

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



NÁVRH MOSTNÍ KONSTRUKCE NA DÁLNICI D4

THE DESIGN OF BRIDGE STRUCTURE ON HIGHWAY D4

BAKALÁŘSKÁ ZÁVĚREČNÁ PRÁCE

2021/2022

MATOUŠ KOSINA



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kosina** Jméno: **Matouš** Osobní číslo: **484644**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra betonových a zděných konstrukcí**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Konstrukce a dopravní stavby**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Návrh mostní konstrukce na dálnici D4**

Název bakalářské práce anglicky:

**The design of bridge structure on D4 highway**

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. Lukáš Vráblík, Ph.D. katedra betonových a zděných konstrukcí FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15.05.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Lukáš Vráblík, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, pomocí uvedené literatury, podkladů, norem, pod vedením Doc. Ing. Lukáše Vráblíka, PhD.

V Praze dne 10. května 2022

.....

Kosina Matouš

**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat panu Doc. Ing. Lukáši Vráblíkovi, PhD., pod kterého vedením jsem bakalářskou práci vypracoval, za poskytnuté cenné rady a připomínky.

**Anotace:**

Předmětem práce je návrh nosné konstrukce předpjatého betonového dálničního mostu o třech polích. Práce je tvořena technickou zprávou, statickým výpočtem, příslušnými posudky a výkresovou dokumentací.

Výsledkem práce je předběžný návrh nosné konstrukce, pilířů a založení pilířů.

**Klíčová slova:**

Most, dálniční most, předpjatý most, beton, předpjatý beton, nosná konstrukce, statický výpočet

**Annotation:**

The subject of this work is the design of the load-bearing structure of the highway bridge made of prestressed concrete. The work consists of technical report, static calculation, other relevant assessments and drawing documentation.

The result of the work is a preliminary design of the load-bearing structure, pillars and the foundation of the pillars.

**Key words:**

Bridge, highway bridge, prestressed bridge, concrete, prestressed concrete, load-bearing structure, static calculation

## Obsah

<b>A) TECHNICKÁ ZPRÁVA.....</b>	<b>8</b>
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	8
2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE .....	9
3. ZDŮVODNĚNÍ STAVBY MOSTU .....	10
4. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	11
4.1. Popis konstrukce .....	11
4.2. Vybavení mostu .....	12
5. POSTUP VÝSTAVBY .....	14
<b>B) STATICKÝ VÝPOČET.....</b>	<b>15</b>
1. ÚVOD.....	15
1.1. Identifikační údaje mostu .....	15
1.2. Údaje o mostu.....	15
1.3. Popis komunikace.....	16
1.4. Popis navržené nosné konstrukce.....	16
2. VÝKRESY .....	17
2.1. Vzorový příčný řez.....	17
2.2. Podélný řez.....	17
3. VSTUPNÍ DATA.....	18
3.1. Materiálové charakteristiky .....	18
4. VÝPOČETNÍ MODEL.....	20
4.1. Parametry průřezu nad podporou (příčniku).....	21
4.2. Parametry typického průřezu.....	22
5. ZATÍŽENÍ .....	23
5.1. Stálá zatížení .....	23
5.2. Proměnná zatížení.....	25
6. PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL .....	29
6.1. Vnitřní síly od stálého zatížení .....	29
6.2. Vnitřní síly od proměnného zatížení.....	35
6.3. Souhrn vnitřních sil.....	51
6.4. Výpočet sil působících v patě pilíře.....	51
7. KOMBINACE MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI.....	53
7.1. Předpis kombinací, kombinační součinitele.....	53
7.2. Výsledky kombinací.....	54
8. KOMBINACE MEZNÍHO STAVU POUŽITELNOSTI .....	56
8.1. Předpis kombinací.....	56
8.2. Výsledky kombinací.....	57
9. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PŘEDPĚTÍ .....	62
10. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI .....	66
10.1. Sestavy kombinací pro časy VP, G0.....	66
10.2. Ztráty předpětí.....	69
10.3. Posudek MSP.....	70
11. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI.....	73
12. ZALOŽENÍ PILÍŘŮ .....	74
13. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	75

## A) TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 1. Identifikační údaje

Stavba:	D4 Mirovice, rozšíření
Místo stavby:	Východní část extravilánu obce Mirovice
Druh stavby:	Liniová stavba
Objekt:	SO202 – Most přes Lomnici
Katastrální území:	Mirovice [695505]
Obec:	Mirovice
Kraj:	Jihočeský
Objednatel stavby:	Ředitelství silnic a dálnic ČR Správa Plzeň Hřímálého 47 320 25 Plzeň
Správce stavby:	Ředitelství silnic a dálnic ČR Správa Plzeň Hřímálého 47 320 25 Plzeň
Pozemní komunikace:	Dálnice D4 (SO101)
Přemostované překážky:	řeka Lomnice polní cesta



## 2. Základní údaje

Charakteristika mostu:	Silniční železobetonový most, desková konstrukce
Druh NK:	Dodatečně předepnutá desková železobetonová
Délka přemostění:	55,4 m
Délka NK:	58,6 m
Počet polí:	3
Šikmost mostu:	90°
Směrové poměry:	v oblouku R = 1522 m
Světlost polí:	1. pole: 15,5 m 2. pole: 21,6 m 3. pole: 15,5 m
Volná výška:	1. pole: 5,0 m 2. pole: 7,1 m 3. pole: 4,9 m
Konstrukční výška:	1 m
Šířka levého mostu:	14,9 m
Šířka pravého mostu:	13,1 m
Šířka levé nosné konstrukce:	14,3 m
Šířka pravé nosné konstrukce:	13,5 m
Šířka vozovky na levém mostě:	11,75 m
Šířka vozovky na pravém mostě:	11,75 m
Volná šířka levého mostu:	13,35 m
Volná šířka pravého mostu:	11,75 m
Průchozí šířka levého mostu:	0,75 m
Průchozí šířka pravého mostu:	0,75 m
Úložná výška:	1,00 m
Plocha mostu:	1640,8 m <sup>2</sup>
Přemostovaný vodní tok:	Lomnice

### 3. Zdůvodnění stavby mostu

Most je projektován z důvodu nahrazení původního, dnešním požadavkům již nevyhovujícího mostu. Most je součástí stavby „D4 Mirovice, rozšíření“. V této etapě je úsek dlouhý 3645,00 m rozšiřován ze stávající pozemní komunikace kategorie S 11,5/80 na čtyř pruhovou, směrově dělenou silnici D4 kategorie D 25,5/120.

## 4. Technické řešení

### 4.1. Popis konstrukce

#### 4.1.1. Zakládání

Základové konstrukce jsou navrženy jako pilotové. Z archivních vrtů a nově vrtaných sond jsou patrné geologické poměry převzaty pro tento projekt.

Posuzován je pouze návrh založení pilíře, je navrženo 6 velkopřůměrových pilot o průměru 1,20 m a hloubce kořene piloty 10,30 m. Piloty jsou rozmístěny v jedné řadě v osové vzdálenosti 1,90 m.

#### 4.1.2. Spodní stavba

Pro každý dopravní směr, tedy každý most, je navržena samostatná opěra. Příčný sklon opěry kopíruje příčný sklon mostu, tedy sklon 4,0%. Stejně tak je opěra vyspádována hodnotou 4,0% ve směru k závěrné zídce, kde je navrženo odvodňovací žlábek průměru 0,10 m. Pod ložisky jsou navrženy podložiskové bloky o rozměru 0,80 x 0,80 m. Křídla opěr jsou rovnoběžná, tloušťky 0,50 m.

Pro oba mosty jsou navrženy 2 x 2 pilíře v podélné osové vzdálenosti 23,00 m a příčné osové vzdálenosti 5,90 m pro levý most, respektive 5,10 m pro pravý most. Geometrie pilířů je čtvercová 1,40 m x 1,40 m se skosením hran 0,3/0,3 m.

Pilíře jsou vybetonovány na pásu šířky 2,50 m, délky 12,60 m pro širší levý, respektive 11,80 m pro užší pravý most a výšky 1,50 m v nejvyšším místě. Výška pilířů je z důvodu příčného a podélného sklonu variabilní, nachází se v rozsahu 4,867 m až 5,780 m.

Pevná ložiska jsou z charakteru mostu umístěna na obou pilířích uvnitř směrového oblouku. Pilíře vně směrového oblouku jsou osazeny ložisky příčně posuvnými. Brzdící síly jsou rozloženy do všech čtyř pilířů, všechny proto disponují totožnou geometrií.

#### 4.1.3. Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je navržena jako monolitická železobetonová dodatečně předpjatá spojitá deska o třech polích o rozměrech 17+23+17 m.

Konstrukční výška činí 1,00 m, šířka u levého mostu 14,30 m, šířka pravého mostu je 13,50 m. Oba mosty jsou projektovány jako deska s náběhy, končící na obou stranách konzolou o délce 3,00 m, tloušťky 0,30 m v nejužším a 0,45 m v nejširším místě.

Konstrukce staticky působí jako spojitý nosník o třech polích v poměru rozpětí krajních polí ku prostřednímu přibližně 0,74. Konstrukce je dodatečně předepnutá 13 předpínacími kabely po 19 lanech s předpokladem předpínání z jednoho konce.

#### 4.1.4. Uložení nosné konstrukce

Nosná konstrukce je uložena na hrncová ložiska. Na opěrách jsou ložiska všesměrně posuvná vně směrového oblouku a podélně posuvná uvnitř oblouku. Pilíře jsou osazeny ložisky pevnými uvnitř oblouku a ložisky příčně posuvnými vně oblouku. Ložiska jsou uložena na podložiskové bloky o rozměrech 0,80 x 0,80 m a to v případě opěry a pilíře.

#### 4.2. Vybavení mostu

##### 4.2.1. Vozovka, izolace

#### IZOLACE

Izolační souvrství se skládá z pečetící vrstvy a izolace NAIP, tedy nastavitelných asfaltových izolačních pásů.

#### ASFALTOVÉ SOUVRSTVÍ

Je navržena třívrstvá asfaltová vozovka s následující skladbou (od vnější vrstvy):

obrusná vrstva SMA 11S	40 mm
postřík spojovací PS-CP	
ložní vrstva ACL 16S	50 mm
postřík spojovací PS-CP	
ochrana izolace MA 16IV	40 mm
izolace NAIP	5 mm
pečetící vrstva na upravený povrch NK CELKEM	135 mm

##### 4.2.2. Okraje mostu

Na mostu nejsou projektovány veřejné chodníky.

Levý okraj levého mostu disponuje chodníkem obslužným šířky 0,85 m. V prostoru o šířce 0,30 m je zde umístěno prodyšné zábradlí výšky 1,10 m. Z druhé strany chrání ohraničuje průchozí prostor jednostranné svodidlo výšky minimálně 0,85 m.

Vnitřní okraje mostů jsou osazeny římsami s přejezdovým obrubníkem výšky 0,07 m nad povrch vozovky, na vnitřní římsce pravého mostu je umístěno oboustranné svodidlo o úrovni zadržení H2 výšky minimálně 0,85 m. Pravá římsa pravého mostu disponuje totožnými prvky jako levá římsa levého mostu.

