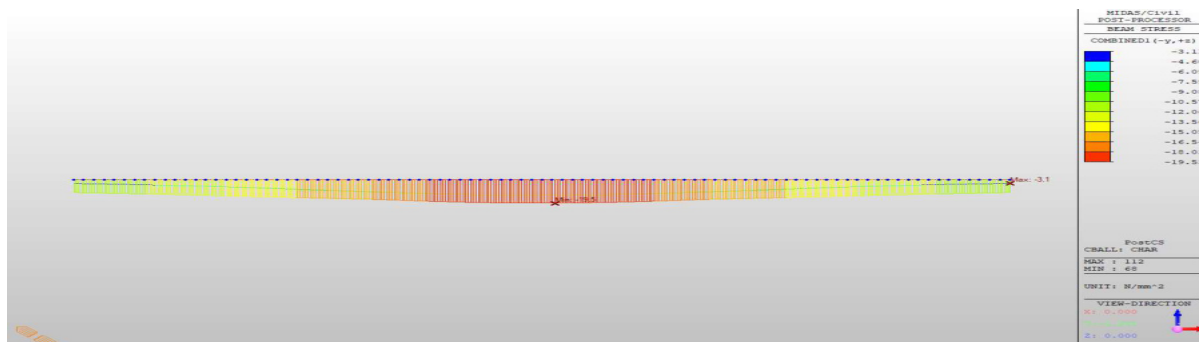


Napětí od kvazistálé kombinace zatížení v horních vláknech průřezu

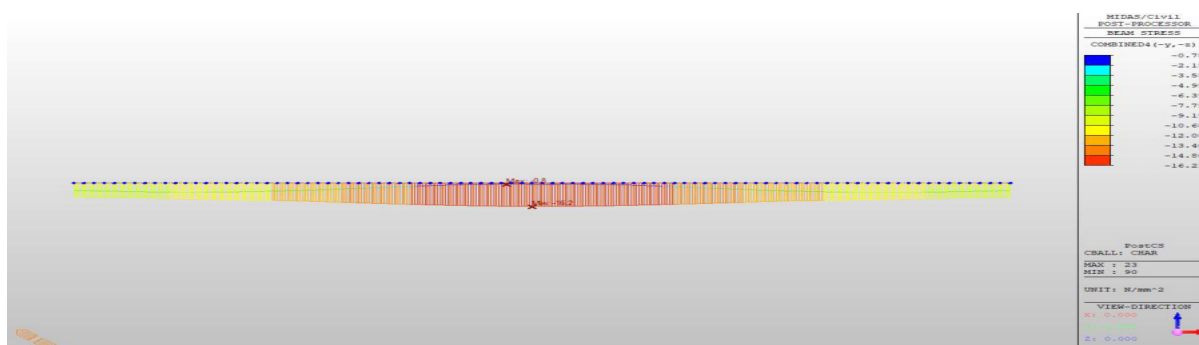


Napětí od kvazistálé kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu

3.2.4.2 Uvedení do provozu



Napětí od charakteristické kombinace zatížení v horních vláknech průřezu



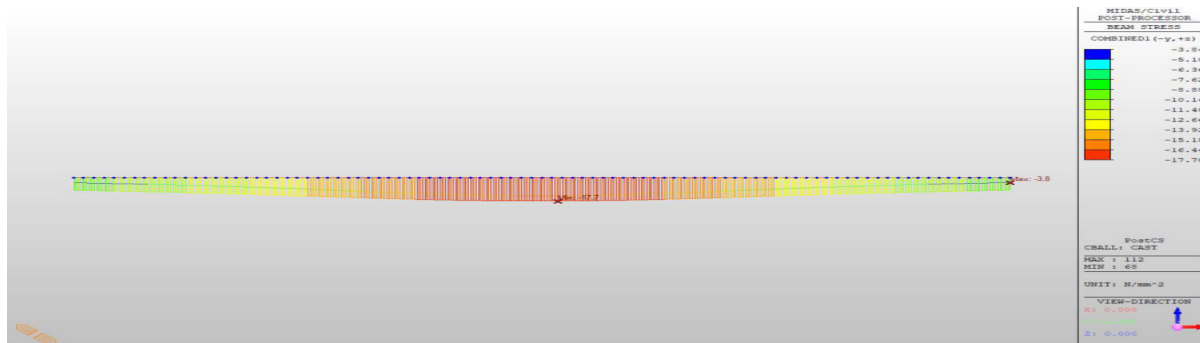
Napětí od charakteristické kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu

D6 Petrohrad - Lubenec

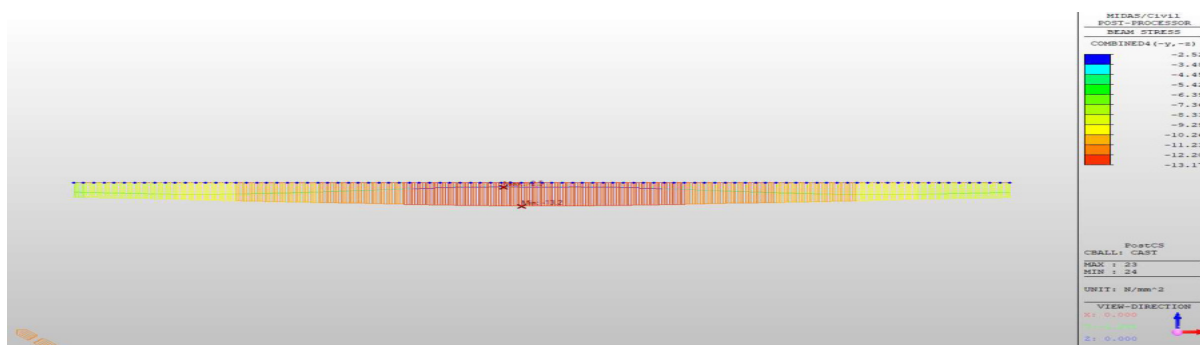
Lávka přes D6 v km 64,780



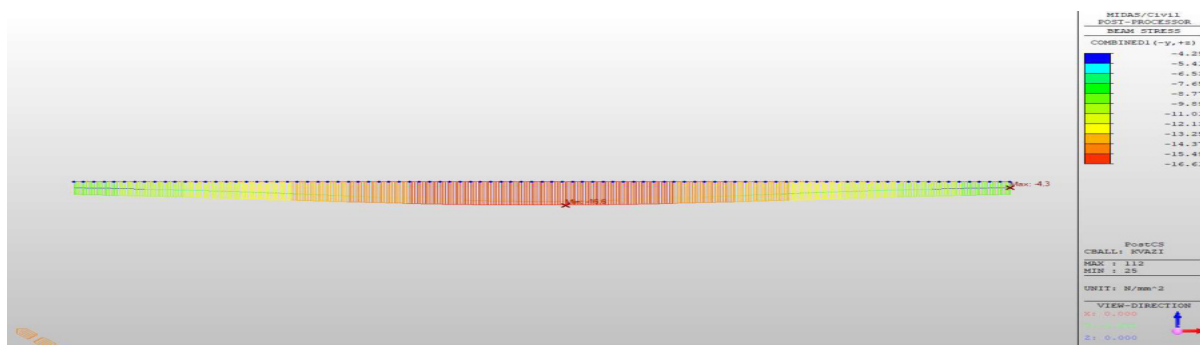
FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



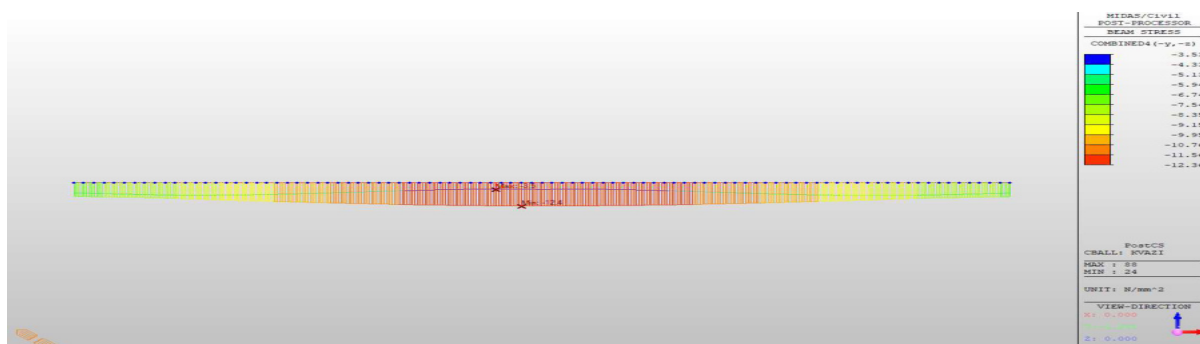
Napětí od časté kombinace zatížení v horních vláknech průřezu



Napětí od časté kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu



Napětí od kvazistálé kombinace zatížení v horních vláknech průřezu



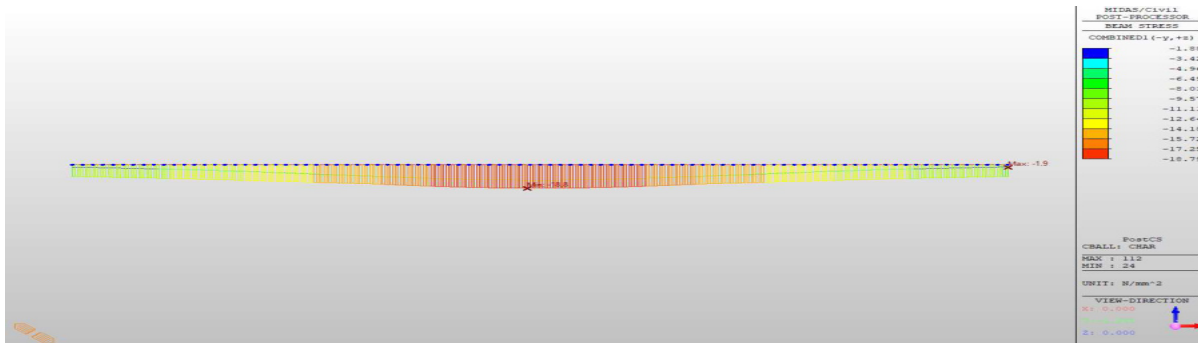
Napětí od kvazistálé kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu

D6 Petrohrad - Lubenec

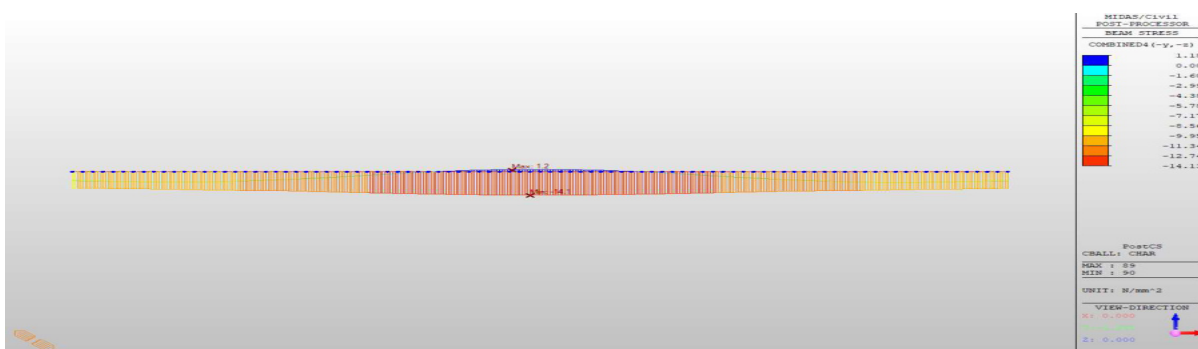
Lávka přes D6 v km 64,780



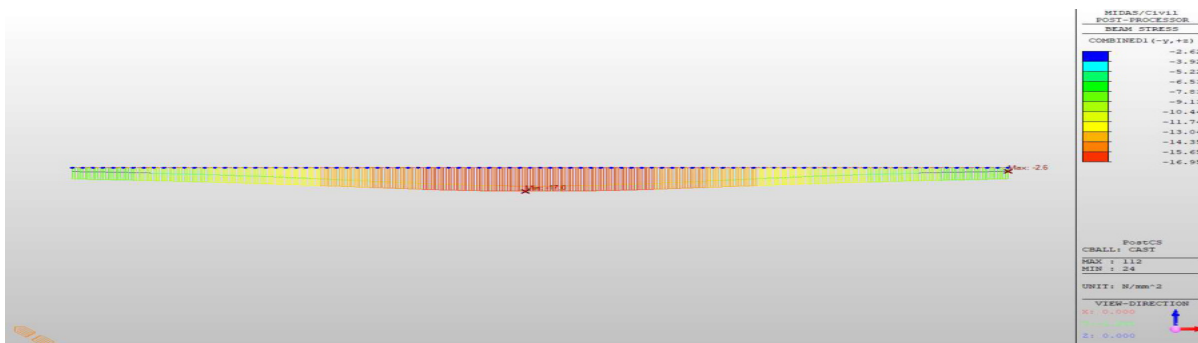
3.2.4.3 Konec životnosti



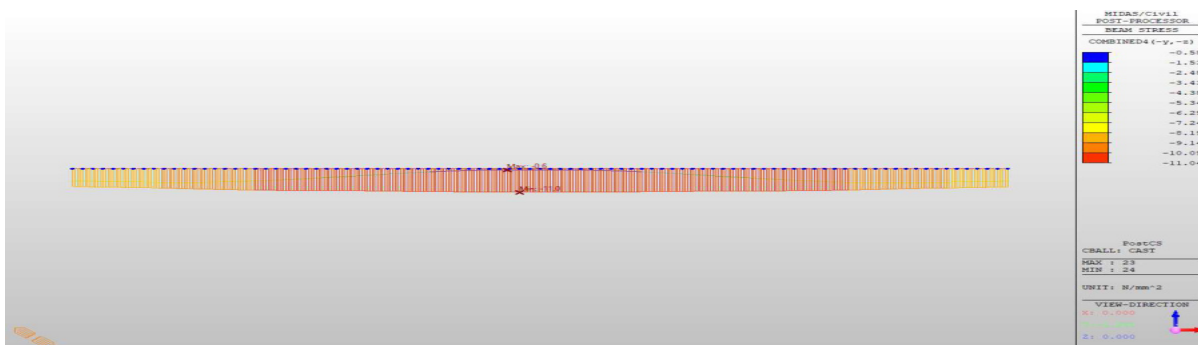
Napětí od charakteristické kombinace zatížení v horních vlákných průřezu



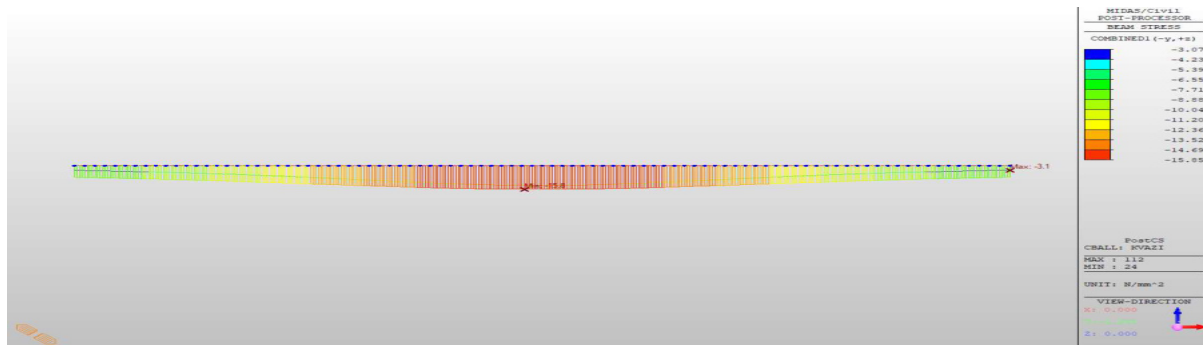
Napětí od charakteristické kombinace zatížení v dolních vlákných průřezu



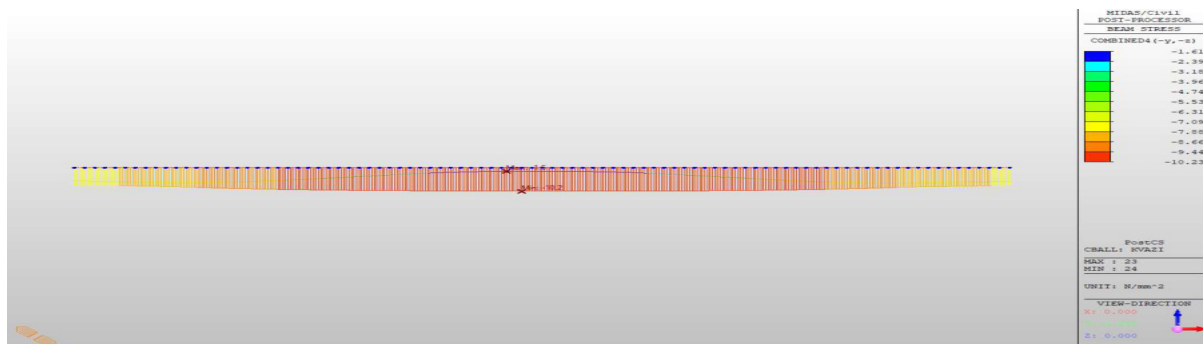
Napětí od časté kombinace zatížení v horních vlákných průřezu



Napětí od časté kombinace zatížení v dolních vlákných průřezu



Napětí od kvazistálé kombinace zatížení v horních vláknech průřezu



Napětí od kvazistálé kombinace zatížení v dolních vláknech průřezu

3.3 Posouzení nosné konstrukce

Posouzení v podélném směru bylo provedeno v programu IDEA StatiCa – modul RCS. Nosná konstrukce byla posouzena v rozhodujících průřezích. Protože jsou primární i sekundární účinky od předpětí již zahrnuty v kombinacích vnitřních sil, budou primární účinky, od kabelů zadaných v průřezích, nulovány sekundárními účinky. Zadávaná napětí v kabelech mají význam výchozího stavu napjatosti, ke kterému je přičten přírůstek/úbytek napětí od proměnného a dalšího zatížení. Podrobné posudky jsou prezentovány pro rozhodující extrém.

Vybrané rozhodující průřezy byly dodatečně posouzeny ručně v programu Microsoft Excel na vznik křehkého lomu.

Konstrukce není v podrobnosti tohoto statického výpočtu posuzována na dynamické účinky proměnných zatížení ani na únavu. V navazujících stupních projektové dokumentace musí být tyto stavy podrobně prověřeny!!

V navazujícím statickém výpočtu musí být také podrobněji vyšetřen rámový roh na opěrách a také musí být podrobně prověřena hlavní napětí!!

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



3.3.1 Podélný směr (řezy)

3.3.1.1 Řez A-A'

Stručné shrnutí využití řezu od jednotlivých sad vnitřních sil

Název extrému	Čas [d]	Hodnota [%]	Status posudku
KZ_N_max	36631,00	85,99	✓
KZ_Vy_max	36631,00	85,87	✓
KZ_Vz_max	36631,00	85,83	✓
KZ_Mx_max	36631,00	85,82	✓
KZ_My_max	36631,00	84,74	✓
KZ_Mz_max	36631,00	85,40	✓
KZ_N-N_min	36631,00	84,72	✓
KZ_Vy_min	36631,00	85,40	✓
KZ_Vz_min	36631,00	85,42	✓
KZ_Mx_min	36631,00	85,45	✓
KZ_My_min	36631,00	85,87	✓
KZ_Mz_min	36631,00	85,87	✓
UP_N_max	131,00	92,65	✓
UP_Vy_max	131,00	92,51	✓
UP_Vz_max	131,00	92,50	✓
UP_Mx_max	131,00	92,48	✓
UP_My_max	131,00	91,34	✓
UP_Mz_max	131,00	92,05	✓
UP_N_min	131,00	91,32	✓
UP_Vy_min	131,00	92,05	✓
UP_Vz_min	131,00	92,04	✓
UP_Mx_min	131,00	92,07	✓
UP_My_min	131,00	92,53	✓
UP_Mz_min	131,00	92,51	✓
OS_N_max	31,00	94,25	✓
OS_Vy_max	31,00	94,13	✓
OS_Vz_max	31,00	94,14	✓
OS_Mx_max	31,00	94,11	✓
OS_My_max	31,00	93,57	✓
OS_Mz_max	31,00	93,63	✓
OS_N_min	31,00	93,52	✓
OS_Vy_min	31,00	93,62	✓
OS_Vz_min	31,00	93,62	✓
OS_Mx_min	31,00	93,66	✓
OS_My_min	31,00	94,17	✓
OS_Mz_min	31,00	94,13	✓

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Počáteční stav průřezu

Počáteční účinky na beton

Čas [d]	Část	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
31,00	1	-21829,40	-0,11	1217,45	-0,72	442,40	1,97
131,00	1	-21590,83	-0,11	1291,50	-0,72	-599,86	1,94
36631,00	1	-19289,82	-0,11	1302,13	-0,72	-1706,26	1,91

Předpětí - napětí po dlouhodobých ztrátách

Kabel	σ _{31,00} [MPa]	σ _{131,00} [MPa]	σ _{36631,00} [MPa]
1	1284,13	1264,27	1173,78
2	1273,03	1252,84	1161,96
3	1276,33	1256,26	1165,98
4	1304,17	1282,30	1189,61
5	1296,72	1274,86	1182,19
6	1309,56	1287,68	1194,98

Účinky předpětí - vnitřní síly

Typ zatížení	Čas [d]	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Primární účinky předpětí	31,00	-22068,50	0,00	-194,49	0,12	7028,75	-2,07
Sekundární účinky předpětí	31,00	22068,50	0,00	194,49	-0,12	-7028,75	2,07
Primární účinky předpětí	131,00	-21710,19	0,00	-191,44	0,12	6916,80	-2,26
Sekundární účinky předpětí	131,00	21710,19	0,00	191,44	-0,12	-6916,80	2,26
Primární účinky předpětí	36631,00	-20143,64	0,00	-177,66	0,12	6418,35	-2,09
Sekundární účinky předpětí	36631,00	20143,64	0,00	177,66	-0,12	-6418,35	2,09

Souhrn provedených posudků

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-18714,40	-1611,26	13,92			94,25	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	-302,98	-15738,86	22,58			35,64	OK
Smyk	-22371,48			1756,70	4,71	47,92	OK
Kroucení					4,71	0,22	OK
Interakce	-22371,48	-8710,11	20,51	1756,70	4,71	87,78	OK
Omezení napětí	-18714,40	-1611,26	13,92			94,25	OK
Šířka trhliny	-19148,84	-1431,11	1,77			0,00	OK
Křehký lom	-19148,84	-1431,11	1,77			0,00	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,00 %

Upozornění

Upozornění	
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota účinné výšky průřezu (z nastavení normy)
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota ramene vnitřních sil (z nastavení normy)
📌	Vzhledem ke kruhovému tvaru třminků se smyková odolnost průřezu snížila o faktor χ _i .
⚠	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2
📌	Pro častou,inf kombinaci trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí podle čl. 7.1 (2)
📌	Tahové napětí v extrémně taženém vlákne průřezu od časté kombinace zatížení nedosahuje mezní hodnoty f _{ctm} , viz 6.1 (109)

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Posouzení MSÚ

Posudek únosnosti – interakční diagram

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

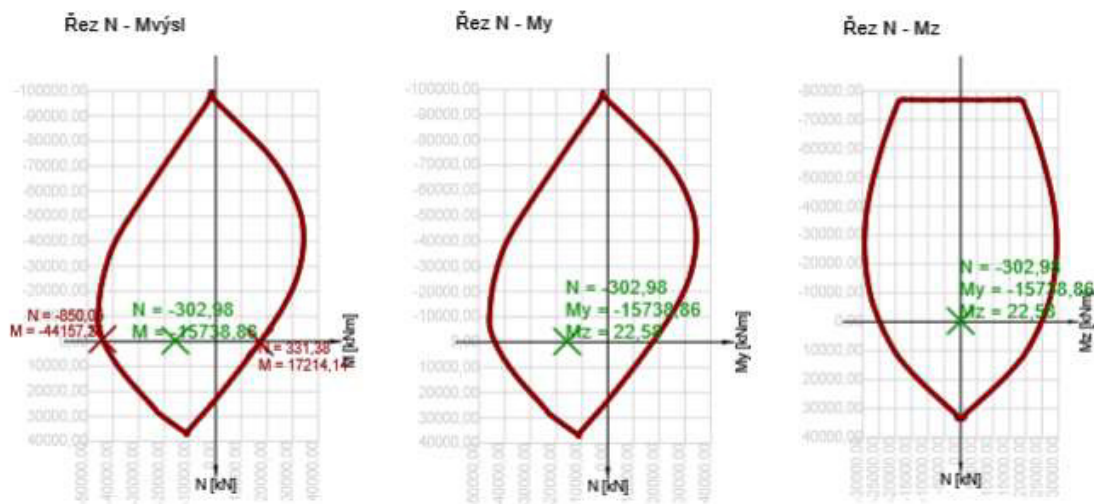
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-302,98	-15738,86	22,58	Nu-Mu-Mu	35,64	100,00	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-302,98	-850,05	331,38
M_y [kNm]	-15738,86	-44157,20	17214,13
M_z [kNm]	22,58	63,35	-24,70

Upozornění

Žádná upozornění



D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek smyku

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
1756,70	-22371,48	3665,76	bez redukce	6.2.3(3)	47,92	100,00	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
1756,70	2706,03	20893,31	15387,69	3665,76	3665,76

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

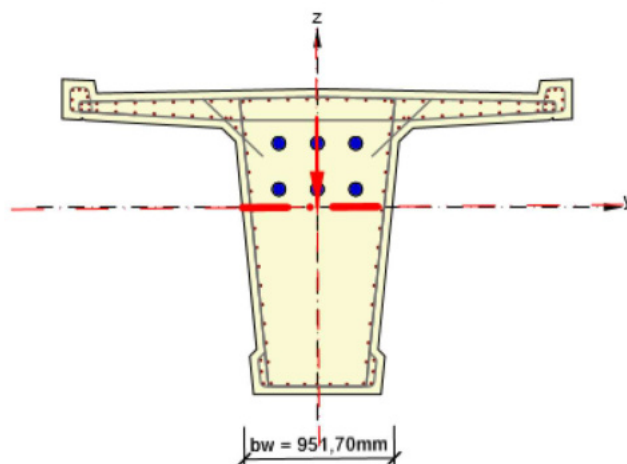
n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sI} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]	χ [-]
4	5334,59	0,00	951,70	2245,64	2021,08	45,00	90,00	1,21	0,85
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]	
0,12	1,30	0,15	0,00	6,00	163,13	0,37	0,48	0,60	

Upozornění

Upozornění	
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota účinné výšky průřezu (z nastavení normy)
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota ramene vnitřních sil (z nastavení normy)
ℹ	Vzhledem ke kruhovému tvaru třmíneků se smyková odolnost průřezu snížila o faktor χ .
⚠	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

Parametry pro posouzení smyku

Průřez účinný pro posouzení smyku



Parametry použité při posudku:

$b_w = 951,70$ mm

$z = 2021,08$ mm

$d = 2245,64$ mm

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek kroucení

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
4,71	2168,03	0,22	100,00	OK

Návrhové hodnoty kroučicího momentu a únosnosti v kroucení

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	$T_{Rd,sl}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
4,71	2153,38	9848,27	3465,32	2168,03	2168,03

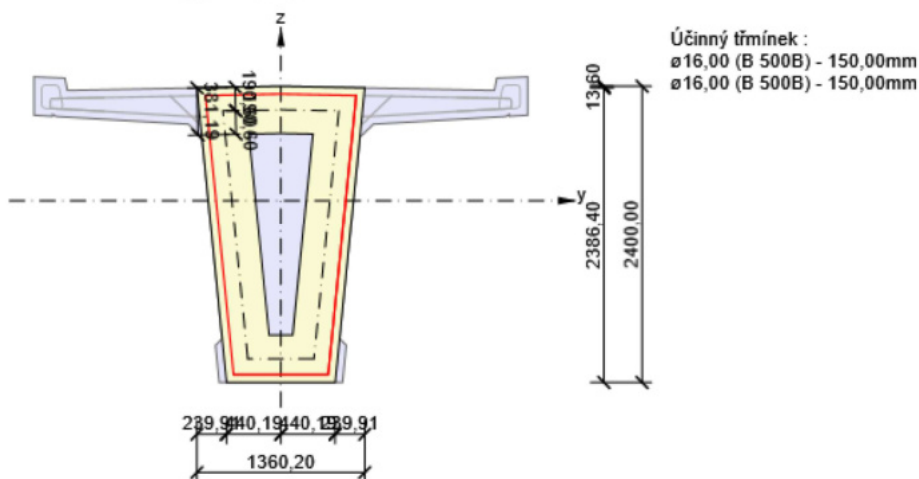
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení kroucení

A_k [mm ²]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	A_{sp} [mm ²]	θ [°]
1486527,83	5514,39	381,19	2680,83	9248,85	17100,00	45,00

Upozornění

Žádná upozornění

Náhradní tenkostěnný průřez pro posouzení kroucení



D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota V+T [%]	Hodnota V+T+M [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-22371,48	-8710,11	20,51	1756,70	4,71	37,52	87,78	87,78	100,00	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
2706,03	2153,38	20893,31	9848,27	65,14	8,46	8,46	100,00	OK

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
21949,19	1756,70	8,73	2,74	0,08	6	87,78	100,00	OK