##### 4.2.3. Římsy

Římsy jsou navrženy monolitické z betonu C30/37, vyztuženy betonářskou výztuží.

Šířka říms je:

- 1,55 m u levého okraje levého mostu
- 1,60 m u pravého okraje levého mostu
- 0,80 m u levého okraje pravého mostu
- 1,55 m u pravého okraje levého mostu

Výška říms je:           0,15 m nad povrch vozovky u levého okraje levého mostu  
                              0,07 m nad povrch vozovky u pravého okraje levého mostu  
                              0,07 m nad povrch vozovky u levého okraje pravého mostu  
                              0,15 m nad povrch vozovky u pravého okraje levého mostu

Tloušťka svislých částí říms je 0,30 m a délka svislé části 0,75 m.

Všechny římsy jsou ve sklonu 4% ve směru k odvodňovacímu proužku.

Zrcátko mezi prostředními římsami mezi oběma mosty je v šířce 0,10 m.

Římsy budou kotveny do nosné konstrukce talířovými kotvami, ty budou upevněny pomocí chemických kotev.

Ve svislých segmentech říms jsou osazeny chráničky průměru 0,11 m.

#### *4.2.4. Odvodnění mostu*

Odvodnění mostu je zajištěno jednostranným příčným sklonem 4,0% ve směru k odvodňovacímu proužku. Protispád 4,0% zasahuje 0,25 m do šířky odvodňovacího proužku.

Mostní odvodňovače jsou rozmístěny po délce mostu každých 12,00 m, ústí do podélného svodu dešťové vody profilu DN 150 upevněného samostatně na obou mostech při spodním povrchu. Odvodňovače procházejí skrz koncový příčník a závěrnou zídku a ústí u paty tělesa komunikace.

## 5. Postup výstavby

Postup výstavby je možno shrnout do několika fází:

- Fáze 1 Je třeba zapažit těleso stávající komunikace, k tomu bude využita štětovnicová stěna. Poté bude upraven terén pro možnost příjezdu a činnosti vrtné soupravy.
- Fáze 2 Vyvrtání velkopřůměrových pilot jako základ opěry a pilířů.
- Fáze 3 Vybednění pilířů a opěr, betonáž pilířů a opěr, přičemž závěrnou zídku lze vybetonovat až po předepnutí nosné konstrukce.
- Fáze 4 Po betonáži spodní stavby budou usazena ložiska, připravena pevná skruž na betonáž nosné konstrukce. Pevná skruž bude v levém poli složena pouze ze stojek a příčného, podélného zavětrování. Prostřední pole bude z důvodu překlenutí řeky Lomnice vybedněno na I nosnících se stojkami poblíž pilířů, pravé pole bude kvůli zachování průjezdnosti polní cesty také vybedněno na I nosnících.
- Fáze 5 Po vybetonování a předepnutí nosné konstrukce v čase určeným projektem je možno vybetonovat závěrné zídky a usadit dilatační mostní závěry.
- Fáze 6 Po dokončení všech prací na pravém mostě (betonáž říms, usazení odvodnění, vytvoření povrchu, ...) a převedení dopravy na tento most bude zahájena demolice původního levého prefabrikovaného mostu, postup výstavby levého mostu je shodný s výstavbou mostu pravého.

## B) STATICKÝ VÝPOČET

### 1. Úvod

#### 1.1. Identifikační údaje mostu

Stavba: D4 Mirovice, rozšíření  
Objekt: SO202 – Most přes Lomnici

Katastrální území: Mirovice [695505]  
Obec: Mirovice  
Kraj: Jihočeský

Pozemní komunikace: Dálnice D4 (SO101)

#### 1.2. Údaje o mostu

Charakteristika mostu: Silniční železobetonový most, desková konstrukce  
Druh NK: Dodatečně předepnutá desková železobetonová  
Délka přemostění: 55,4 m  
Délka NK: 58,6 m  
Počet polí: 3  
Šikmost mostu: 90°  
Světlost polí: 1. pole: 15,5 m  
2. pole: 21,6 m  
3. pole: 15,5 m  
Volná výška: 1. pole: 5,0 m  
2. pole: 7,1 m  
3. pole: 4,9 m  
Konstrukční výška: 1 m  
Šířka levého mostu: 14,9 m  
Šířka pravého mostu: 13,1 m  
Šířka levé nosné konstrukce: 14,3 m  
Šířka pravé nosné konstrukce: 13,5 m  
Šířka vozovky na levém mostě: 11,75 m  
Šířka vozovky na pravém mostě: 11,75 m  
Volná šířka levého mostu: 13,35 m  
Volná šířka pravého mostu: 11,75 m  
Přemostovaný vodní tok: Lomnice

### 1.3. Popis komunikace

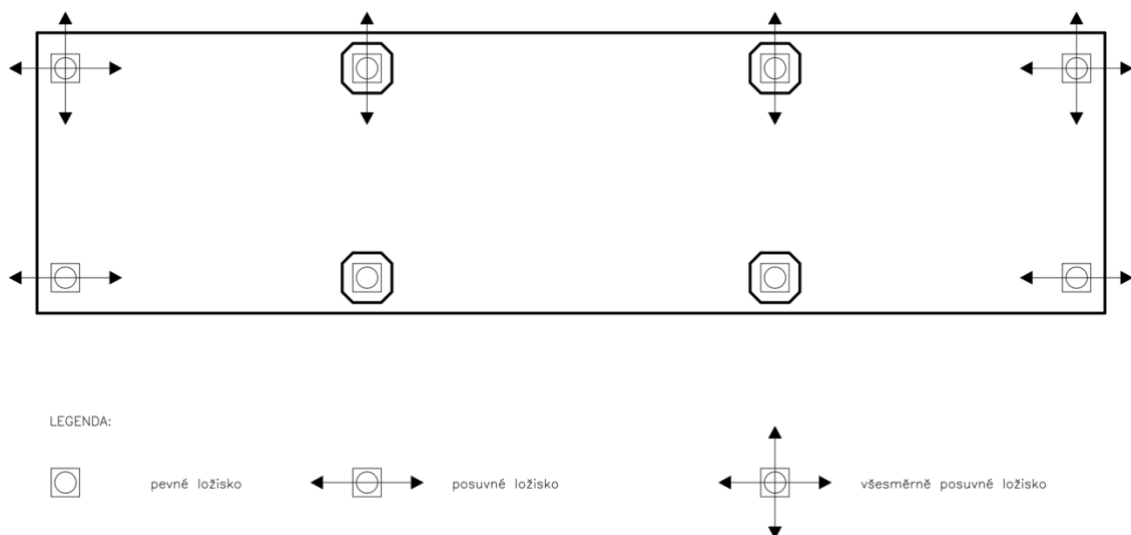
Most převádí dálnici D4 o šířkovém uspořádání mimo most R25,5/130. Pro každý dopravní směr je navržen samostatný most, šířka komunikace na mostě činí 11,75 metru. Komunikace na pravém mostě směřuje na Strakonice, levý most vede na Prahu.

### 1.4. Popis navržené nosné konstrukce

Nosná konstrukce je navržena jako spojitá dodatečně předpjatá deska o třech polích o rozměrech 17,0 + 23,0 + 17,0 metru. Příčný řez tvoří deska s náběhy o konstrukční výšce 1,0 metru. V místě opěr se nacházejí příčníky o výšce 1,2 metru a délce 1,6 metru.

Podélný sklon převáděné komunikace je 0,8%, příčný sklon je jednostranný o hodnotě 4%. Pod římsami do odvodňovacího proužku je protispád o hodnotě 4%, horní povrchy říms jsou ve sklonu 4%.

V následujícím půdorysném schématu jsou vyznačena ložiska.



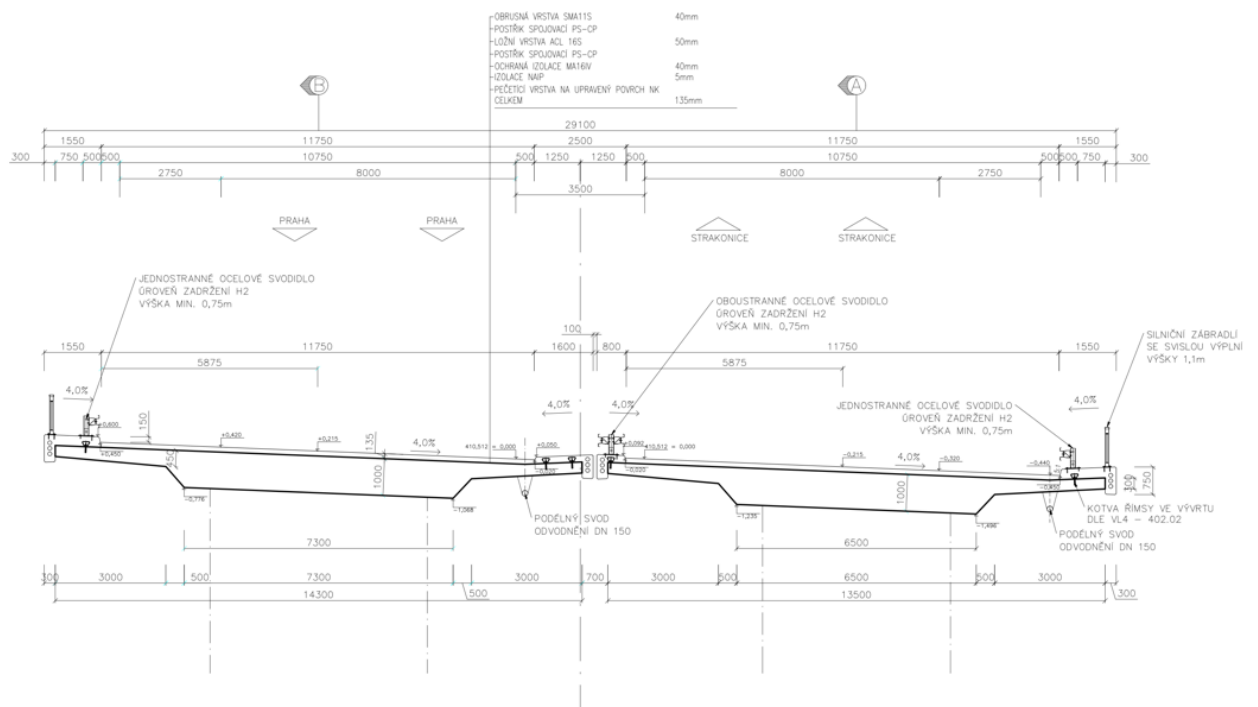
Obrázek 1: Schéma rozložení pevných, posuvných a všesměrně posuvných ložisek

V této práci je řešen pouze levý, širší most ve směru na Prahu.