Podrobné posouzení výztuže

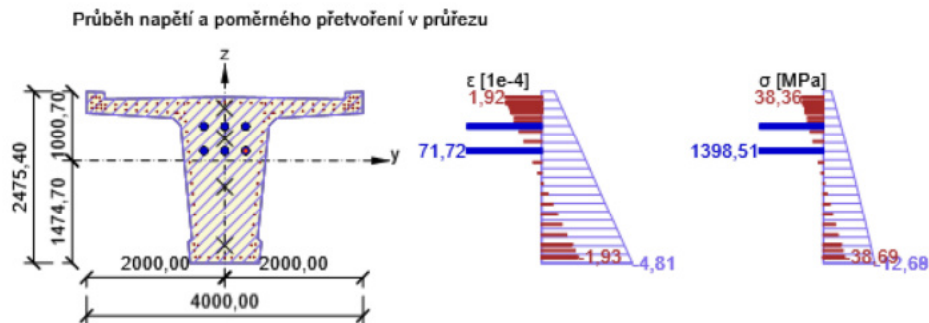
Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
141	422,90	-1389,50	2,74	-1,93	-450,00	54,73	-38,69	-465,93	8,30	OK

Podrobné posouzení předpínací výztuže

Kabel	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
6	301,65	140,30	2,74	71,72	315,00	53,36	1398,51	1593,21	87,78	OK

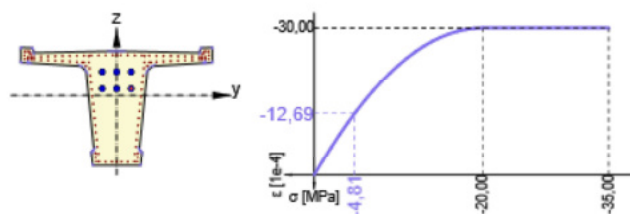
Upozornění

Žádná upozornění



Namáhání extrémně tlačeneho vlákna betonu na pracovním diagramu

C50/60, Vlákno 14 (500,00mm; -1474,70mm) : -12,69 MPa/-4,81 1e-4

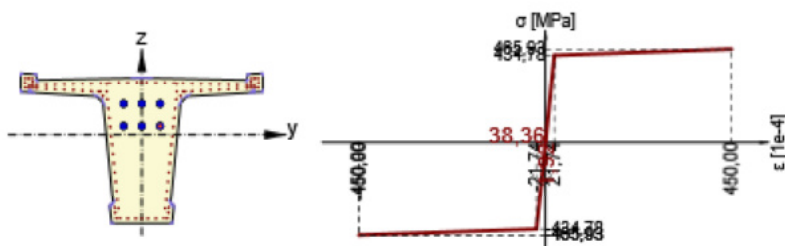


D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Namáhání extrémně tažené výztužné vložky na pracovním diagramu

B 500B, Vložka 89(-1866,50mm; 920,30mm) : 38,36 MPa/1,92 1e-4



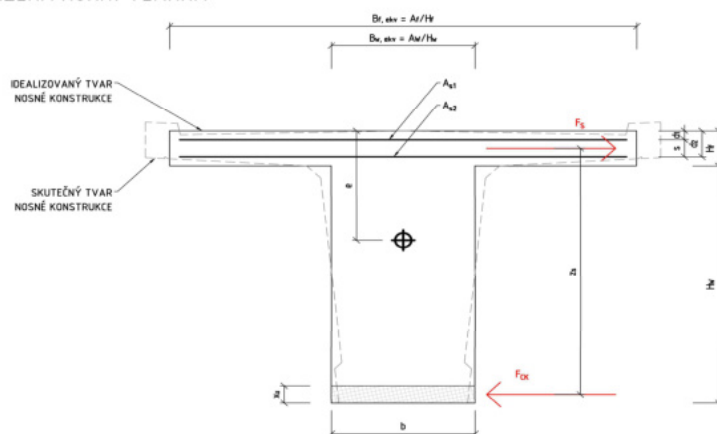
Posudek křehkého lomu (dle ČSN EN 1992-2, rce. 6.101a)

Uvažuje se idealizovaný průřez bez otvorů po kanálcích předpínací výztuže.

Průřezové charakteristiky:

$z_T = 966$	mm
$e = 966$	mm
$B_{f,ekv} = 3625$	mm
$B_{w,ekv} = 1114$	mm
$H_f = 307$	mm
$H_w = 2093$	mm
$I_y = 1,95E+12$	mm ⁴
$W_y = 2,01E+09$	mm ³
$b = 1114$	mm

IDEALIZACE PRŮŘEZU TAŽENÁ HORNÍ VLÁKNA



POZNÁMKA:
PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY JSOU UVAŽOVÁNY NA IDEALIZOVANÉM PRŮŘEZU

Materiálové charakteristiky:

Beton

$f_{ck} = 50$	MPa
$f_{ctm} = 4,1$	MPa

Betonářská výztuž

$f_{yk} = 500$	MPa
----------------	-----

Vyztužení:

$\phi_{sw} = 16$	mm	$A_{s1} = 5025$	mm ²	$d_1 = 79$	mm	$s = 150$	mm
$\phi_s = 16$	mm	$A_{s2} = 3216$	mm ²	$d_2 = 229$	mm		
$c = 55$	mm	$A_s = 8241$	mm ²	$d = 154$	mm		

Výpočet:

$N_{ck} = N_s = 4120,50$	kN
$x_u = 73,95$	mm
$z_s = 2209,02$	mm

Momentová únosnost výztuže

$M_{RK} = 9102,29$	kNm
--------------------	-----

Ohybový moment na mezi vzniku trhlin

$M_{rep} = 8258,34$	kNm
---------------------	-----

Posouzení:

$M_{RK} = 9102,29$	kNm	>	$M_{rep} = 8258,34$	kNm
--------------------	-----	---	---------------------	-----

$$U = 0,91$$

=> VYHOVUJE, NAVRŽENÁ VÝZTUŽ
JE DOSTAČUJÍCÍ K ZABRÁNĚNÍ
KŘEHKÉMU LOMU

Statický výpočet

Posouzení MSP

Omezení napětí

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Kabel	6	1314,74	1395,00	94,25	100,00	OK

Podrobné posouzení betonu

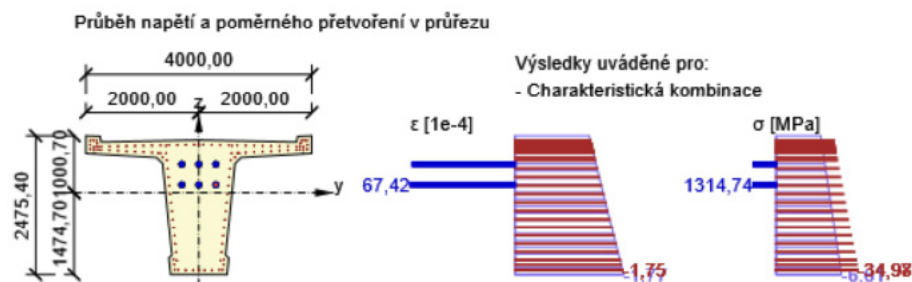
Typ posudku	Vlákn	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	14	500,00	-1474,70	-18714,40	-1611,26	13,92	-6,61	-30,00	22,05	OK
7.2(2)-Char,sup	14	500,00	-1474,70	-18714,40	-1611,26	13,92	-6,61	-30,00	22,05	OK
7.2(2)-Char,inf	14	500,00	-1474,70	-18714,40	-1611,26	13,92	-6,61	-30,00	22,05	OK
7.2(3)-Quasi	14	500,00	-1474,70	-19253,34	-1395,09	1,77	-6,59	-22,50	29,28	OK
7.2(3)-Quasi,sup	14	500,00	-1474,70	-19253,34	-1395,09	1,77	-6,59	-22,50	29,28	OK
7.2(3)-Quasi,inf	14	500,00	-1474,70	-19253,34	-1395,09	1,77	-6,59	-22,50	29,28	OK

Podrobné posouzení předpínací výztuže

Typ posudku	Kabel	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	6	301,65	140,30	-18714,40	-1611,26	13,92	1314,74	1395,00	94,25	OK

Upozornění

Žádná upozornění



Dekomprese

$$\sigma_{\text{část, os}} = -4,28 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{část, up}} = -3,84 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{část, kz}} = -2,62 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{kvaži, os}} = -4,83 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{kvaži, up}} = -4,29 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{kvaži, kz}} = -3,07 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Omezení šířky trhlin

$$\sigma_{\text{char, os}} = -3,42 \text{ MPa} < f_{ctm} = +4,10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{char, up}} = -3,11 \text{ MPa} < f_{ctm} = +4,10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{char, kz}} = -1,88 \text{ MPa} < f_{ctm} = +4,10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

V charakteristické kombinaci nevznikají tahová napětí – **trhliny nevznikají!**

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



3.3.1.2 Řez C-C'

Stručné shrnutí využití řezu od jednotlivých sad vnitřních sil

Název extrému	Čas [d]	Hodnota [%]	Status posudku
KZ_N_max	36631,00	89,32	✓
KZ_Vy_max	36631,00	87,81	✓
KZ_Vz_max	36631,00	88,41	✓
KZ_Mx_max	36631,00	89,24	✓
KZ_My_max	36631,00	89,66	✓
KZ_Mz_max	36631,00	87,95	✓
KZ_N_min	36631,00	85,85	✓
KZ_Vy_min	36631,00	88,78	✓
KZ_Vz_min	36631,00	87,87	✓
KZ_Mx_min	36631,00	88,10	✓
KZ_My_min	36631,00	85,64	✓
KZ_Mz_min	36631,00	88,77	✓
UP_N_max	131,00	96,01	✓
UP_Vy_max	131,00	94,38	✓
UP_Vz_max	131,00	95,00	✓
UP_Mx_max	131,00	95,94	✓
UP_My_max	131,00	96,36	✓
UP_Mz_max	131,00	94,53	✓
UP_N_min	131,00	92,40	✓
UP_Vy_min	131,00	95,46	✓
UP_Vz_min	131,00	94,54	✓
UP_Mx_min	131,00	94,68	✓
UP_My_min	131,00	92,18	✓
UP_Mz_min	131,00	95,45	✓
OS_N_max	31,00	97,93	✓
OS_Vy_max	31,00	96,43	✓
OS_Vz_max	31,00	97,08	✓
OS_Mx_max	31,00	97,85	✓
OS_My_max	31,00	98,59	✓
OS_Mz_max	31,00	96,51	✓
OS_N_min	31,00	96,34	✓
OS_Vy_min	31,00	97,66	✓
OS_Vz_min	31,00	97,78	✓
OS_Mx_min	31,00	96,67	✓
OS_My_min	31,00	96,07	✓
OS_Mz_min	31,00	97,62	✓

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Počáteční stav průřezu

Počáteční účinky na beton

Čas [d]	Část	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
31,00	1	-22255,57	0,00	5,23	-0,89	1120,89	0,41
131,00	1	-21904,52	0,00	4,30	-0,89	1156,82	0,38
36631,00	1	-19515,33	0,00	5,87	-0,89	1341,75	0,35

Předpětí - napětí po dlouhodobých ztrátách

Kabel	σ _{31,00} [MPa]	σ _{131,00} [MPa]	σ _{36631,00} [MPa]
1	1300,78	1271,54	1170,89
2	1281,31	1252,01	1150,95
3	1289,35	1260,12	1159,37
4	1339,18	1313,32	1220,85
5	1331,22	1305,28	1212,49
6	1350,43	1324,54	1232,07

Účinky předpětí - vnitřní síly

Typ zatížení	Čas [d]	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Primární účinky předpětí	31,00	-22492,97	0,00	0,00	0,00	-7100,84	-0,12
Sekundární účinky předpětí	31,00	22492,97	0,00	0,00	0,00	7100,84	0,12
Primární účinky předpětí	131,00	-22021,41	0,00	0,00	0,00	-6957,25	-0,13
Sekundární účinky předpětí	131,00	22021,41	0,00	0,00	0,00	6957,25	0,13
Primární účinky předpětí	36631,00	-20367,87	0,00	0,00	0,00	-6449,49	-0,19
Sekundární účinky předpětí	36631,00	20367,87	0,00	0,00	0,00	6449,49	0,19

Souhrn provedených posudků

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-20811,64	2459,97	-233,95			98,59	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	-1265,45	10882,93	-315,81			73,81	OK
Smyk	-23758,42			19,29	3,61	1,31	OK
Kroucení					3,61	0,34	OK
Interakce	-23758,42	3782,09	-315,93	19,29	3,61	89,55	OK
Omezení napětí	-20811,64	2459,97	-233,95			98,59	OK
Šířka trhliny	-20509,16	1901,62	-93,36			0,00	OK
Křehký lom	-20509,16	1901,62	-93,36			0,00	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,00 %

Upozornění

Upozornění	
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota účinné výšky průřezu (z nastavení normy)
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota ramene vnitřních sil (z nastavení normy)
ℹ	Vzhledem ke kruhovému tvaru tlmíků se smyková odolnost průřezu snížila o faktor χ _i .
⚠	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2
ℹ	Pro častou, inf kombinaci trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí podle čl. 7.1 (2)
ℹ	Tahové napětí v extrémně taženém vlákně průřezu od časté kombinace zatížení nedosahuje mezní hodnoty f _{ctm} , viz 6.1 (109)

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posouzení MSÚ

Posudek únosnosti – interakční diagram

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

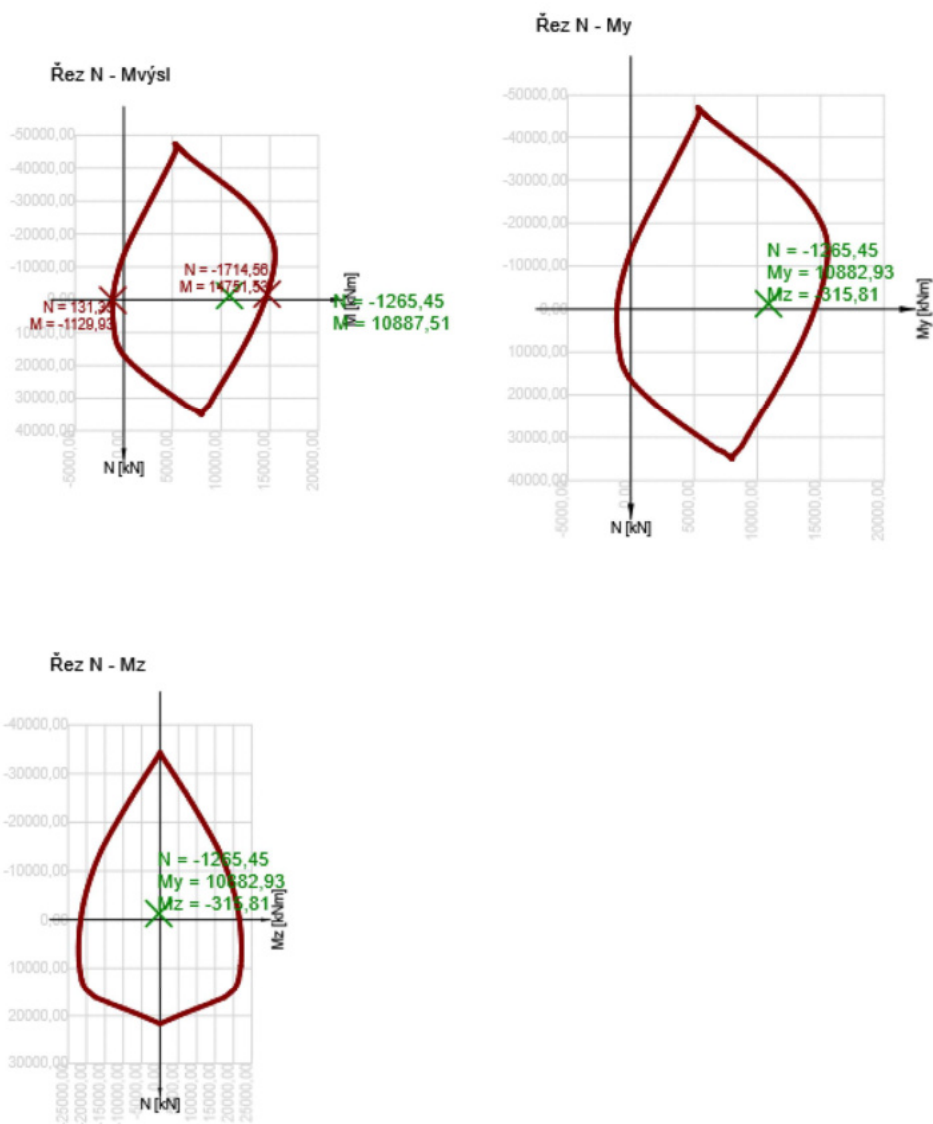
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-1265,45	10882,93	-315,81	Nu-Mu-Mu	73,81	100,00	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-1265,45	-1714,56	131,33
M_y [kNm]	10882,93	14745,32	-1129,45
M_z [kNm]	-315,81	-427,89	32,78