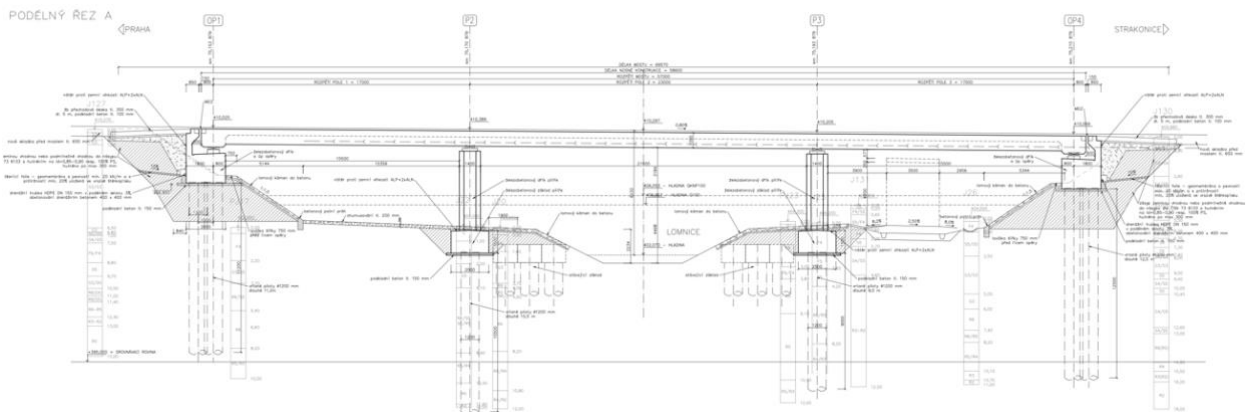
## 2. Výkresy

### 2.1. Vzorový příčný řez



Obrázek 2: Vzorový příčný řez

### 2.2. Podélný řez



Obrázek 3: Podélný řez levým mostem

### 3. Vstupní data

#### 3.1. Materiálové charakteristiky

##### 3.1.1. Beton

V návrhu jsou použity tři druhy betonu. Hlavní nosná konstrukce je z betonu C35/45, spodní stavba poté z betonu C30/37.

Následují materiálové charakteristiky těchto betonů:

Nosná konstrukce: C35/45

Spodní stavba: C30/37

		C35/45	C30/37
Charakteristická pevnost v tlaku:	$f_{ck}$	35,0 MPa	30,0 MPa
Průměrná válcová pevnost:	$f_{cm}$	43,0 MPa	38,0 MPa
Návrhová pevnost v tlaku:	$f_{cd}$	21,0 MPa	18,0 MPa
Průměrná pevnost v tahu:	$f_{ctm}$	3,2 MPa	2,9 MPa
Sečnový modul pružnosti:	$E_{cm}$	34,0 MPa	33,0 MPa
Tečnový modul pružnosti:	$E_c$	35,7 MPa	34,65 MPa

Charakteristiky v čase vnesení předpětí (VP):

Pevnost v tlaku v čase VP:	$f_{ck(t)}$	$f_{cm(t)} - 8 \text{ MPa}$	=	27,205 MPa
Průměrná válcová pevnost v čase VP:	$f_{cm(t)}$	$\beta_{cc(t)} * f_{cm}$	=	35,20 MPa
		$\beta_{cc(t)}$	$0,819$	$; s = 0,2$
Průměrná pevnost v tahu v čase VP:	$f_{ctm(t)}$	$(\beta_{cc(t)})\alpha * f_{ctm}$	=	2,620 MPa
			$;\alpha = 1$	
Dolní kvantil pevnosti v tahu v čase VP:	$f_{ctk0,05}$	$0,7 * f_{ctm}$	=	2,24 MPa

##### 3.1.2. Předpínací výztuž

V návrhu byly použity předpínací kabely Y1860S7 – 15,7

Charakteristická pevnost v tahu:	$f_{pk}$		1860 MPa
Charakteristická smluvní mez kluzu:	$f_{p0,1k}$	$0,88f_{pk}$	= 1636,8 MPa
Návrhová hodnota napětí v lanech:	$f_{pd}$	$f_{p0,1k}/1,15$	= 1423,3 MPa
Maximální napětí při napínání:	$\sigma_{p,max}$	$\min(0,8f_{pk}; 0,9f_{p0,1k})$	= 1473,1 MPa
Maximální napětí po vnesení předpětí:	$\sigma_{pm0}$	$\min(0,75f_{pk}; 0,85f_{p0,1k})$	= 1391,3 MPa

##### 3.1.3. Betonářská výztuž

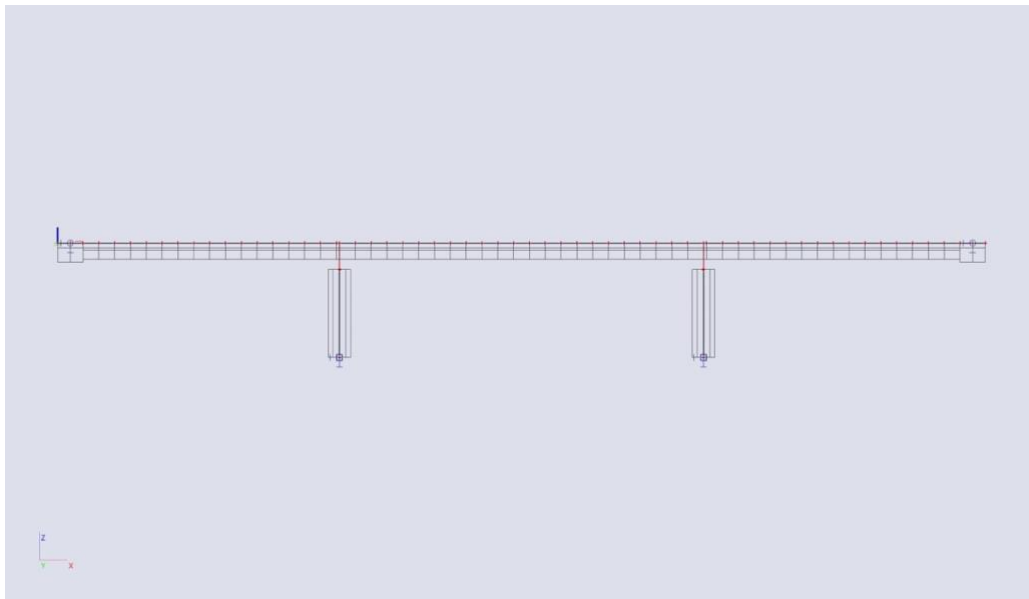
Charakteristická pevnost v tahu:	$f_{yk}$	500 MPa
----------------------------------	----------	---------

Součinitel betonářské výztuže:	$\gamma_s$	1,15
Návrhová mez kluz:	$f_{yd}$	434,783 MPa
Třída tažnosti:	<b>B</b>	

#### 4. Výpočetní model

Model byl zvolen prutový ve 3D. Je složen a posuzován v řezech.

Nad opěrami se nachází příčník, ostatní řezy, označovány jako „typický“, jsou shodné. Podpory v místě opěr jsou modelovány jako posuvné klouby ve směru x, rotačně tuhé kolem osy x. Propojení pilířů a nosné konstrukce je modelováno jako tuhá vazba mezi dvěma uzly.



Obrázek 4: Výpočetní model

č.	1.uzel	2.uzel	délka	průřez	č.	1.uzel	2.uzel	délka	průřez
1	0	0,8	0,8	příčník	32	29,8	30,8	1	typický
2	0,8	1,6	0,8	příčník	33	30,8	31,8	1	typický
3	1,6	2,6	1	typický	34	31,8	32,8	1	typický
4	2,6	3,6	1	typický	35	32,8	33,8	1	typický
5	3,6	4,6	1	typický	36	33,8	34,8	1	typický
6	4,6	5,6	1	typický	37	34,8	35,8	1	typický
7	5,6	6,6	1	typický	38	35,8	36,8	1	typický
8	6,6	7,6	1	typický	39	36,8	37,8	1	typický
9	7,6	8,6	1	typický	40	37,8	38,8	1	typický
10	8,6	9,6	1	typický	41	38,8	39,8	1	typický
11	9,6	10,6	1	typický	42	39,8	40,8	1	typický
12	10,6	11,6	1	typický	43	40,8	41	0,2	typický
13	11,6	12,6	1	typický	44	41	42	1	typický
14	12,6	13,6	1	typický	45	42	43	1	typický
15	13,6	14,6	1	typický	46	43	44	1	typický
16	14,6	15,6	1	typický	47	44	45	1	typický
17	15,6	16,6	1	typický	48	45	46	1	typický

18	16,6	17,6	1	typický	49	46	47	1	typický
19	17,6	17,8	0,2	typický	50	47	48	1	typický
20	17,8	18,8	1	typický	51	48	49	1	typický
21	18,8	19,8	1	typický	52	49	50	1	typický
22	19,8	20,8	1	typický	53	50	51	1	typický
23	20,8	21,8	1	typický	54	51	52	1	typický
24	21,8	22,8	1	typický	55	52	53	1	typický
25	22,8	23,8	1	typický	56	53	54	1	typický
26	23,8	24,8	1	typický	57	54	55	1	typický
27	24,8	25,8	1	typický	58	55	56	1	typický
28	25,8	26,8	1	typický	59	56	57	1	typický
29	26,8	27,8	1	typický	60	57	57,8	0,8	příčník
30	27,8	28,8	1	typický	61	57,8	58,6	0,8	příčník
31	28,8	29,8	1	typický					

Tabulka 1: Výčet řezů použitých v modelu konstrukce.

#### 4.1. Parametry průřezu nad podporou (příčníku)

<b>Jméno</b>	Příčník	
<b>Typ</b>	Deska 2	
<b>Detailní</b>	14300; 900; 0; 500; 300	
<b>Materiál</b>	C35/45	
<b>Výroba</b>	beton	
<b>Použit 2D MKP výpočet</b>	✓	
<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	1,6710e+01	
<b>A<sub>y, z</sub> [m<sup>2</sup>]</b>	1,3949e+01	1,3167e+01
<b>I<sub>y, z</sub> [m<sup>4</sup>]</b>	1,9974e+00	2,7047e+02
<b>I<sub>w</sub> [m<sup>6</sup>], t [m<sup>4</sup>]</b>	3,0894e+01	7,5650e+00
<b>W<sub>el</sub> y, z [m<sup>3</sup>]</b>	3,2847e+00	3,7828e+01
<b>W<sub>pl</sub> y, z [m<sup>3</sup>]</b>	0,0000e+00	0,0000e+00
<b>d y, z [mm]</b>	0	-29
<b>c YUCS, ZUCS [mm]</b>	7150	608
<b>α [deg]</b>	0,00	
<b>A<sub>L, D</sub> [m<sup>2</sup>/m]</b>	3,0259e+01	3,0259e+01
<b>M<sub>ply</sub> +, - [Nm]</b>	0,00	0,00
<b>M<sub>plz</sub> +, - [Nm]</b>	0,00	0,00

Obrázek 5: Parametry průřezu nad podporou

#### 4.2. Parametry typického průřezu

Jméno	Typický	
Typ	Jednoduché T	
Detailní	14300; 7300; 500; 3000; 550; 150; 300; 0	
Materiál	C35/45	
Výroba	beton	
Použití 2D MKP výpočet	✓	
A [m <sup>2</sup> ]	1,0275e+01	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	9,4853e+00	9,6290e-01
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	8,4425e-01	1,1425e+02
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,3726e+00	2,5861e+00
W <sub>el, y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,4648e+00	1,5979e+01
W <sub>pl, y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00	0,0000e+00
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	-158
c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]	7150	576
α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	2,9694e+01	2,9694e+01
M <sub>ply, +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00
M <sub>plz, +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00