Upozornění

Žádná upozornění



D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek smyku

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
19,29	-23758,42	1469,56	bez redukce	6.2.3(3)	1,31	100,00	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
19,29	1141,80	8671,57	6166,45	1469,56	1469,56

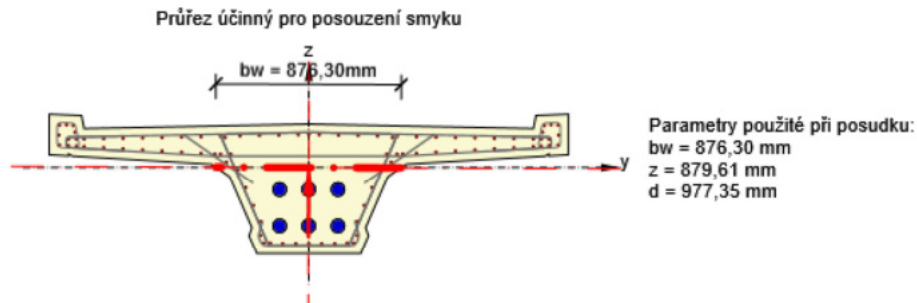
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]	χ [-]
4	4913,79	1809,56	876,30	977,35	879,61	45,00	90,00	1,25	0,85
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]	
0,12	1,45	0,15	0,00	6,00	5,00	0,43	0,48	0,60	

Upozornění

Upozornění	
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota účinné výšky průřezu (z nastavení normy)
⚠	Pro posouzení smyku byla použita výchozí hodnota ramene vnitřních sil (z nastavení normy)
ℹ	Vzhledem ke kruhovému tvaru tlmíků se smyková odolnost průřezu snížila o faktor χ .
⚠	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

Parametry pro posouzení smyku



Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek kroucení

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
3,61	1069,86	0,34	100,00	OK

Návrhové hodnoty kroutičoho momentu a únosnosti v kroucení

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	$T_{Rd,sl}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
3,61	612,76	2902,40	1473,98	1069,86	1069,86

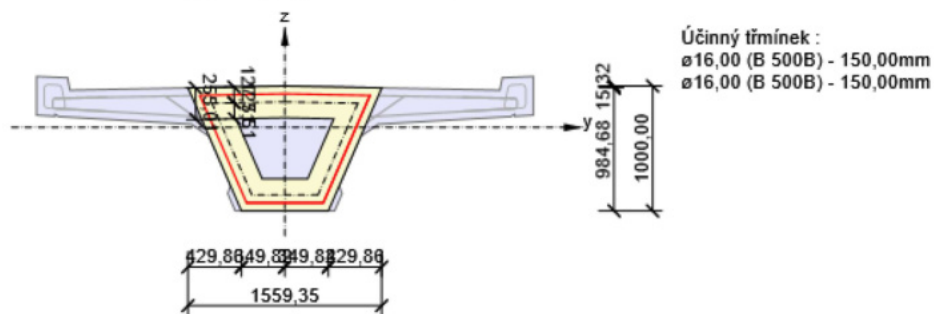
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení kroucení

A_k [mm ²]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	A_{sp} [mm ²]	θ [°]
632295,72	3306,55	255,01	2680,83	6433,98	17100,00	45,00

Upozornění

Žádná upozornění

Náhradní tenkostěnný průřez pro posouzení kroucení



D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota V+T [%]	Hodnota V+T+M [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-23758,42	3782,09	-315,93	19,29	3,61	1,15	89,55	89,55	100,00	OK

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
1141,80	612,76	8671,57	2902,40	2,28	0,35	0,35	100,00	OK

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
21795,85	19,29	9,44	0,04	0,11	6	89,55	100,00	OK

Podrobné posouzení výztuže

Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
66	-1866,50	327,20	0,04	-8,10	-450,00	0,80	-162,06	-465,93	34,78	OK

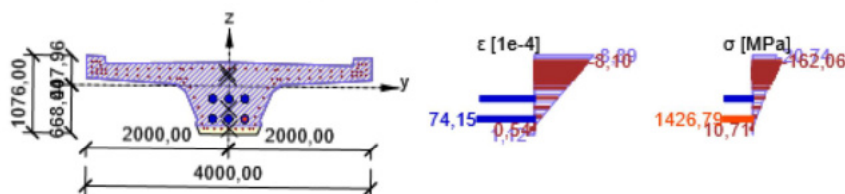
Podrobné posouzení předpínací výztuže

Kabel	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
6	225,00	-453,04	0,04	74,15	315,00	0,03	1426,79	1593,21	89,55	OK

Upozornění

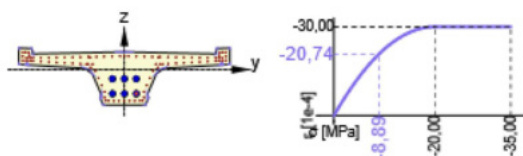
Žádná upozornění

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



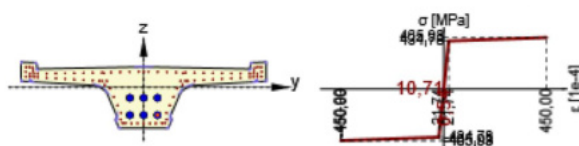
Namáhání extrémně tlačěného vlákna betonu na pracovním diagramu

C50/60, Vlákno 4 (-2000,00mm; 407,96mm) : -20,74 MPa/-8,89 1e-4



Namáhání extrémně tažené výztužné vložky na pracovním diagramu

B 500B, Vložka 107(200,00mm; -588,80mm) : 10,71 MPa/0,54 1e-4



Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posudek křehkého lomu (dle ČSN EN 1992-2, rce. 6.101a)

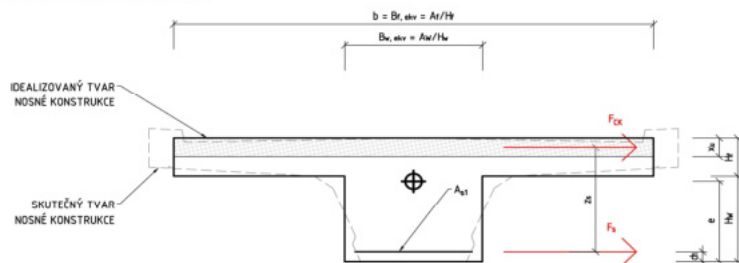
Uvažuje se idealizovaný průřez bez otvorů po kanálích předpínací výztuže.

Průřezové charakteristiky:

$z_T = 350$	mm
$e = 650$	mm
$B_{f, ekv} = 3625$	mm
$B_{w, ekv} = 1041$	mm
$H_f = 307$	mm
$H_w = 693$	mm
$I_y = 1,47E+11$	mm ⁴
$W_y = 2,26E+08$	mm ³
$b = 3625$	mm

IDEALIZACE PRŮŘEZU

TAŽENÁ DOLNÍ VLÁKNA



POZNÁMKA:
PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY JSOU UVAŽOVÁNY NA IDEALIZOVANÉM PRŮŘEZU

Materiálové charakteristiky:

Beton

$f_{ck} = 50$	MPa
$f_{ctm} = 4,1$	MPa

Betonářská výztuž

$f_{yk} = 500$	MPa
----------------	-----

Vyztužení:

$\phi_{sw} = 16$	mm	$A_{s1} = 1809$	mm ²	$d_1 = 79$	mm	$s = 0$	mm
$\phi_s = 16$	mm	$A_{s2} = 0$	mm ²	$d_2 = 79$	mm		
		$A_s = 1809$	mm ²	$d = 79$	mm		
$c = 55$	mm						

Výpočet:

$N_{ck} = N_s = 904,50$	kN
$x_u = 4,99$	mm
$z_s = 2318,50$	mm

Momentová únosnost výztuže

$M_{RK} = 2097,09$	kNm
--------------------	-----

Ohybový moment na mezi vzniku trhlin

$M_{rep} = 927,42$	kNm
--------------------	-----

Posouzení:

$M_{RK} = 2097,09$	kNm	>	$M_{rep} = 927,42$	kNm
--------------------	-----	---	--------------------	-----

$$U = 0,44$$

=> VYHOVUJE, NAVRŽENÁ VÝZTUŽ
JE DOSTAČUJÍCÍ K ZABRÁNĚNÍ
KŘEHKÉMU LOMU

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Posouzení MSP

Omezení napětí

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Kabel	6	1375,28	1395,00	98,59	100,00	OK

Podrobné posouzení betonu

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	4	-2000,00	407,96	-20811,64	2459,97	-233,95	-17,52	-30,00	58,41	OK
7.2(2)-Char,sup	4	-2000,00	407,96	-20811,64	2459,97	-233,95	-17,52	-30,00	58,41	OK
7.2(2)-Char,inf	4	-2000,00	407,96	-20811,64	2459,97	-233,95	-17,52	-30,00	58,41	OK
7.2(3)-Quasi	23	2000,00	407,96	-20330,64	1562,22	0,37	-14,53	-22,50	64,56	OK
7.2(3)-Quasi,sup	23	2000,00	407,96	-20330,64	1562,22	0,37	-14,53	-22,50	64,56	OK
7.2(3)-Quasi,inf	23	2000,00	407,96	-20330,64	1562,22	0,37	-14,53	-22,50	64,56	OK

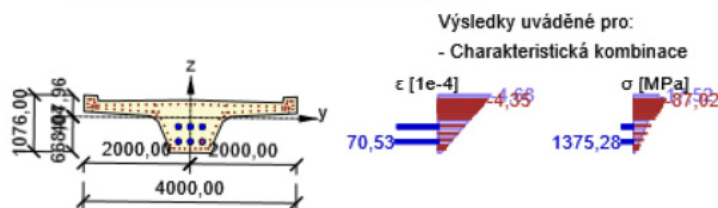
Podrobné posouzení předpínací výztuže

Typ posudku	Kabel	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	6	225,00	-453,04	-20811,64	2459,97	-233,95	1375,28	1395,00	98,59	OK

Upozornění

Žádná upozornění

Průběh napětí a poměrného prodloužení v průřezu



Dekomprese

$$\sigma_{\text{čast, os}} = -2,31 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{čast, up}} = -2,52 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{čast, kz}} = -0,58 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{kvazi, os}} = -3,71 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{kvazi, up}} = -3,53 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{kvazi, kz}} = -1,61 \text{ MPa} < 0,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Omezení šířky trhlin

$$\sigma_{\text{char, os}} = +0,04 \text{ MPa} < f_{\text{ctm}} = +4,10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{char, up}} = -0,78 \text{ MPa} < f_{\text{ctm}} = +4,10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\sigma_{\text{char, kz}} = +1,18 \text{ MPa} < f_{\text{ctm}} = +4,10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

V charakteristické kombinaci jsou veškerá tahová napětí menší než střední tahová pevnost betonu, a dokonce i než dolní 5 % kvantil tahové pevnosti betonu, a současně je splněn požadavek na minimální vyztužení pro omezení trhlin – **trhliny nevznikají!**

Statický výpočet

3.3.2 Příčný směr

Příčný směr nebude v podrobnosti tohoto statického výpočtu posuzován. V navazujícím stupni však bude nutné ho podrobně ověřit – předpokládá se však, že stávající návrh je plně dostačující a nebude problém s dimenzovatelností konstrukce.

3.4 Deformace

Nosná konstrukce bude posouzena ve dvou vybraných kritických řezech na maximální přípustné svislé posunutí od proměnného zatížení z hlediska zachování podjezdové výšky. Kritické detaily jsou patrné z výkresové dokumentace.

Řez 1 je uvažován v kritickém místě blíže O1. Řez 2 je uvažován v kritickém místě blíže O2. Kritické řezy jsou na okrajích průjezdných profilů.

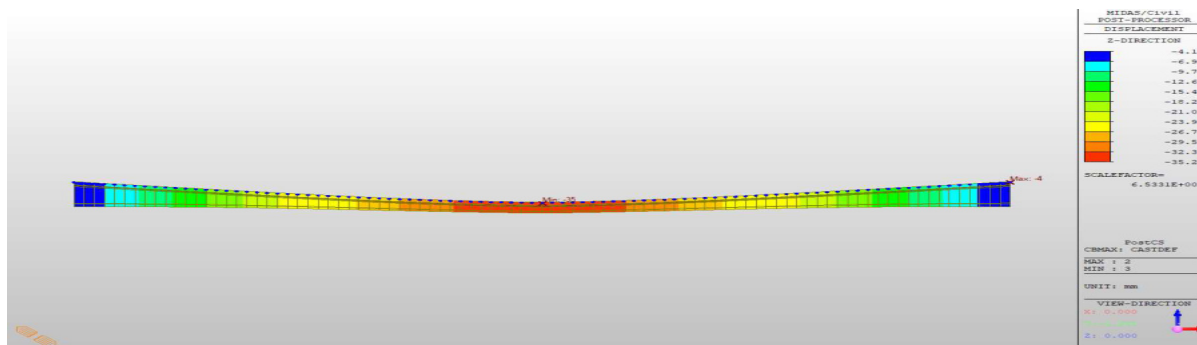
Předpokládá se vyrovnání průhybu, od veškerého stálého zatížení, nadvýšením. Nadvýšení bude odpovídat průhybu po uplynutí 50 let životnosti konstrukce. Při jeho stanovení se neuvažovalo se sedáním ani vlivem deformace skruže.

Všechny průhyby se uvažují v časté kombinaci zatížení. V podrobnosti tohoto statického výpočtu nebudou ověřovány další požadavky.

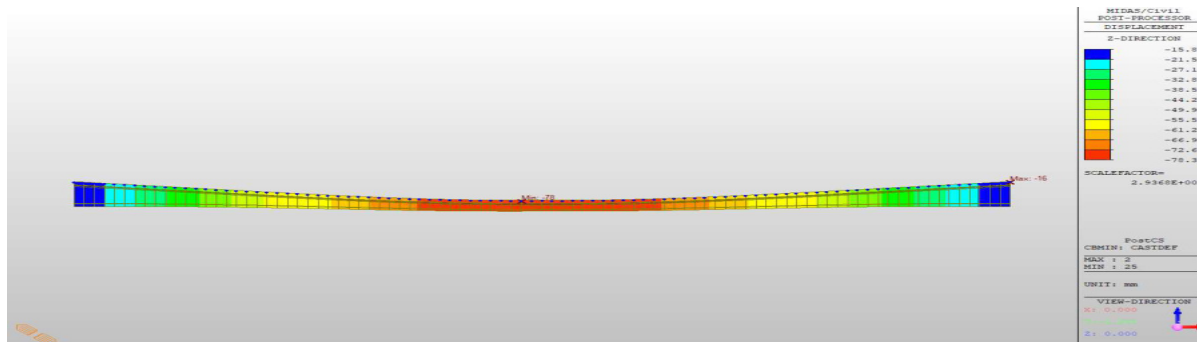
Limitní průhyb dle ČSN 73 6214:

$$w_{lim} = \frac{L}{600} = \frac{48\,000}{600} = 80\text{ mm}, \quad \text{kde } L \text{ je teoretické rozpětí nosné konstrukce}$$

3.4.1 Průhyby při uvedení do provozu (bez nadvýšení)

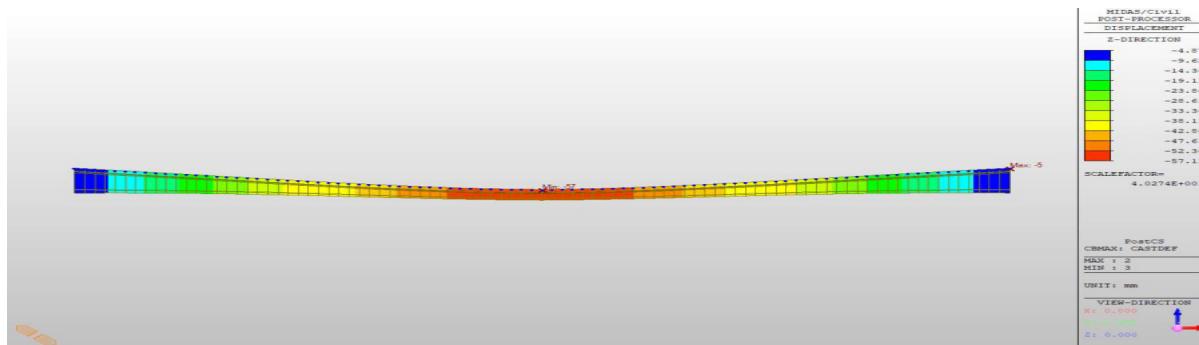


Maximální hodnota svislého posunu $\delta_{z, max}$

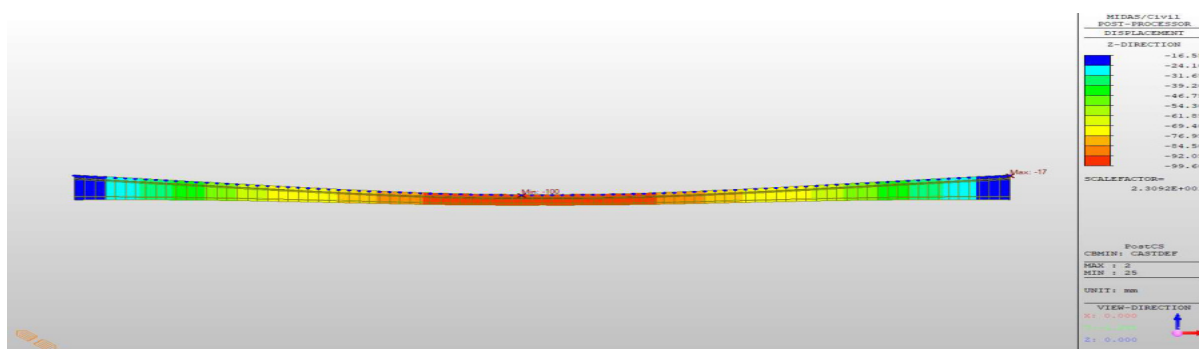


Minimální hodnota svislého posunu $\delta_{z, min}$

3.4.2 Průhyby na konci životnosti (bez nadvýšení)

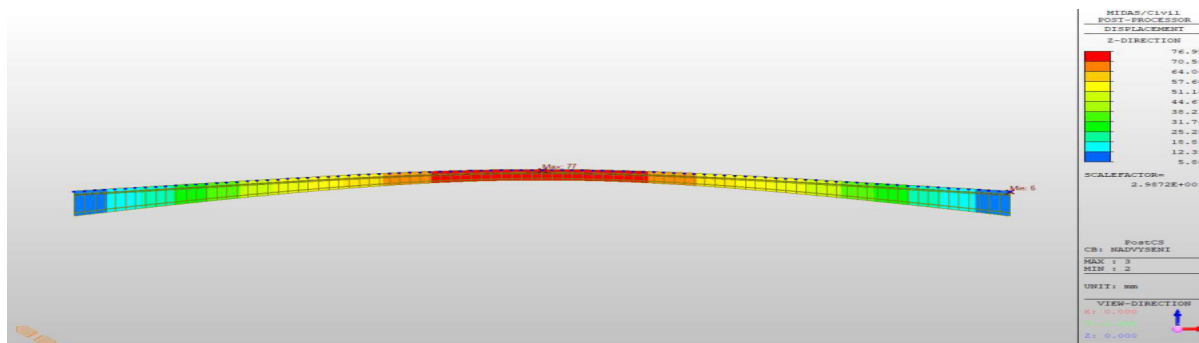


Maximální hodnota svislého posunu $\delta_{z, max}$



Minimální hodnota svislého posunu $\delta_{z, min}$

3.4.3 Nadvýšení



3.4.4 Posouzení průhybů

3.4.4.1 Omezení průhybů podjezdnou výškou

$$\delta_{z, 1, min} = \delta_{z, 2, min, KZ} + \delta_{z, 1, nadv} = -70,81 + 51,36 = -19,45 \text{ mm} > -127 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\delta_{z, 2, min} = \delta_{z, 2, min, KZ} + \delta_{z, 2, nadv} = -72,05 + 52,36 = -19,69 \text{ mm} > -58 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

3.4.4.2 Omezení průhybů dle ČSN 73 6214

$$\delta_{z, min} = \delta_{z, min, KZ} + \delta_{z, nadv} = -99,60 + 76,82 = -22,78 \text{ mm} > -80 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\delta_{z, max} = \delta_{z, max, UP} + \delta_{z, nadv} = -35,21 + 76,99 = +41,78 \text{ mm} < +80 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

4 Opěry

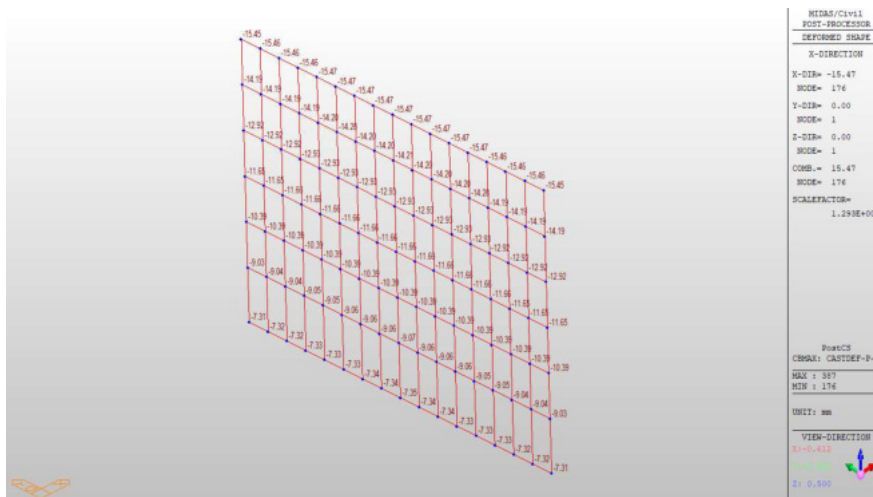
Vnitřní únosnost opěr nebude v podrobnosti této PD ověřována. V navazujícím stupni PD však bude nutné toto podrobně ověřit. V této kapitole budou ověřeny pouze limitní posuny konstrukce v podélném směru. Jako výchozí stav je uvažována konstrukce, dle TP261, po dokončení vozovkových souvrství, za působení stálého zatížení bez vlivu sedání. Kontaktní napětí na rubu opěr není vzhledem k chování konstrukce posuzováno.

Výpočetní model opěr a založení je součástí modelu nosné konstrukce, proto je popis v tomto smyslu součástí kapitoly „Nosná konstrukce“.

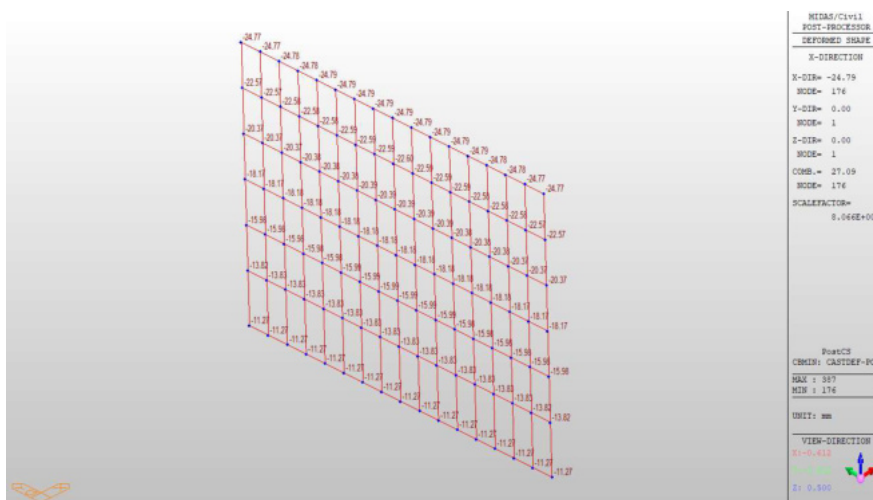
4.1 Deformace

Posouzena je pouze opěra O2 – předpokládá se jako horší z obou opěr.

4.1.1 Podélné posuny



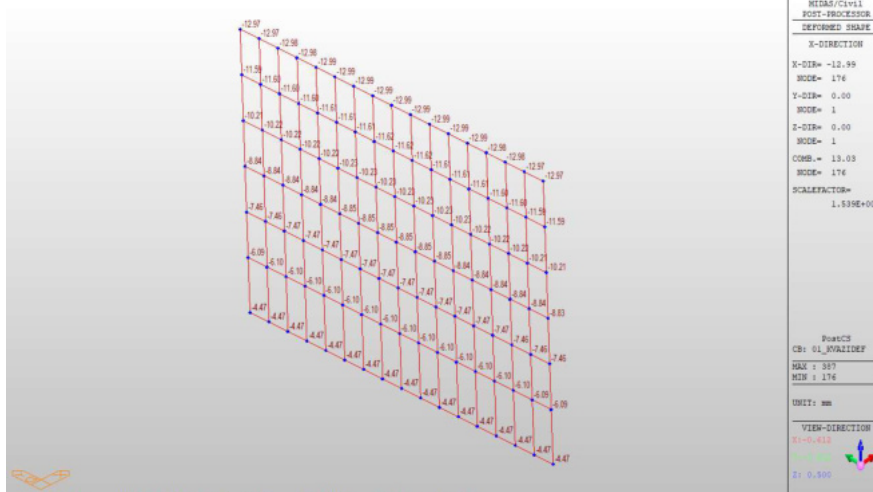
Posun $\delta_{x, \max}$ od časté kombinace zatížení (orientace O1-O2)



Posun $\delta_{x, \min}$ od časté kombinace zatížení (orientace O1-O2)

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Výchozí posun $\delta_{x, in}$ od stálého zatížení (orientace O1-O2)

$$\delta_{x, \min} = \delta_{x, \min} - \delta_{x, in} = -24,78 + 12,98 = |-11,80| \text{ mm} > \Delta_{h, adm} = 10,0 \text{ mm}$$

=> Nevhovuje, dle TP261 bude projednáno s investorem/objednatel, případně bude navržena přechodová deska!

$$\delta_{x, \max} = \delta_{x, \max} - \delta_{x, in} = -15,46 + 12,98 = |-2,48| \text{ mm} < \Delta_{h, adm} = 10,0 \text{ mm}$$

=> Vyhovuje

5 Založení

Z globálního výpočetního modelu byly stanoveny reakce na jednotlivé mikropiloty. Sedání skupiny mikropilot bylo posouzeno zjednodušeně v globálním modelu. Vnější a vnitřní únosnost samostatné mikropiloty byla posouzena v programu GEO5 - modul pilota/mikropiloty. Vnitřní únosnost mikropilot by měla být v navazujícím stupni PD podrobněji posouzena. Vnitřní únosnost základu, v podrobnosti tohoto výpočtu, nebyla posuzována.