Obrázek 6: Parametry průřezu nad podporou

## 5. Zatížení

### 5.1. Stálá zatížení

#### 5.1.1. Vlastní tíha

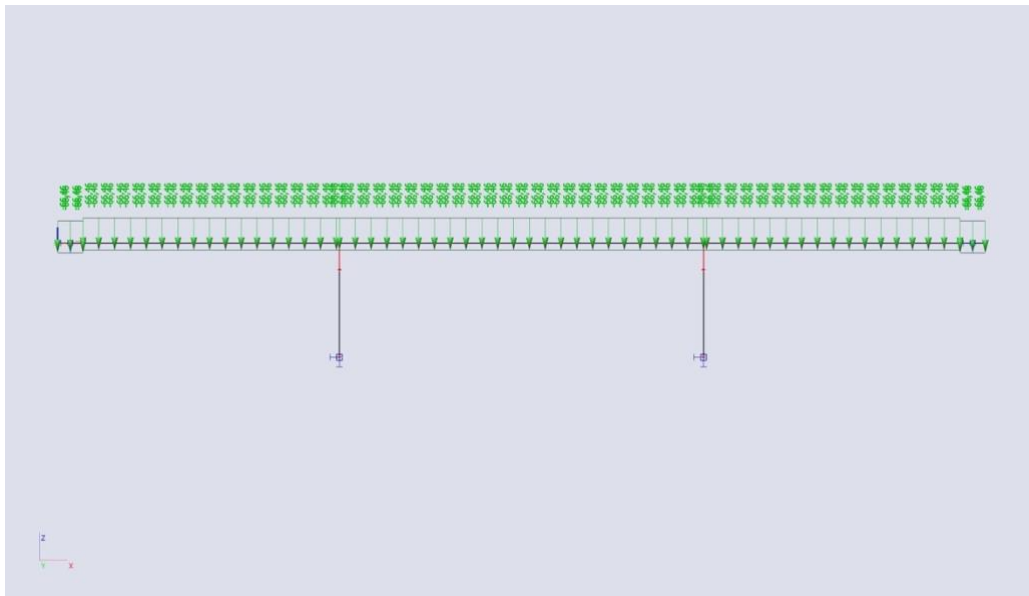
Objemová tíha předpjatého betonu je uvažována jako 26 kN/m<sup>3</sup>.

#### 5.1.2. Ostatní stálá zatížení

Ostatní uvažovaná stálá zatížení:

	obj. hm. [kN/m <sup>3</sup> ]	plocha [m <sup>2</sup> ]	liniové zatížení [kN/m]
Římsy	25,000	0,991	24,787
Vozovka	25,000	1,587	39,673
Zábradlí			1,000
Svodidla			1,000
			$\Sigma = 66,459$

Svodidla a zábradlí jsou jen na vnější (pravé) římsce. Vnitřní římsa je bez svodidel a zábradlí, projektována jako přejezdová.

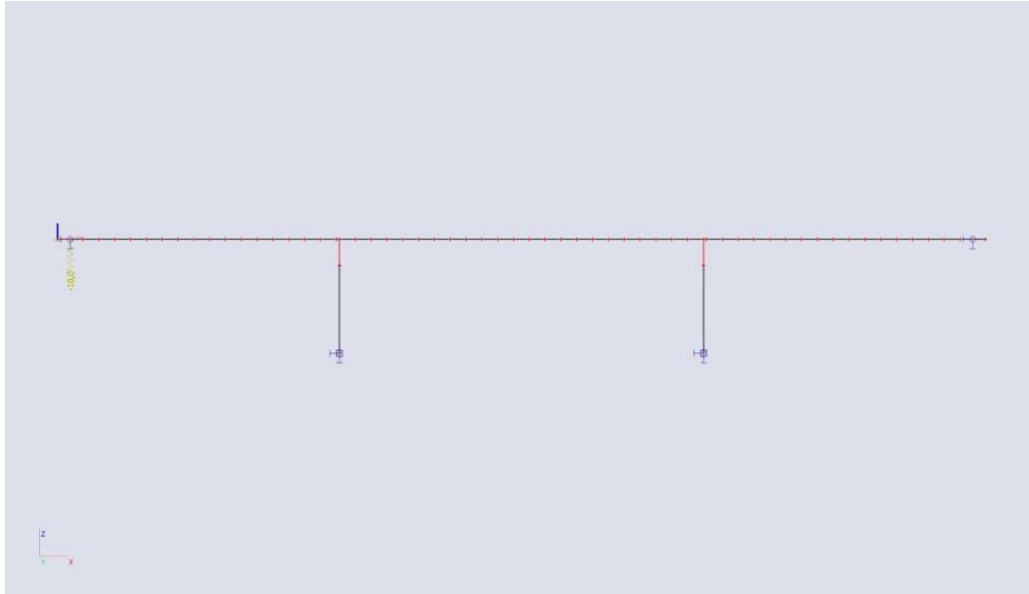


Obrázek 7: Ostatní stálé zatížení

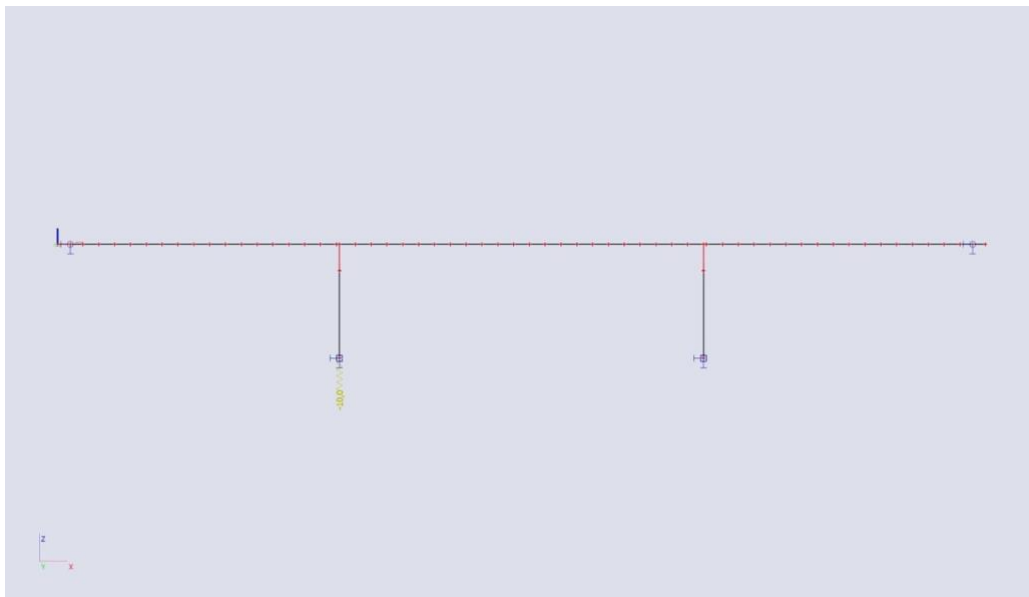
#### 5.1.3. Poklesy podpor

Jsou uvažovány poklesy piliře a podpory.

Předpokládá se pokles OP1 o  $w_1 = 10$  mm nebo pokles P2 o  $w_2 = 10$  mm. Z důvodu symetrie konstrukce není třeba počítat se zatěžovacími stavy poklesu P3 a poklesu OP4. Z prvních dvou zatěžovacích stavů je sestavena třída zatížení a jsou uvažovány nejnepríznivější možné výsledky.



Obrázek 8: Pokles OP1



Obrázek 9: Pokles P2

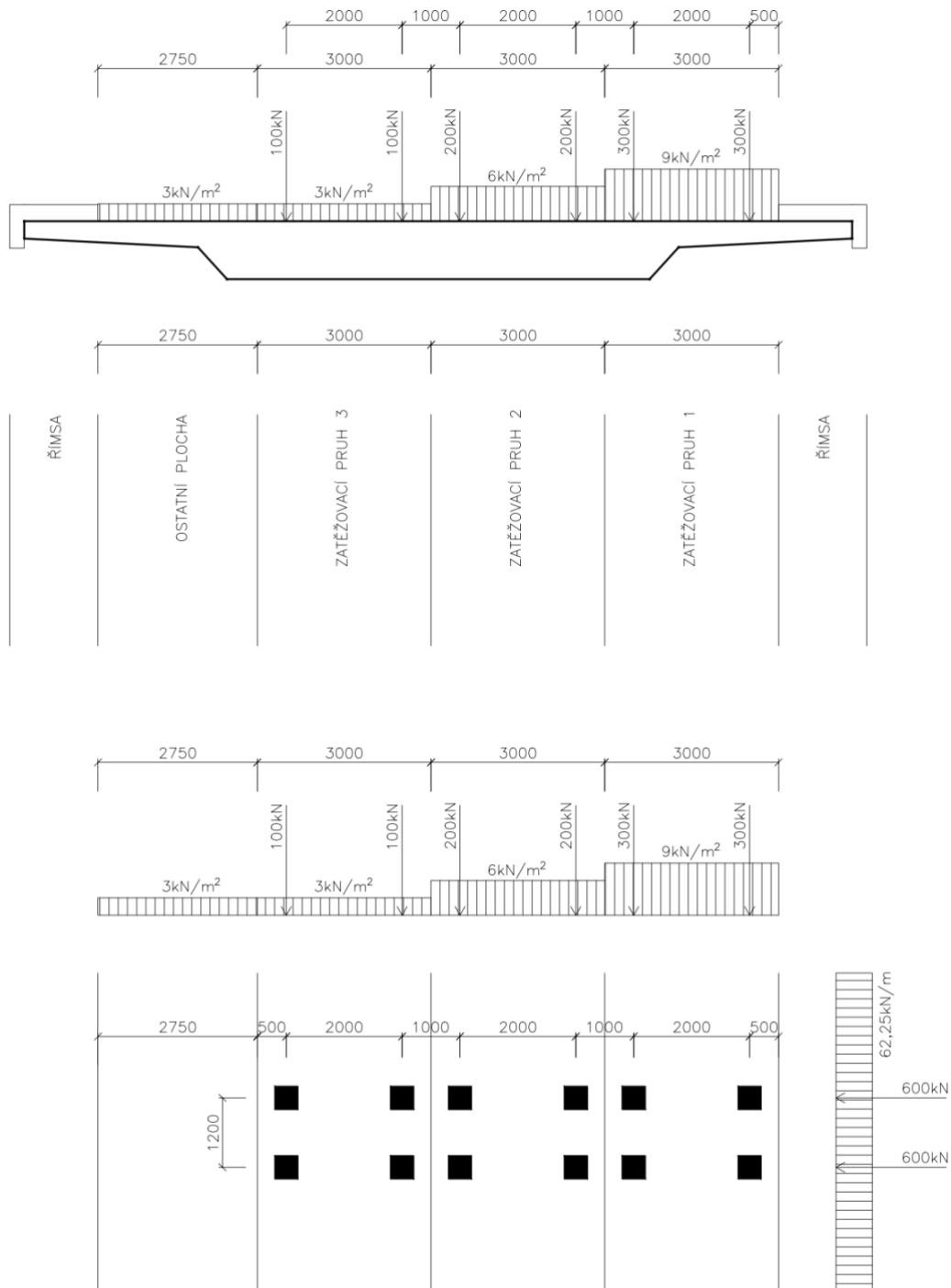


## 5.2. Proměnná zatížení

### 5.2.1. Zatížení dopravou – model LM1

Z modelů zatížení dopravou byl proveden posudek na model LM1.