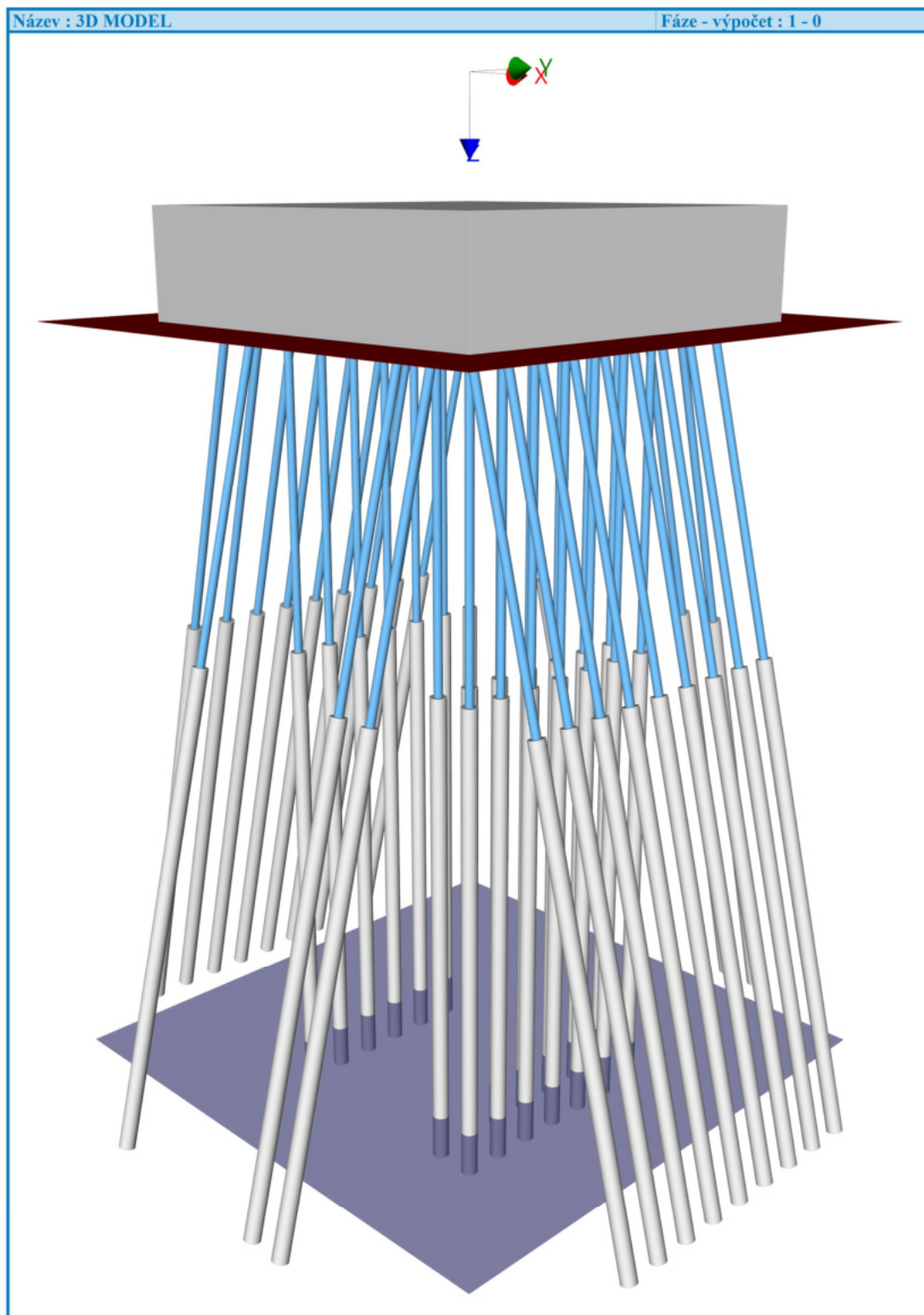
Skupinový účinek mikropilot nebyl vzhledem k jeho složitosti zohledňován. Současně díky geometrickému uspořádání mikropilot je tento jev minimalizován.

Dle ČSN 73 6244 (čl. 7.1.5) není nutný výpočet rozdílného sedání stavebního objektu a násypu při plošném nebo hlubinném založení, pokud výška násypu nepřesahuje 6,0 m. Nebude tento vliv proto zohledněn, a negativní plášťové tření na plášti mikropilot nebude uvaženo.

Délky navrhovaných mikropilot jsou navrženy tak, aby bylo sedání obou základů přibližně shodné a v maximální možné míře se omezilo nerovnoměrné sedání.

5.1 Stanovení tuhosti založení

Hodnota smykového modulu reakce podloží se má uvažovat v rozmezí $1/3$ až $1/2 E_{def}$.
Smykový modul reakce podloží je uvažován hodnotou $1/2 E_{def}$.





5.1.1 Skupina mikropilot O1

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : Česká republika
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1.00$

Parametry zemín

F8 CH (P22)

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 31.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 10.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

R6 (P27)

Objemová tíha : $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 15.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 8.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

R6/F6 (P27)

Objemová tíha : $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 15.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 8.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

R4 (P30)

Objemová tíha : $\gamma = 21.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 23.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 90.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 100.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.25$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

R3 (P30)

Objemová tíha : $\gamma = 22.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 20.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 400.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 600.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.20$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 24.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

F2 CG (P22)

Objemová tíha :	$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 31.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 10.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy :	soudržná

S4 SM (Q23)

Objemová tíha :	$\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 26.00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 7.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.35$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy :	nesoudržná
Modul horiz.stlačitelnosti :	$n_h = 7.00 \text{ MN/m}^3$

F3 MS (Q18)

Objemová tíha :	$\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 22.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti :	$E_{def} = 6.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0.35$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy :	soudržná

Konstrukce

Průměr piloty $d = 0.11 \text{ m}$

Přesah desky $o = 0.50 \text{ m}$

Souřadnice pilot

Číslo	x [m]	y [m]
1	-2.00	-2.00
2	-1.50	-2.00
3	-1.00	-2.00
4	-0.50	-2.00
5	0.00	-2.00
6	0.50	-2.00
7	1.00	-2.00
8	1.50	-2.00
9	2.00	-2.00
10	-2.00	-1.50
11	-1.50	-1.50
12	-1.00	-1.50
13	-0.50	-1.50
14	0.00	-1.50
15	0.50	-1.50
16	1.00	-1.50
17	1.50	-1.50
18	2.00	-1.50
19	-2.00	1.00
20	-1.50	1.00
21	-1.00	1.00
22	-0.50	1.00

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



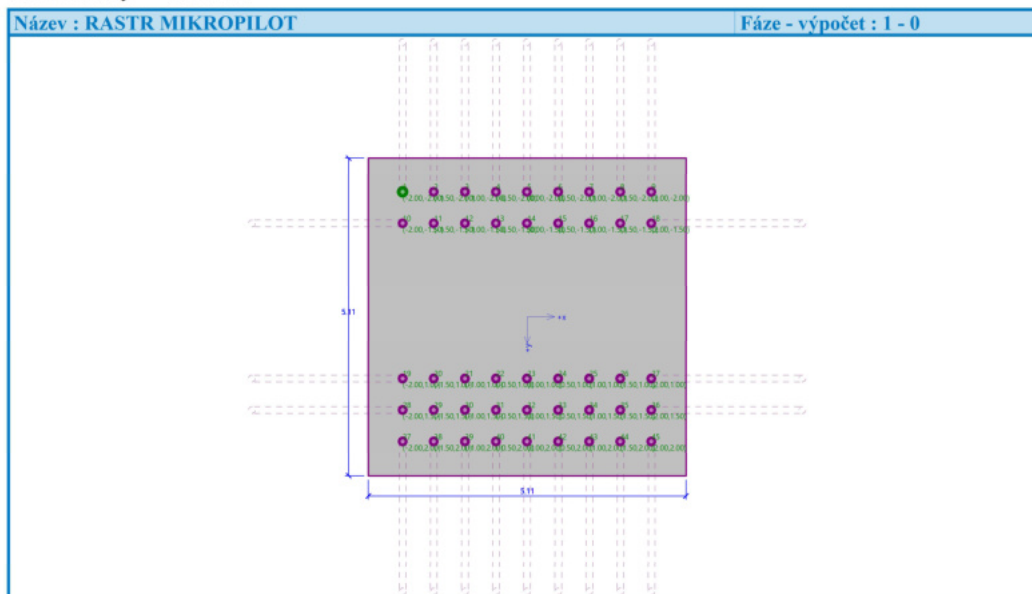
FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

23	0.00	1.00
24	0.50	1.00
25	1.00	1.00
26	1.50	1.00
27	2.00	1.00
28	-2.00	1.50
29	-1.50	1.50
30	-1.00	1.50
31	-0.50	1.50
32	0.00	1.50
33	0.50	1.50
34	1.00	1.50
35	1.50	1.50
36	2.00	1.50
37	-2.00	2.00
38	-1.50	2.00
39	-1.00	2.00
40	-0.50	2.00
41	0.00	2.00
42	0.50	2.00
43	1.00	2.00
44	1.50	2.00
45	2.00	2.00

Průřez : TK 108 x 16

Průměr = 108.0 mm

Tloušťka stěny = 16.0 mm



Geometrie

Tloušťka základové desky $t = 1.30$ m

Délka pilot $l = 10.00$ m

Průměr kořene $d_r = 0.20$ m

Délka kořene $l_r = 6.00$ m

Odpor základové pudy $R = 8000.00$ kPa

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Stanovení svislých pružin

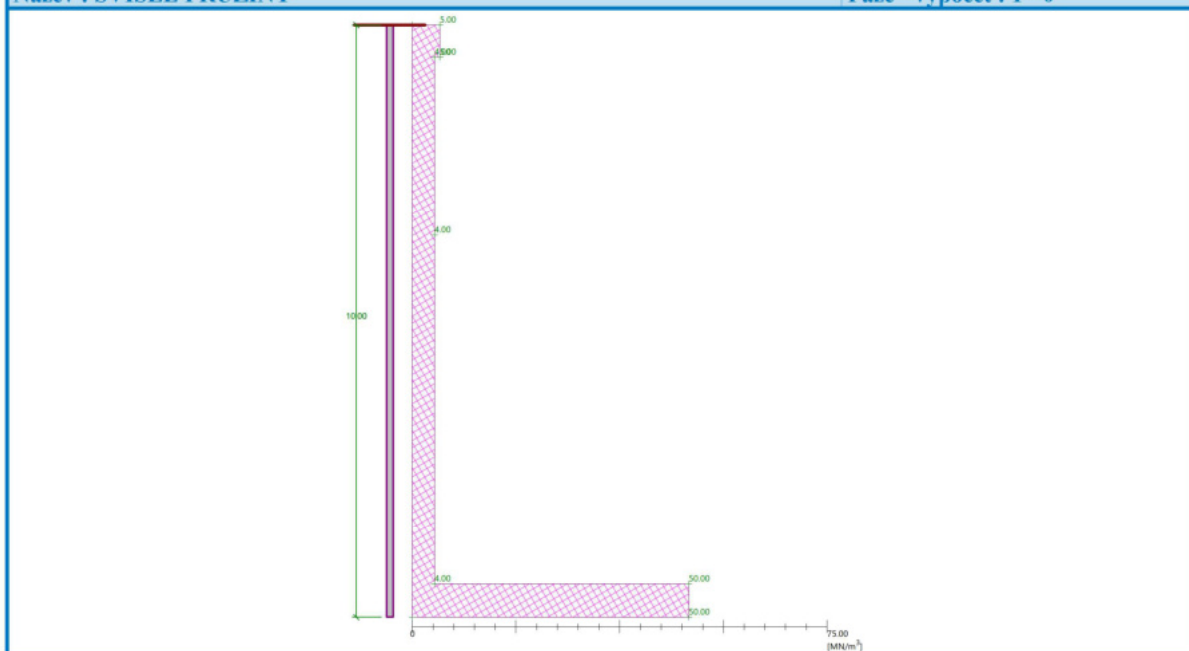
Pružina na patě $k_p = 3.14 \text{ MN/m}$.

Smykový modul reakce podloží

Hloubka [m]	k_v [MN/m ³]
0.00	5.00
0.54	5.00
0.54	4.00
3.54	4.00
9.44	4.00
9.44	50.00
10.00	50.00

Název : SVISLÉ PRUŽINY

Fáze - výpočet : 1 - 0



Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0.75	0.00 .. 0.75	F3 MS (Q18)	

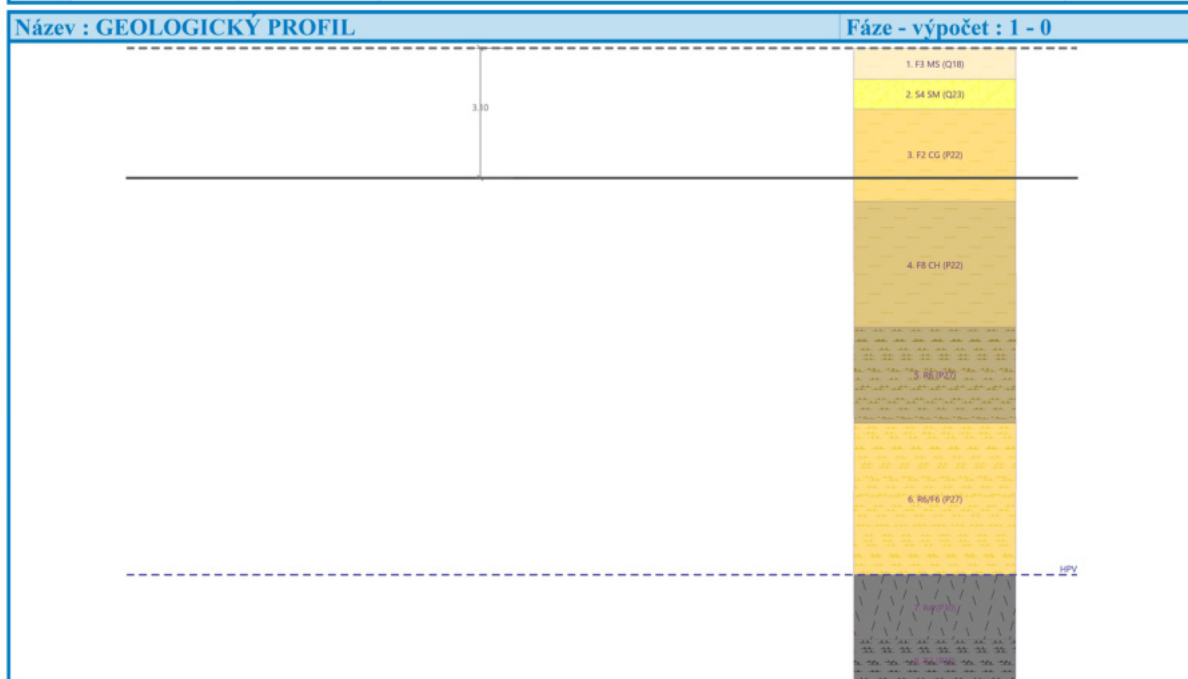
D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

2	0.70	0.75 .. 1.45	S4 SM (Q23)	
3	2.20	1.45 .. 3.65	F2 CG (P22)	
4	3.00	3.65 .. 6.65	F8 CH (P22)	
5	2.30	6.65 .. 8.95	R6 (P27)	
6	3.60	8.95 .. 12.55	R6/F6 (P27)	
7	1.56	12.55 .. 14.11	R4 (P30)	
8	-	14.11 .. ∞	R3 (P30)	



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		LAZENI	Užitné	10000.00	10000.00	10000.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 12.55 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : pružinová metoda - mikropiloty

Uložení pilot v patě : plovoucí piloty - zadat tuhosti pružin

Připojení pilot k desce : tuhé

Modul reakce podloží : podle ČSN 73 1004

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Svislé pružiny na pilotách [MN/m²]

Pilota	0.00 m [MN/m ²]	1.00 m [MN/m ²]	2.00 m [MN/m ²]	3.00 m [MN/m ²]	4.00 m [MN/m ²]	5.00 m [MN/m ²]	6.00 m [MN/m ²]	7.00 m [MN/m ²]	8.00 m [MN/m ²]	9.00 m [MN/m ²]	10.00 m [MN/m ²]
1	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
2	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
3	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
4	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
5	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
6	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
7	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
8	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
9	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
10	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
11	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
12	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
13	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
14	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
15	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
16	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
17	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
18	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
19	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
20	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
21	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
22	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
23	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
24	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
25	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
26	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
27	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
28	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
29	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
30	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
31	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
32	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
33	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
34	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
35	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
36	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
37	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
38	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
39	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
40	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
41	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
42	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
43	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



44	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70
45	1.54	1.54	1.36	1.36	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	18.70

Vodorovné pružiny na pilotách [MN/m²]