Schéma rozložení zatěžovacích pruhů je vyobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 10: Schéma rozložení modelu LM1 na mostu

Brzdné síly od zatížení dopravou jsou vypočteny dle vzorce

$$Q_{1k} = 0,6\alpha_{Q1}*(2Q_{1k})+0,1\alpha_{q1}q_1w_1L,$$

počítá se tedy s hodnotou 60% nápravových sil a 10% plošného zatížení. Součinitele  $\alpha_{Q1}$  a  $\alpha_{q1}$  jsou rovny 1,0. L je délka celého mostu.

Hodnota podélných brzdných sil je tedy 518,22 kN. Příčné brzdné síly se uvažují jako 25% podélných brzdných sil, tedy 129,55 kN.

### 5.2.2. Zatížení chodci

Zatížení chodci je uvažováno hodnotou 5 kN/m<sup>2</sup>. Je navržen pouze jednostranný obslužný chodník šířky 0,75 m. Liniové zatížení tedy čítá 3,75 kN/m.

### 5.2.3. Zatížení teplotou

Pro určení odezvy zatížení teplotou je uvažována pouze svislá lineární složka (postup 1) dle normy ČSN EN 1991-1-5 73 0035 Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou.

Z tabulky \_ je nutno zvolit typ nosné konstrukce 3 – betonovou desku.

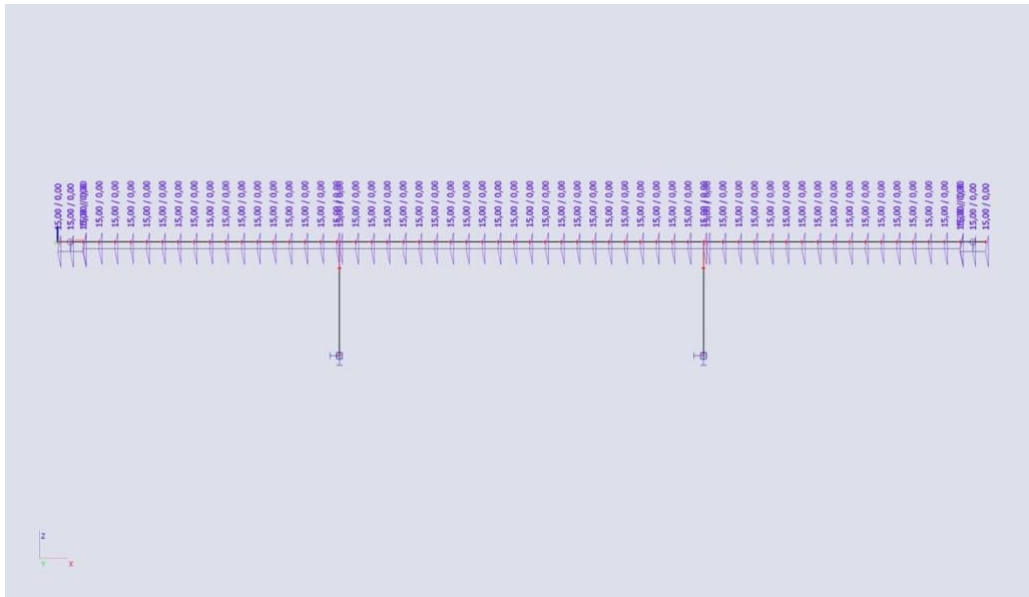
Hodnoty lineárních rozdílových složek teploty jsou následující:

Typ nosné konstrukce	Horní povrch teplejší než dolní	Dolní povrch teplejší než horní
	$\Delta T_{M,heat}$ (°C)	$\Delta T_{M,cool}$ (°C)
1. typ: ocelová nosná konstrukce	18	13
2. typ: ocelobetonová nosná konstrukce	15	18
3. typ: betonová nosná konstrukce		
– betonový komorový nosník	10	5
– betonový nosník	15	8
– betonová deska	15	8
POZNÁMKA 1 Hodnoty uvedené v tabulce jsou horními mezními hodnotami lineárně proměnné složky teploty pro reprezentativní vzorek geometrie mostů.		
POZNÁMKA 2 Hodnoty uvedené v tabulce pro mosty pozemních komunikací, lávky a pro železniční mosty vycházejí z 50 mm tloušťky mostního svršku. Pro jiné tloušťky mostního svršku se mají tyto hodnoty vynásobit součinitelem $k_{sur}$ . Doporučené hodnoty součinitele $k_{sur}$ jsou uvedené v tabulce 6.2.		

Tabulka 2: Typ nosné konstrukce pro posudek zatížení teplotou

Horní povrch teplejší než dolní:  $\Delta T_{M,heat} = 15$  °C

Dolní povrch teplejší než horní:  $\Delta T_{M,cool} = 8$  °C



Obrázek 11: Zatížení teplotou – horní povrch teplejší než dolní



Obrázek 12: Zatížení teplotou – dolní povrch teplejší než horní

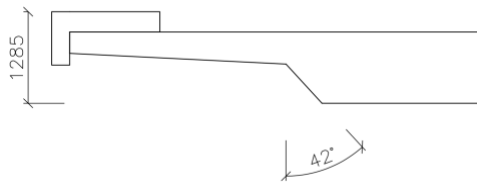
#### 5.2.4. Zatížení větrem

Zatížení větrem bylo vypočteno za účelem výpočtu reakce v pilířích, použitých k jejich návrhu.

Síla působící ve směru kolmém k mostu je počítána pomocí vzorce:  $F_W = \frac{1}{2} \rho V_b^2 C A_{ref,x}$

kde:	$F_w$	daná výsledná síla	98,74 kN
	$\rho$	měrná hmotnost vzduchu	1,25 kg/m <sup>3</sup>
	$V_b$	základní rychlost větru	25 m/s
	$C$	součinitel zatížení větrem $c_e * c_{fx}$	2,72
	$c_e$	součinitel expozice (kategorie terénu II)	2,65
	$c_{fx}$	součinitel čelního odporu	1,3

Součinitel čelního odporu  $c_{fx}$  lze zmenšit o 0,5% (maximálně 30%) na každý stupeň odklonu návětrné čelní plochy od svislice. V tomto případě činí odklon 42°, součinitel je tedy zmenšen o 21% z hodnoty 1,3 na hodnotu 1,027.



Obrázek \_ : Odklon návětrné čelní plochy od svislice

$c_{fx, \text{zmenšený}}$  1,027

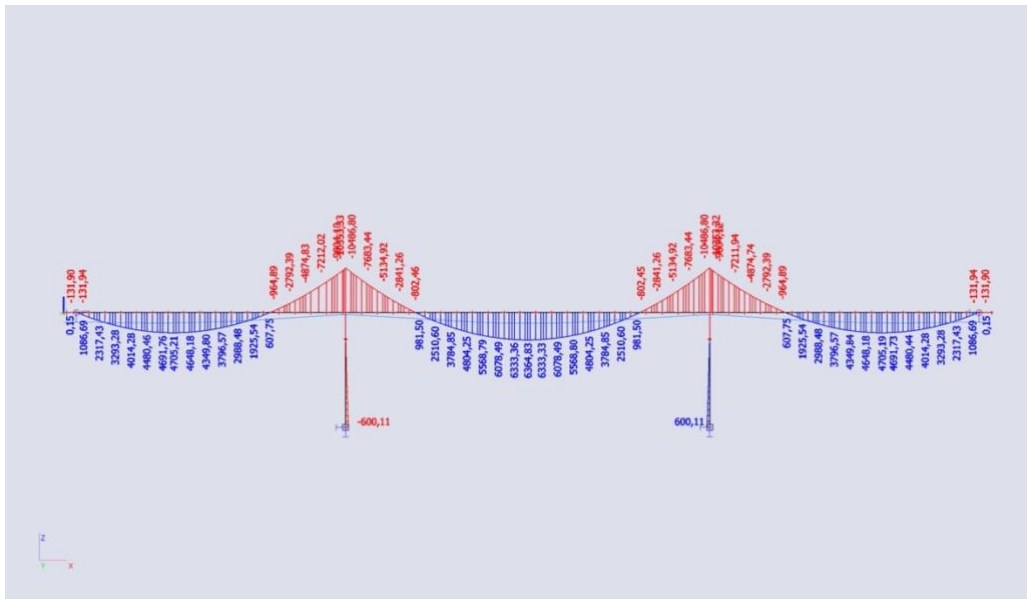
$A_{ref,x}$	referenční plocha	$d_{tot} * L$	31,7 m <sup>2</sup>
$d$	výška průřezu		1,285 m
$d_0$	přídavek k $d$ ; prodyšné zábradlí		0,3 m
$d_{tot}$	celková výška		1,585 m
$L$	délka konstrukce odporující větru	$17/2 + 23/2$	58,6 m

## 6. Průběhy vnitřních sil

### 6.1. Vnitřní síly od stálého zatížení

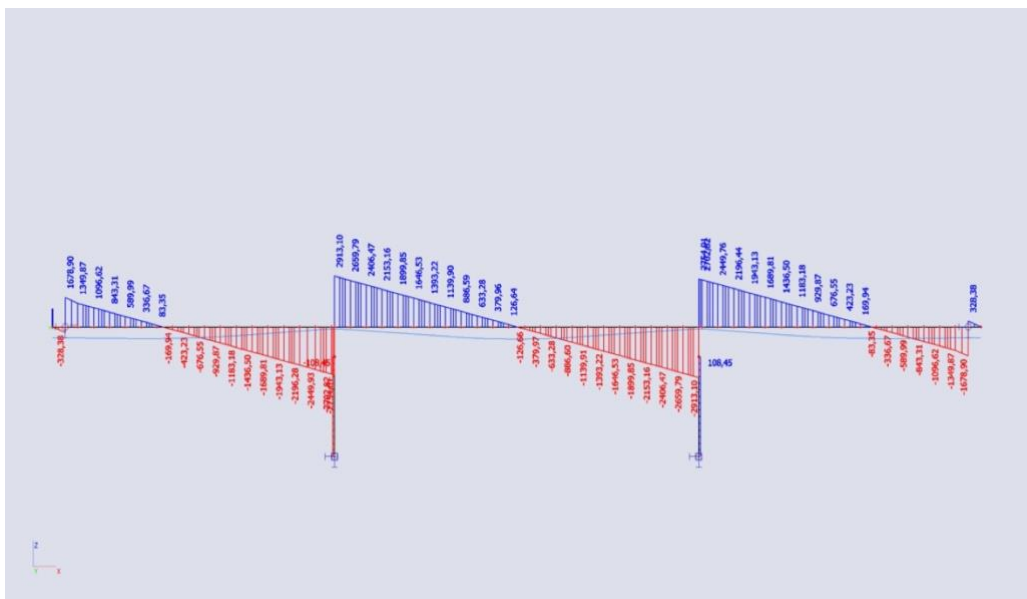
#### 6.1.1. Vlastní tíha

Vnitřní síla:  $M_y$   
Extrém v poli: 6 364,83 kNm  
Extrém nad podporou: -10 486,80 kNm

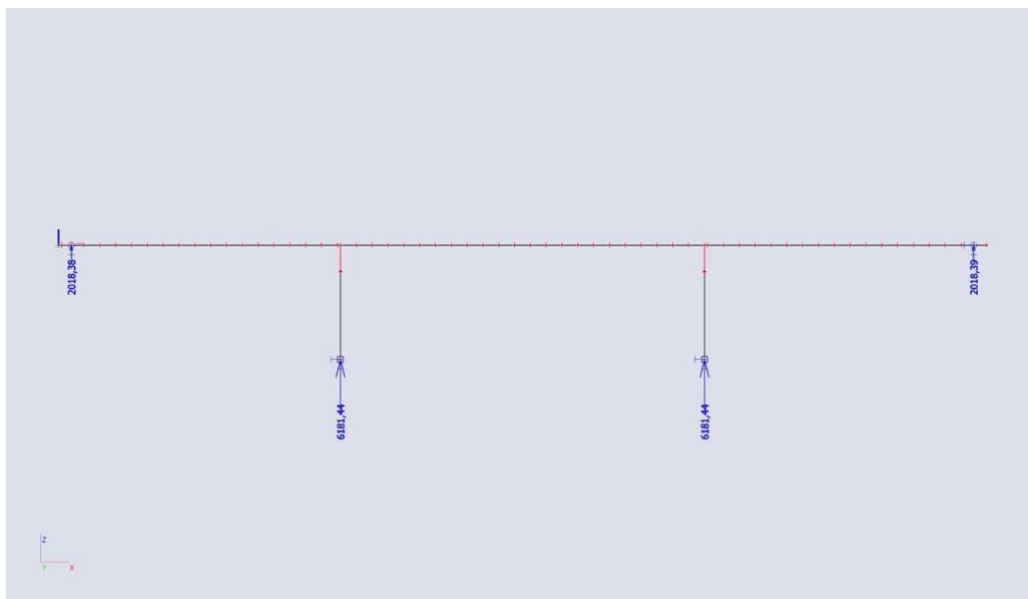


Obrázek 13: Průběh momentu od zatížení vlastní tíhou

Vnitřní síla:  $V_z$   
Extrém v poli: 0 kN  
Extrém nad podporou:  $\pm 2\,913,10$  kN

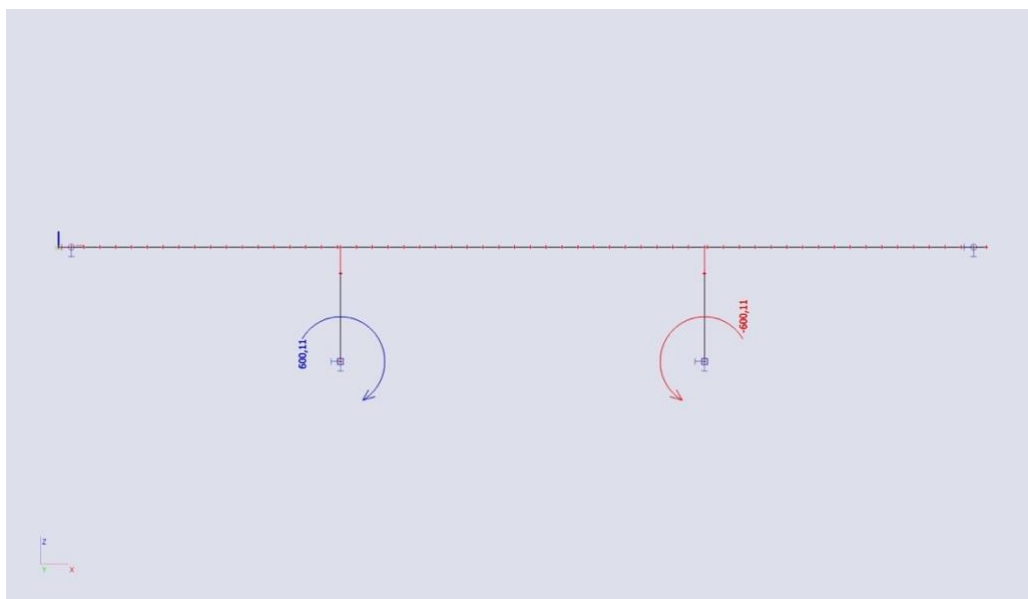


Reakce:  $R_z$



Obrázek 15: Svislá reakce od zatížení vlastní tíhou

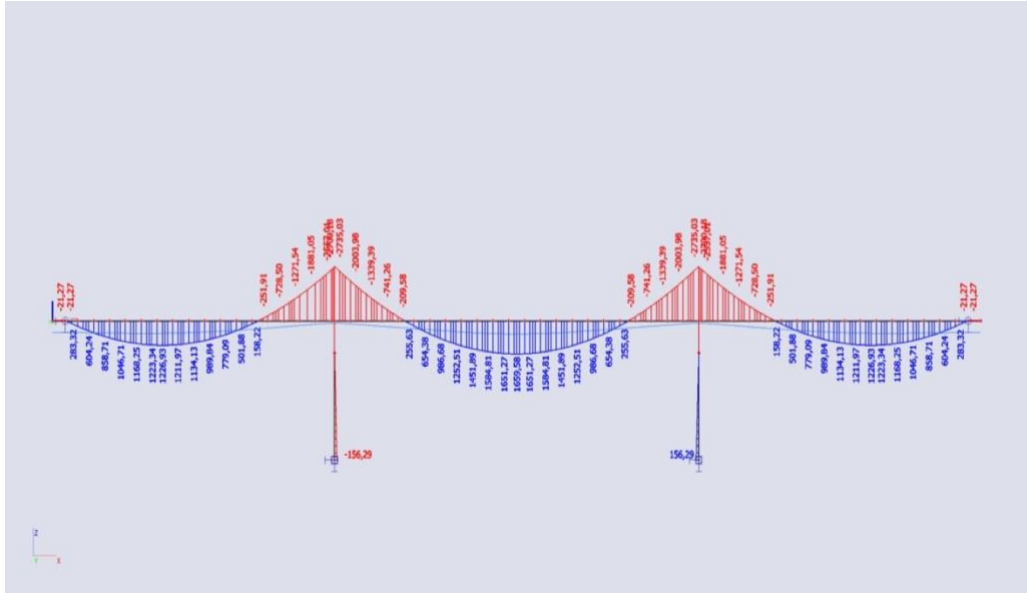
Reakce:  $M_y$



Obrázek 16: Momentová reakce od zatížení vlastní tíhou

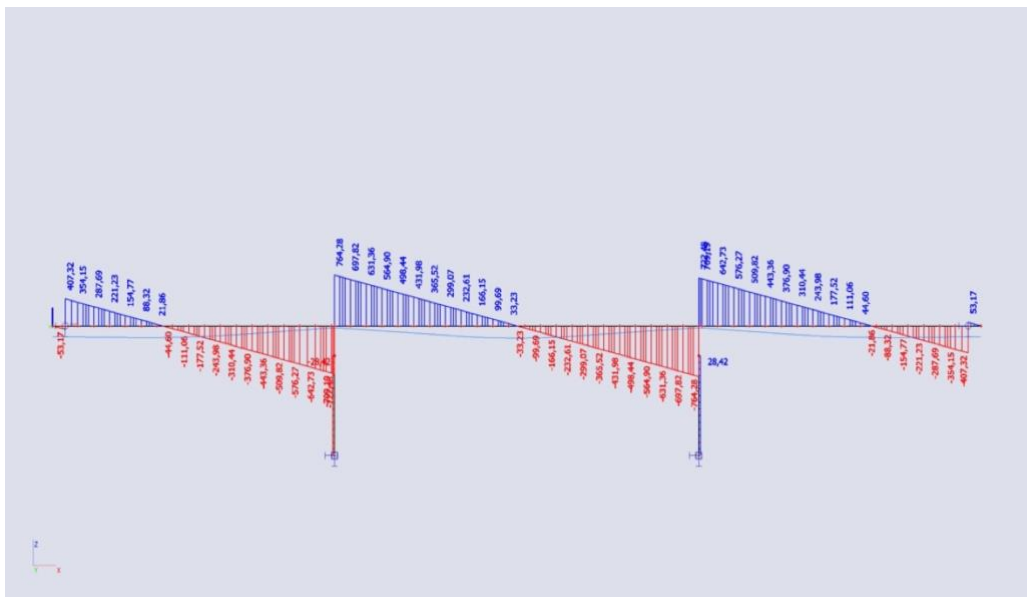
### 6.1.2. Ostatní stálé zatížení

Vnitřní síla: My  
 Extrém v poli: 1 659,58 kNm  
 Extrém nad podporou: -2 735,03 kNm



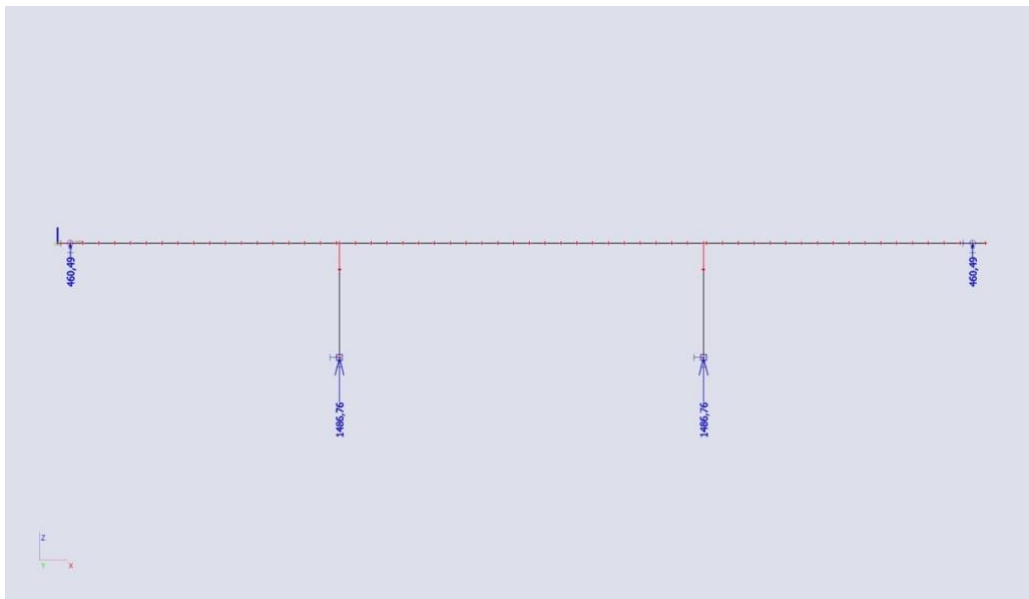
Obrázek 17: Průběh momentu od ostatního stálého zatížení