Pilota	0.00-	1.00-	2.00-	3.00-	4.00-	5.00-	6.00-	7.00-	8.00-	9.00-
	-1.00 m	-2.00 m	-3.00 m	-4.00 m	-5.00 m	-6.00 m	-7.00 m	-8.00 m	-9.00 m	-10.00 m
	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
1	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
2	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
3	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
4	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
5	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
6	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
7	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
8	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
9	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
10	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
11	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
12	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
13	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
14	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
15	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
16	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
17	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
18	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
19	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
20	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
21	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
22	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
23	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
24	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
25	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
26	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
27	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
28	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
29	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
30	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
31	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
32	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
33	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
34	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
35	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
36	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
37	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
38	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
39	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
40	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
41	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
42	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
43	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
44	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02
45	3.48	2.46	1.26	0.18	0.00	0.01	0.52	1.32	2.12	21.02

5.1.2 Skupina mikropilot O2

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : Česká republika
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1.00$

Parametry zemín

F8 CH (P22)

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 31.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 10.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

R6/F6 (P27)

Objemová tíha : $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 15.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 8.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

R4 (P16)

Objemová tíha : $\gamma = 21.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 23.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 90.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 100.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.25$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

F6 CI (P22)

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 31.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 10.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

F3 MS (Q18)

Objemová tíha : $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 22.00 \text{ kPa}$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 6.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Typ zeminy : soudržná

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Konstrukce

Průměr piloty $d = 0.11$ m

Přesah desky $o = 0.50$ m

Souřadnice pilot

Číslo	x [m]	y [m]
1	-2.00	-2.00
2	-1.50	-2.00
3	-1.00	-2.00
4	-0.50	-2.00
5	0.00	-2.00
6	0.50	-2.00
7	1.00	-2.00
8	1.50	-2.00
9	2.00	-2.00
10	-2.00	-1.50
11	-1.50	-1.50
12	-1.00	-1.50
13	-0.50	-1.50
14	0.00	-1.50
15	0.50	-1.50
16	1.00	-1.50
17	1.50	-1.50
18	2.00	-1.50
19	-2.00	1.00
20	-1.50	1.00
21	-1.00	1.00
22	-0.50	1.00
23	0.00	1.00
24	0.50	1.00
25	1.00	1.00
26	1.50	1.00
27	2.00	1.00
28	-2.00	1.50
29	-1.50	1.50
30	-1.00	1.50
31	-0.50	1.50
32	0.00	1.50
33	0.50	1.50
34	1.00	1.50
35	1.50	1.50
36	2.00	1.50
37	-2.00	2.00
38	-1.50	2.00
39	-1.00	2.00
40	-0.50	2.00
41	0.00	2.00
42	0.50	2.00
43	1.00	2.00
44	1.50	2.00
45	2.00	2.00

Průřez : TK 108 x 16

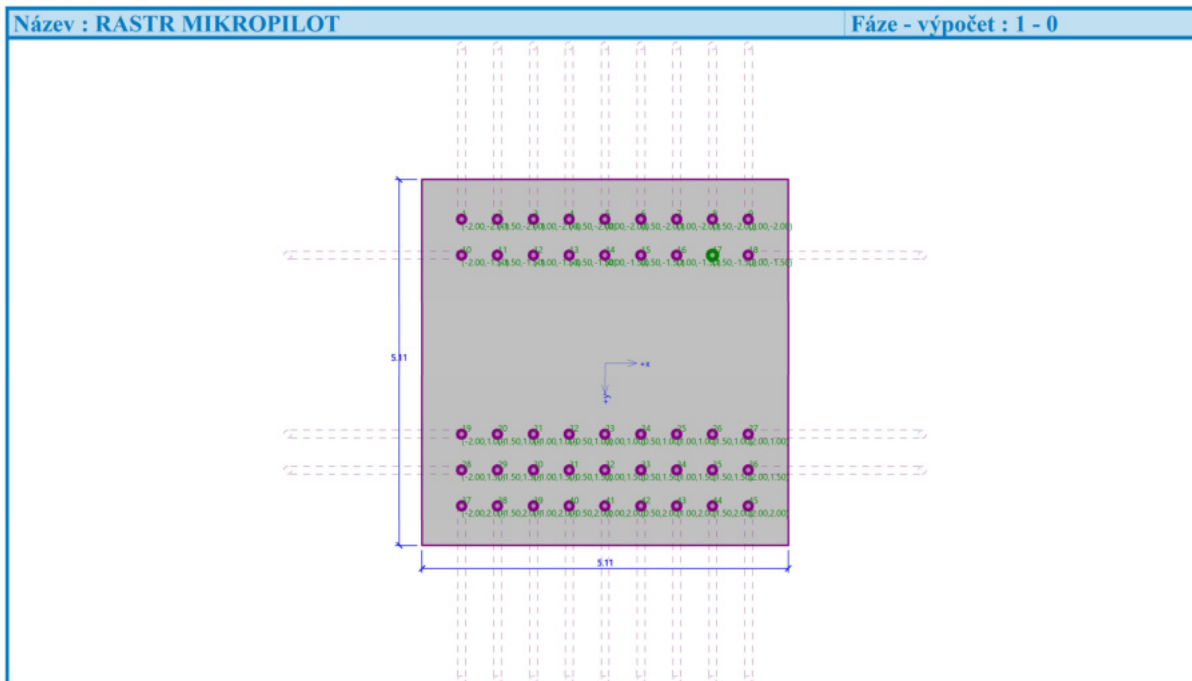
Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780

Průměr = 108.0 mm
Tloušťka stěny = 16.0 mm



Geometrie

Tloušťka základové desky $t = 1.30$ m
 Délka pilot $l = 10.00$ m
 Průměr kořene $d_r = 0.20$ m
 Délka kořene $l_r = 6.00$ m
 Odpor základové půdy $R = 8000.00$ kPa

Stanovení svislých pružin

Pružina na patě $k_p = 0.31$ MN/m.

Smykový modul reakce podloží

Hloubka [m]	k_v [MN/m ³]
0.00	4.00
1.31	4.00
2.11	4.00
2.11	5.00
4.61	5.00
4.61	50.00
5.11	50.00
5.11	5.00
10.00	5.00

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

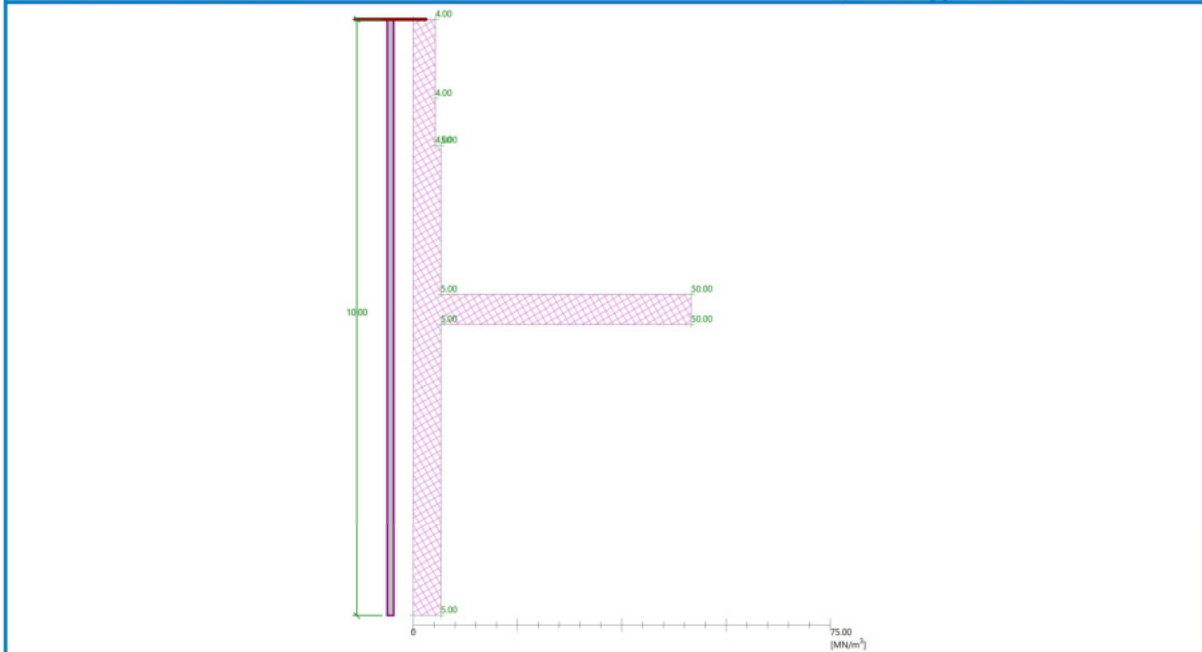
Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Název : SVISLÉ PRUŽINY

Fáze - výpočet : 1 - 0



D6 Petrohrad - Lubenec

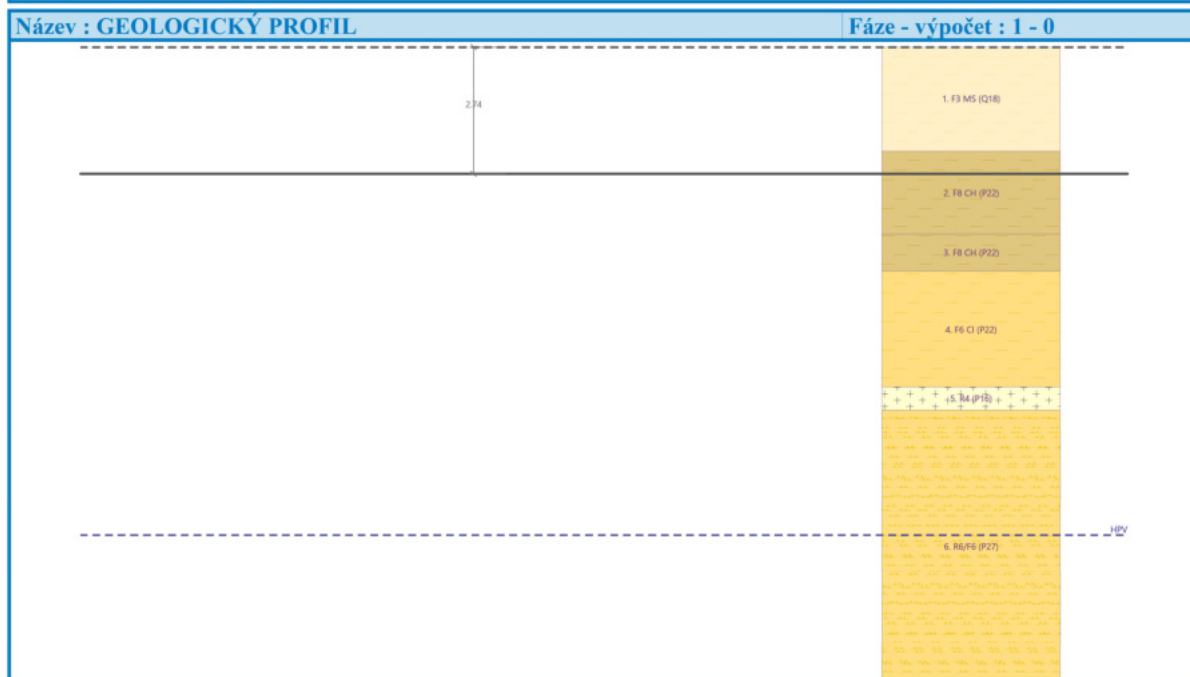
Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.25	0.00 .. 2.25	F3 MS (Q18)	
2	1.80	2.25 .. 4.05	F8 CH (P22)	
3	0.80	4.05 .. 4.85	F8 CH (P22)	
4	2.50	4.85 .. 7.35	F6 C1 (P22)	
5	0.50	7.35 .. 7.85	R4 (P16)	
6	-	7.85 .. ∞	R6/F6 (P27)	



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		LAZENI	Užitné	10000.00	10000.00	10000.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 10.55 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : pružinová metoda - mikropiloty

Uložení pilot v patě : plovoucí piloty - zadat tuhosti pružin

Připojení pilot k desce : tuhé

Modul reakce podloží : podle ČSN 73 1004

Statický výpočet

Fakulta stavební, ČVUT

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Svislé pružiny na pilotách [MN/m²]

Pilota	0.00 m	1.00 m	2.00 m	3.00 m	4.00 m	5.00 m	6.00 m	7.00 m	8.00 m	9.00 m	10.00 m
	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
1	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
2	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
3	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
4	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
5	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
6	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
7	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
8	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
9	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
10	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
11	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
12	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
13	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
14	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
15	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
16	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
17	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
18	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
19	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
20	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
21	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
22	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
23	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
24	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
25	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
26	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
27	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
28	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
29	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
30	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
31	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
32	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
33	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
34	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
35	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
36	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
37	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
38	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
39	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
40	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
41	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
42	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
43	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
44	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14
45	1.36	1.36	1.36	1.66	3.14	14.17	6.25	3.14	3.14	3.14	3.14

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



Vodorovné pružiny na pilotách [MN/m²]

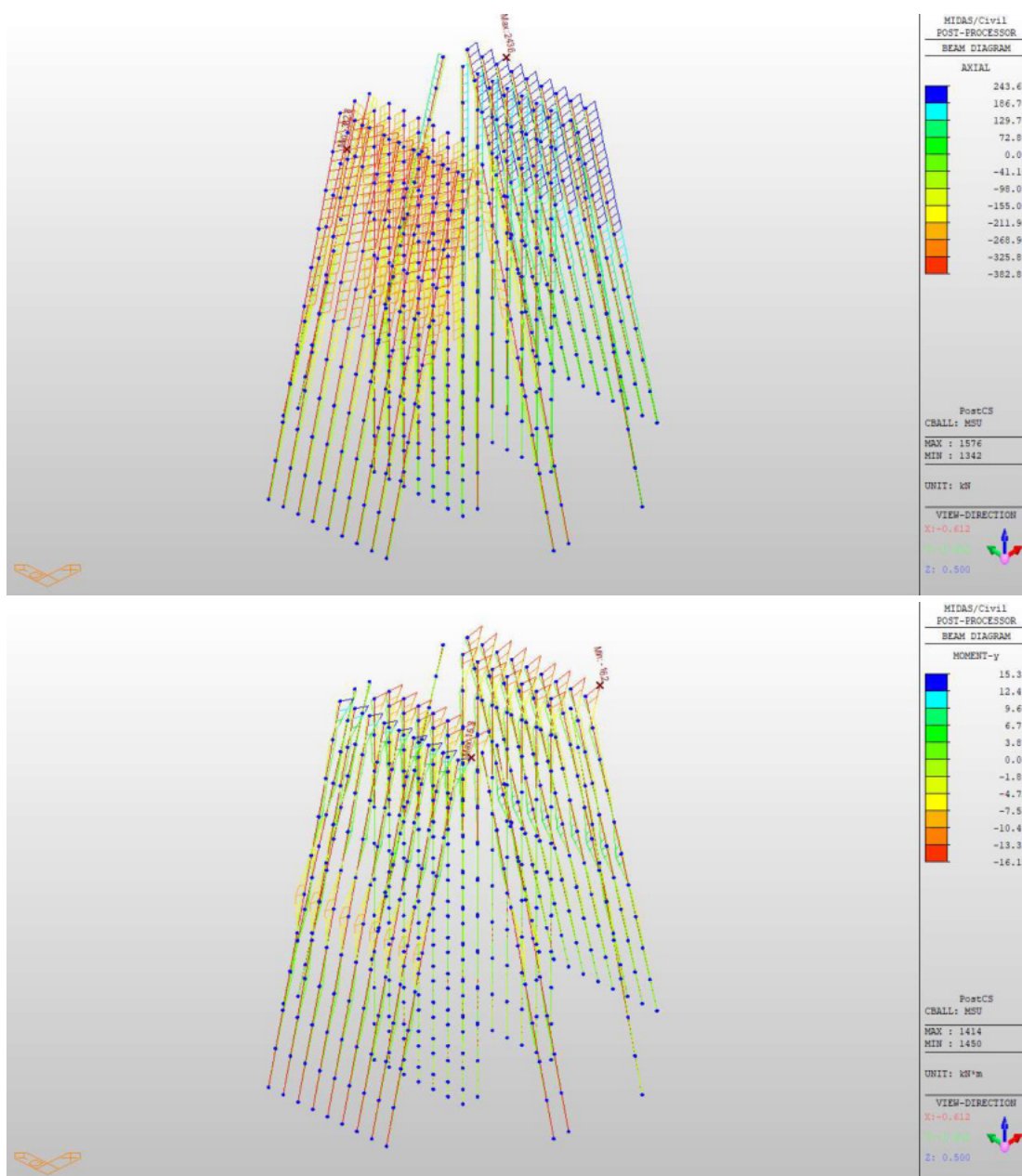
Pilota	0.00-	1.00-	2.00-	3.00-	4.00-	5.00-	6.00-	7.00-	8.00-	9.00-
	-1.00 m	-2.00 m	-3.00 m	-4.00 m	-5.00 m	-6.00 m	-7.00 m	-8.00 m	-9.00 m	-10.00 m
	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
1	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
2	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
3	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
4	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
5	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
6	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
7	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
8	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
9	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
10	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
11	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
12	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
13	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
14	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
15	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
16	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
17	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
18	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
19	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
20	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
21	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
22	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
23	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
24	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
25	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
26	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
27	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
28	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
29	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
30	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
31	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
32	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
33	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
34	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
35	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
36	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
37	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
38	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
39	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
40	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
41	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
42	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
43	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
44	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88
45	3.60	3.60	2.85	0.95	0.00	0.42	1.48	2.53	2.88	2.88

5.2 Vnitřní síly a deformace

Vnitřní síly na mikropiloty byly převzaty z globálního modelu. Pro přehlednost budou vnitřní síly prezentovány pouze pro kombinace v mezním stavu únosnosti a v charakteristické kombinaci na konci životnosti, na které je založení posuzováno. Výsledky zobrazují min&max hodnoty v uzlech elementů. V legendě vpravo je vždy uvedeno, o kterou vnitřní sílu se jedná. Pod skupinou výsledků bude vždy uveden popis, o kterou kombinaci vnitřních sil se jedná.

Pro posouzení mikropilot je rozhodující normálová síla a ohybové momenty, proto budou prezentovány pouze tyto vnitřní síly. Vnitřní síly uvažované v posudcích byly vybrány stejnými pravidly, jako bylo popsáno v kapitole „Nosná konstrukce“.

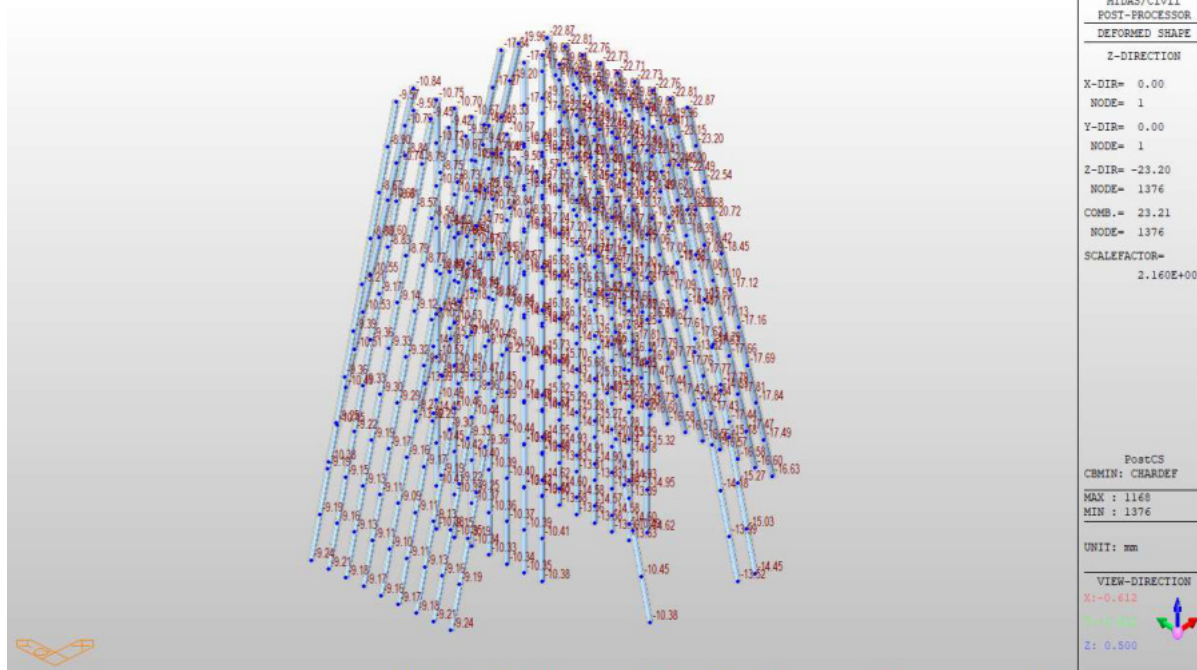
5.2.1 Vnitřní síly



Mezní stav únosnosti (MSÚ)

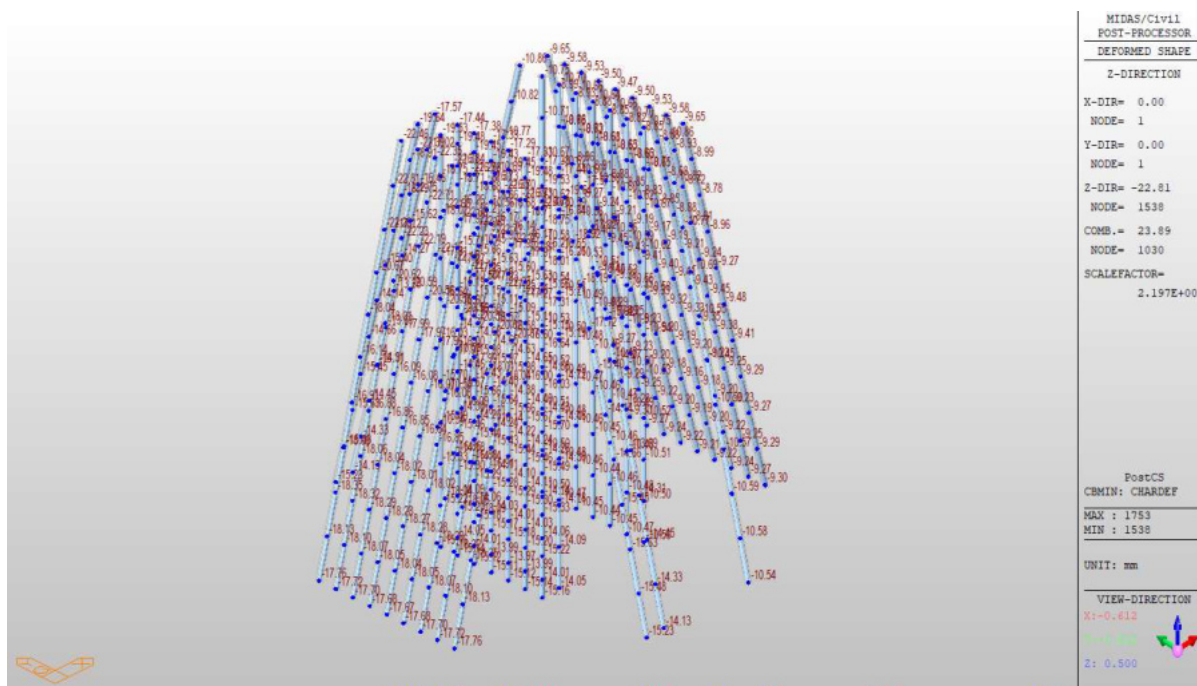
5.2.2 Deformace

5.2.2.1 Založení opěry O1



Charakteristická kombinace (CHAR)

5.2.2.2 Založení opěry O2



Charakteristická kombinace (CHAR)

5.3 Posouzení mikropilotového založení

Vnitřní a vnější únosnost mikropilot byla posouzena v programu GEO5 - modul pilota/mikropiloty. Byla posuzována pouze nejvíce namáhaná mikropilota (šikmá) pod základem opěry O2. Posouzení sedání mikropilot bylo zjednodušeně provedeno v globálním modelu pro obě skupiny mikropilot.

5.3.1 Únosnost mikropilot

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : Česká republika
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1.00$

Mikropiloty

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

Součinitele redukce parametrů zemín			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\varphi} =$	1.25	[-]
Součinitel redukce soudržnosti :	$\gamma_{mc} =$	1.40	[-]
Součinitel redukce kritické síly :	$\gamma_{mf} =$	1.00	[-]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	$\gamma_{sc} =$	1.50	[-]
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_{ss} =$	1.50	[-]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	$\gamma_t =$	1.50	[-]

Parametry zemín

F8 CH (P22)

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 31.00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.00 \text{ kN/m}^3$

R6/F6 (P27)

Objemová tíha : $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 15.00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$

R4 (P16)

Objemová tíha : $\gamma = 21.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 23.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 90.00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.50 \text{ kN/m}^3$

F6 C1 (P22)

Objemová tíha : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 31.00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23.00 \text{ kN/m}^3$

F3 MS (Q18)

Objemová tíha : $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 24.00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 22.00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20.50 \text{ kN/m}^3$

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Geometrie

Průměr = 108.0 mm
Tloušťka stěny = 16.0 mm
Volná délka mikropiloty $l = 4.00$ m
Délka kořene $l_r = 6.00$ m
Průměr kořene $d_r = 0.20$ m
Odklon mikropiloty od svislice $\alpha = 14.04^\circ$
Vysazení mikropiloty nad terén $l_a = 0.00$ m

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00$ kN/m³
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-2.

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30.00$ MPa
Modul pružnosti $E_{cm} = 33000.00$ MPa

Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu $f_y = 355.00$ MPa
Modul pružnosti $E = 210000.00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.31	0.00 .. 1.31	F8 CH (P22)	
2	0.80	1.31 .. 2.11	F8 CH (P22)	
3	2.50	2.11 .. 4.61	F6 Cl (P22)	
4	0.50	4.61 .. 5.11	R4 (P16)	
5	-	5.11 .. ∞	R6/F6 (P27)	

Zatížení

Číslo	Zatížení nové změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano	Nmax	206.98	-8.65
2	Ano	Nmin	-345.33	7.77
3	Ano	My,max	-259.82	15.33
4	Ano	My,min	80.26	-16.18

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 7.81 m od původního terénu.

Posouzení čís. 1

Posouzení průřezu 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda

Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-vetknuti).

Modul reakce podloží $E_p = 6.00$ MN/m³

Spočtený počet půlvln $n = 1.95$

Vzpěrná délka $l_{cr} = 2.27$ m

Kritická normálová síla $N_{crd} = 2122.72$ kN

Statický výpočet

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Maximální normálová síla $N_{max} = 206.98 \text{ kN}$

Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení únosnosti spráženého průřezu:

Průřez je nejvíce využit pro zatěžovací případ čis. 3

Tažená mikropilota - s pevností betonu v tahu se nepočítá.

Uroveň neutrálné osy = 27,6 mm

Napětí v oceli = 138,76 MPa

Výpočtová pevnost oceli = 236,67 MPa

Sprážený průřez mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Posouzení kořene

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.

Součinitel vlivu průměru kořene = 0,85

Průměrné mezni plášťové tření $q_{sav} = 200.00 \text{ kPa}$

Posouzení tlačené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty $R_s = 640.88 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty $R_d = 427.26 \text{ kN}$

Maximální normálová síla $N_{max} = 206.98 \text{ kN}$

Únosnost tlačené mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení tažené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty $R_s = 640.88 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty $R_d = 427.26 \text{ kN}$

Maximální tahová síla $N_{max} = 345.33 \text{ kN}$

Únosnost tažené mikropiloty VYHOVUJE

Svislá únosnost mikropiloty VYHOVUJE

5.3.2 Sedání mikropilot

$$\delta_{z, O1, \min} = -16,63 \text{ mm} > \delta_{z, \lim} = -25,00 \text{ mm}$$

=> VYHOVUJE

$$\delta_{z, O2, \min} = -17,76 \text{ mm} > \delta_{z, \lim} = -25,00 \text{ mm}$$

=> VYHOVUJE

Sedání obou skupin mikropilot je velmi podobné, což splňuje požadavek na omezení nerovnoměrného sedání.

D6 Petrohrad - Lubenec

Lávka přes D6 v km 64,780



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

6 Závěr

Statický výpočet byl proveden za účelem ověření základních dimenzí konstrukce. Ve výpočtu byla posouzena nosná konstrukce v rozhodujících průřezech. Byly posouzeny nejvíce zatížené mikropiloty a deformace celé konstrukce.

Výsledky tohoto výpočtu prokazují dimenzovatelnost konstrukce. Všechny prvky konstrukce byly navrženy a posouzeny podle platných norem ČSN a ČSN EN a doplňujících předpisů. Navržená konstrukce je stabilní a vyhovuje pro nejnepříznivější kombinaci vnitřních sil.

V navazujících výpočtech musí být podrobněji prověřeny jednotlivé části nosné konstrukce a proveden detailnější návrh výztuže železobetonových prvků. Taktéž musí být prověřeny výše zmíněné oblasti, jež byly zanedbány. Zároveň je možné konstrukci dále optimalizovat z hlediska hospodárnosti návrhu.

Tento statický výpočet neslouží pro realizaci konstrukce. V dalších stupních dokumentace je potřeba zhotovit podrobnější statický výpočet.

V Praze, květen 2023

Jaroslav Šesták

7 Přílohy

7.1 Seznam zkratek

Zkratky, které byly použité ve výpočtech, jsou definované v příslušných výše zmíněných předpisech.

hl. – hloubka

NK – nosná konstrukce

ZÚ – začátek úseku

KÚ – konec úseku

IM – integrovaný most

VT – výkonová třída

ČSN – česká technická norma

EN – evropská norma

TP – Technické podmínky

TKP – Technické kvalitativní podmínky staveb

PD – projektová dokumentace

MD ČR – Ministerstvo dopravy České republiky

SO – stavební objekt

IGP – inženýrsko-geologický průzkum

TZ – technická zpráva

vč. – včetně

TDA – Time-dependent-analysis...Časově-závislá-analýza

GSS – globální souřadnicový systém