Vnitřní síla: Vz  
 Extrém v poli: 0 kN  
 Extrém nad podporou: ± 764,28 kN



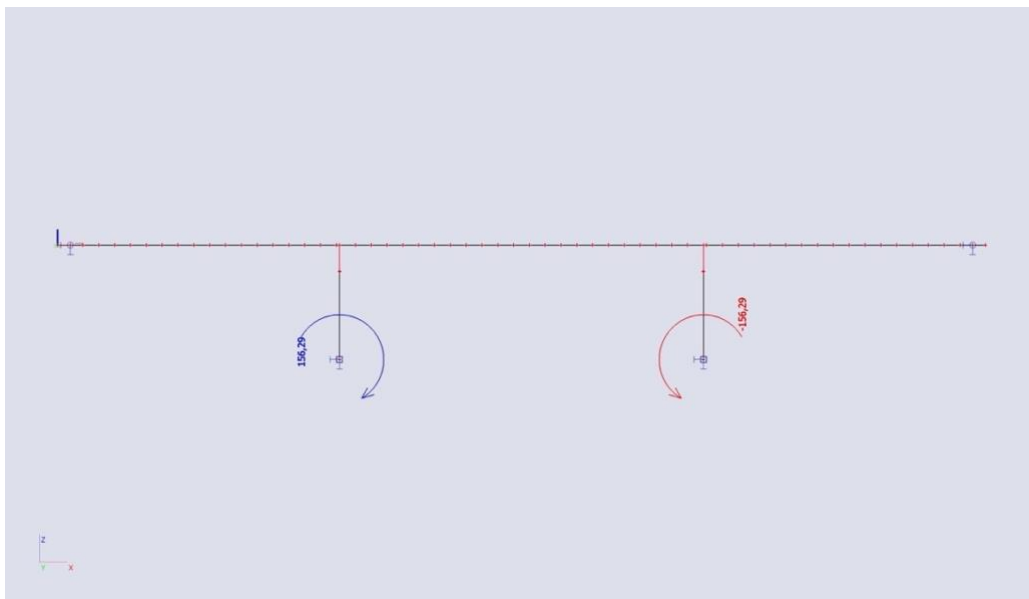
Obrázek 18: Průběh posuvací síly od ostatního stálého zatížení

Reakce:  $R_z$



Obrázek 19: Svislá reakce od ostatního stálého zatížení

Reakce:  $M_y$

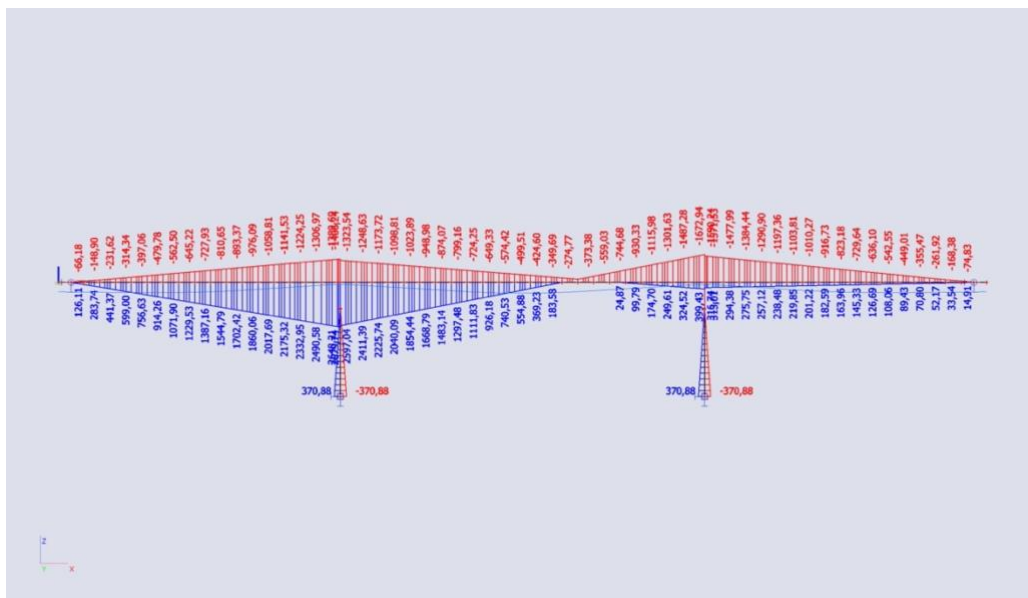


Obrázek 20: Momentová reakce od ostatního stálého zatížení



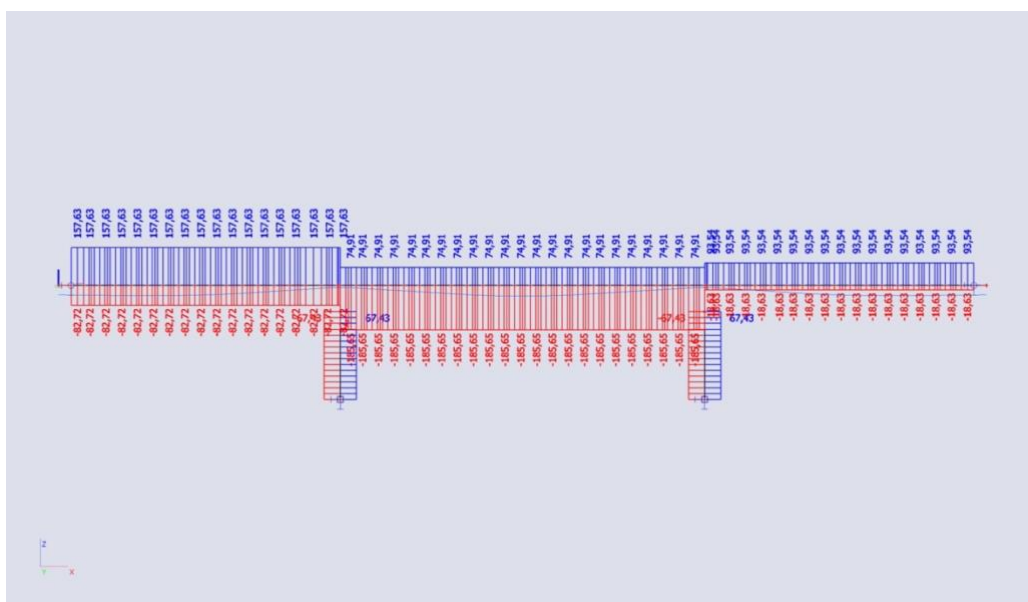
### 6.1.3. Zatížení poklesem podpor

Vnitřní síla:	My
Extrém v poli kladný:	740,53 kNm
Extrém v poli záporný:	-574,42 kNm
Extrém nad podporou kladný:	2 679,74 kNm
Extrém nad podporou záporný:	-1 672,94 kNm



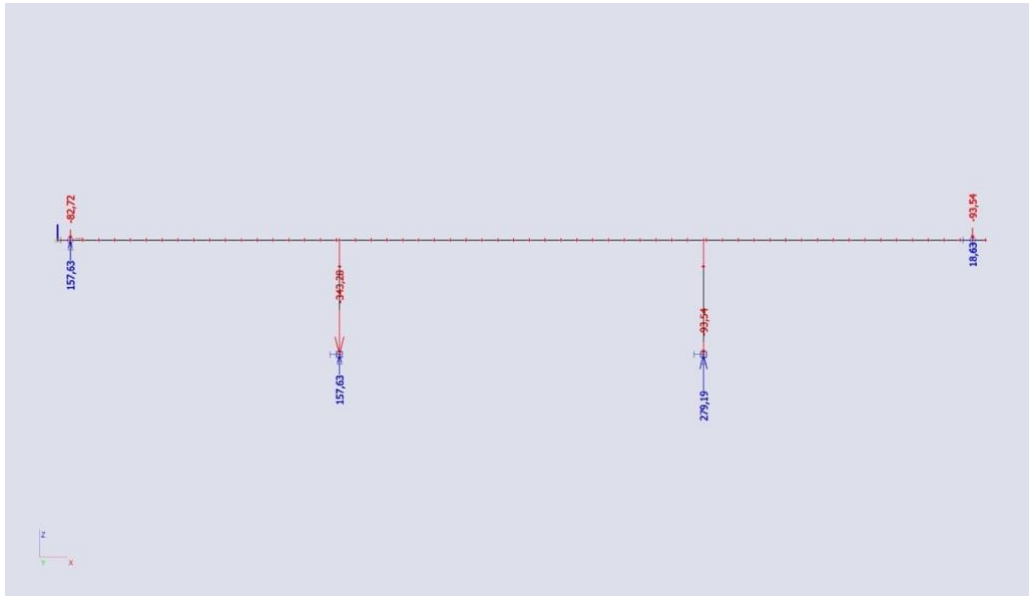
Obrázek 21: Průběh momentu od zatížení poklesem podpory – pokles OP1 nebo P2

Vnitřní síla:	Vz
Extrém v poli kladný:	74,91 kN
Extrém v poli záporný:	-185,65 kN
Extrém nad podporou kladný:	157,63 kN
Extrém nad podporou záporný:	-82,72 kN



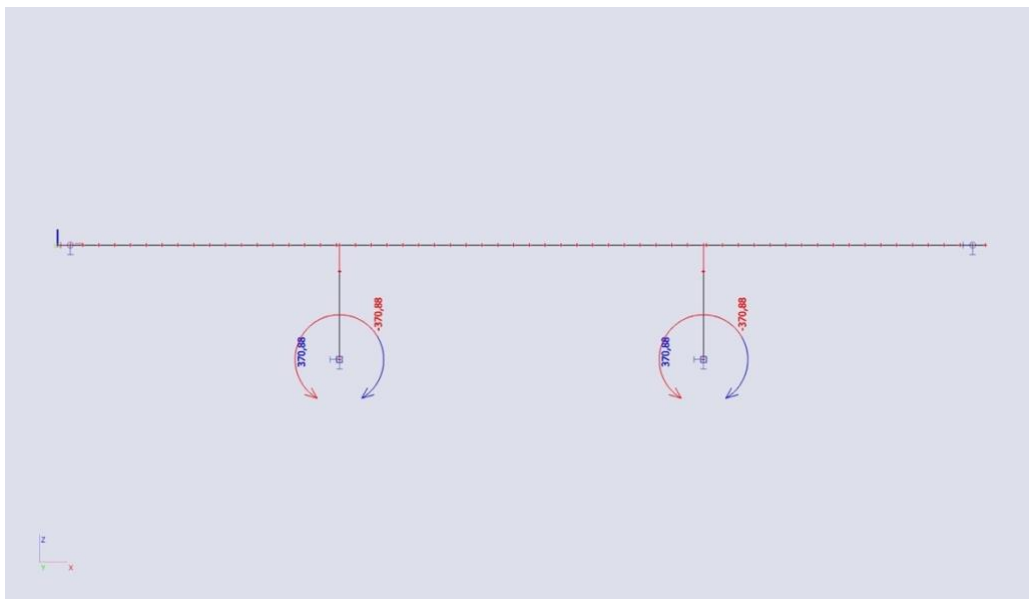
Obrázek 22: Průběh posouvací síly od zatížení poklesem podpory – pokles OP1 nebo P2

Reakce:  $R_z$



Obrázek 23: Svislá reakce od zatížení poklesem podpory – pokles OP1 nebo P2

Reakce:  $M_y$

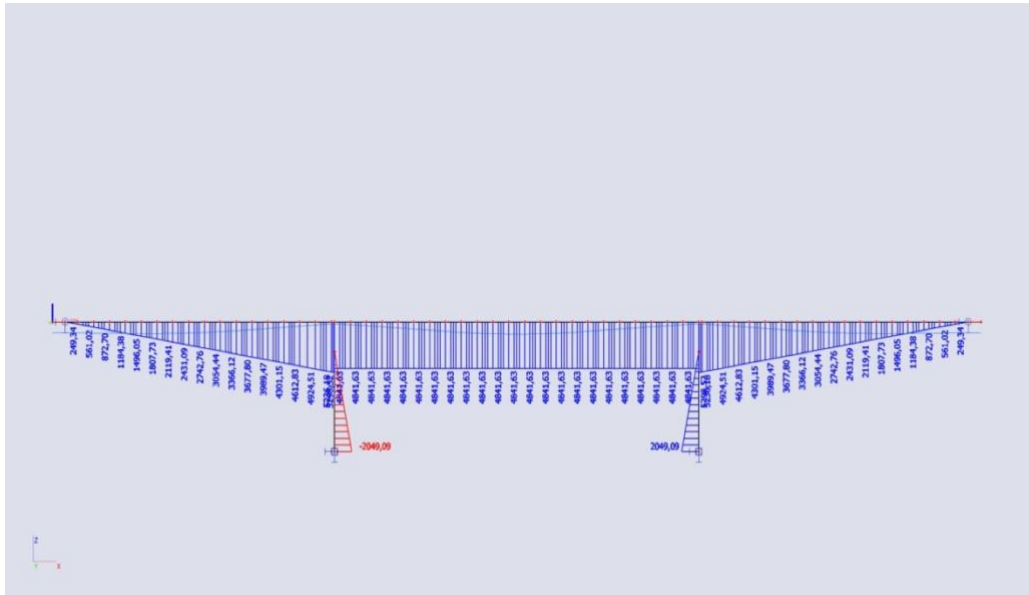


Obrázek 24: Momentová reakce od zatížení poklesem podpory – pokles OP1 nebo P2

## 6.2. Vnitřní síly od proměnného zatížení

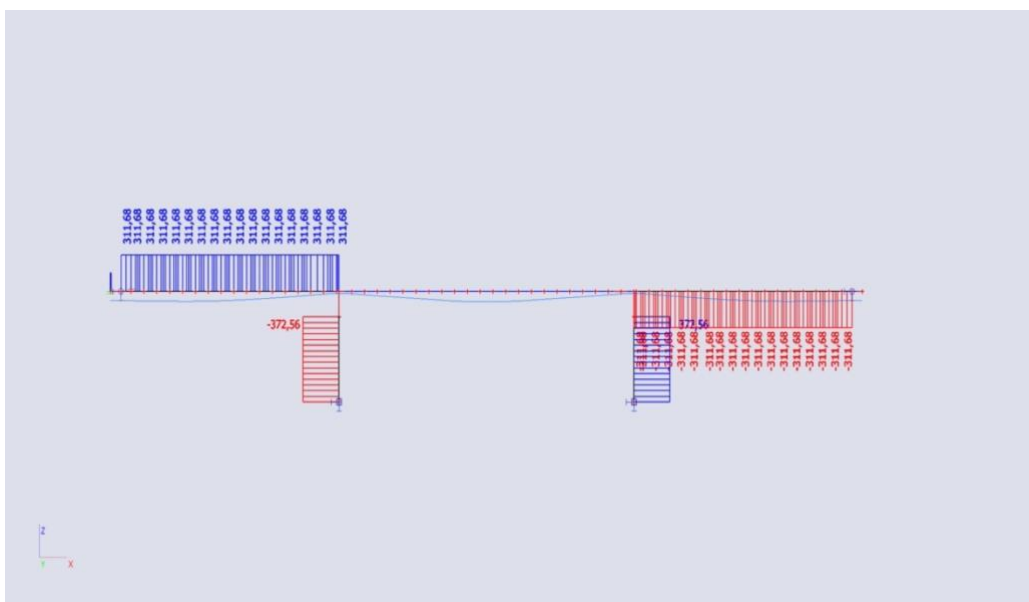
### 6.2.1. Zatížení teplotou – horní vlákna teplejší než dolní

Vnitřní síla:  $M_y$   
Extrém v poli: 4 841,33 kNm  
Extrém nad podporou: 5 298,52 kNm



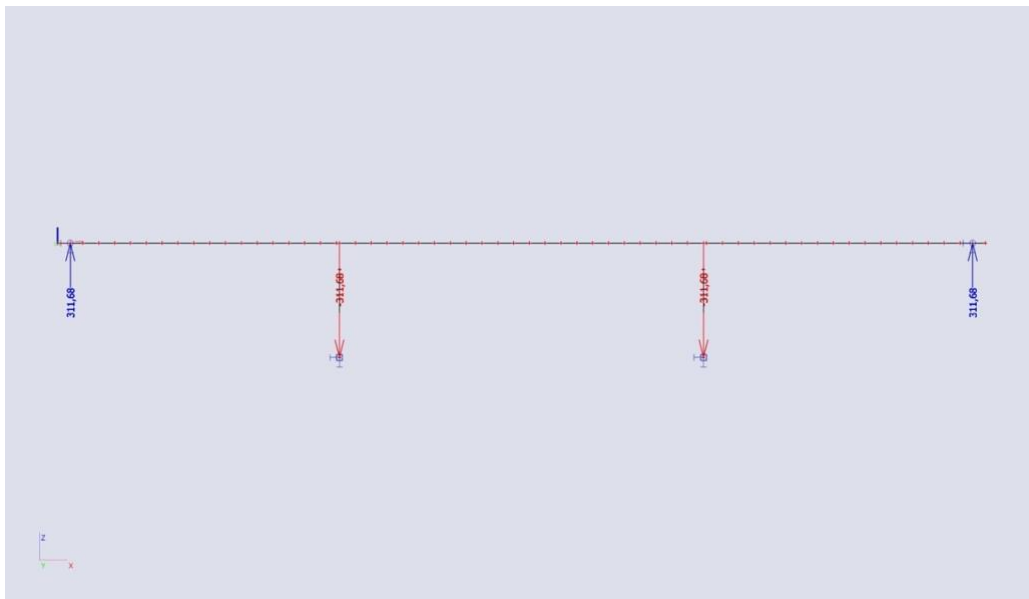
Obrázek 25: Průběh momentu od zatížení teplotou – ohřátí horních vláken

Vnitřní síla:  $V_z$   
Extrém v poli: 0 kN  
Extrém nad podporou: +311,68 kN



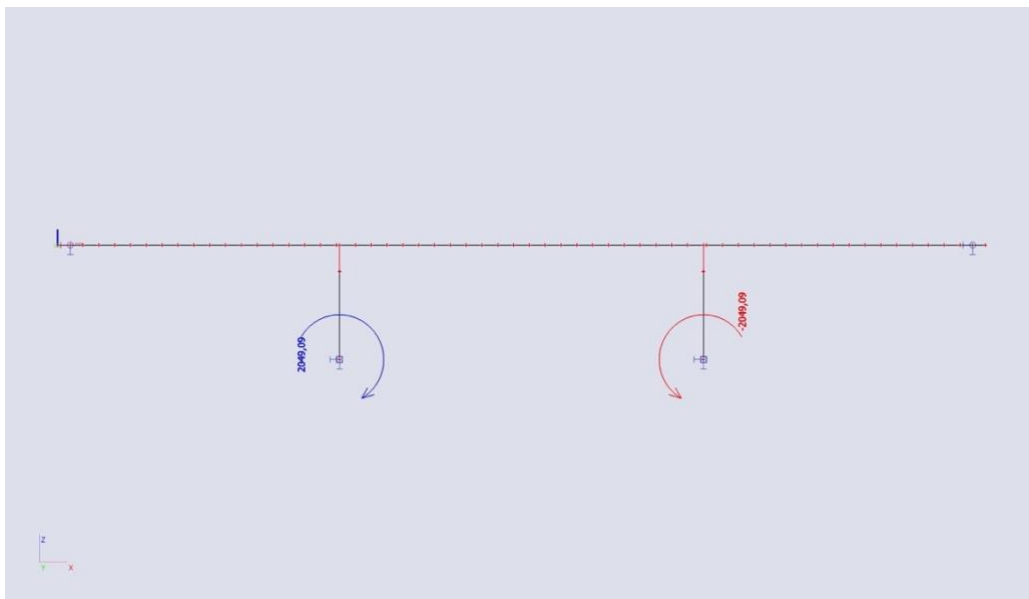
Obrázek 26: Průběh posouvací síly od zatížení teplotou – ohřátí horních vláken

Reakce:  $R_z$



Obrázek 27: Svislá reakce od zatížení teplotou – ohřátí horních vláken

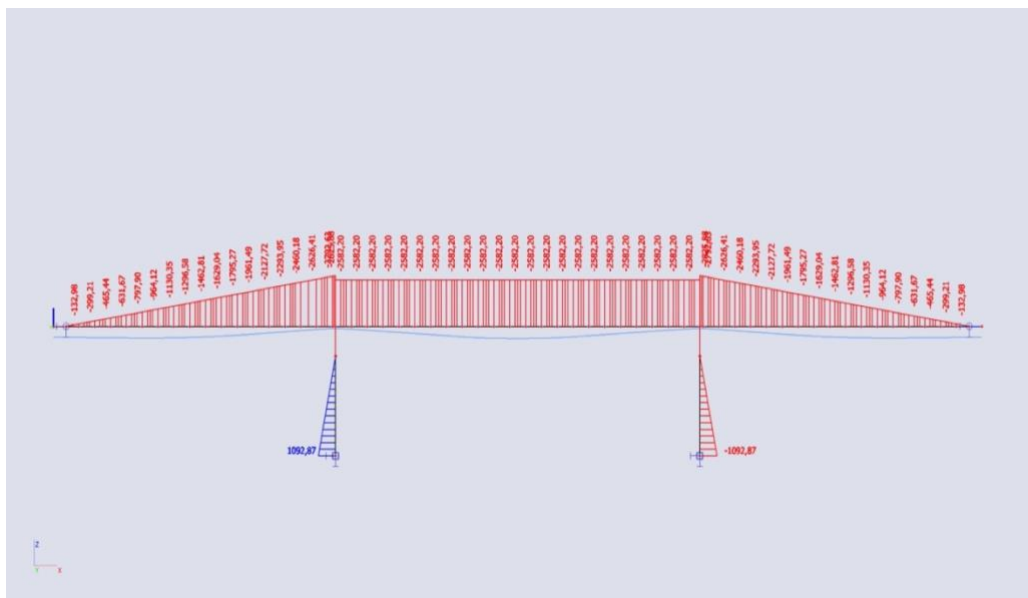
Reakce:  $M_y$



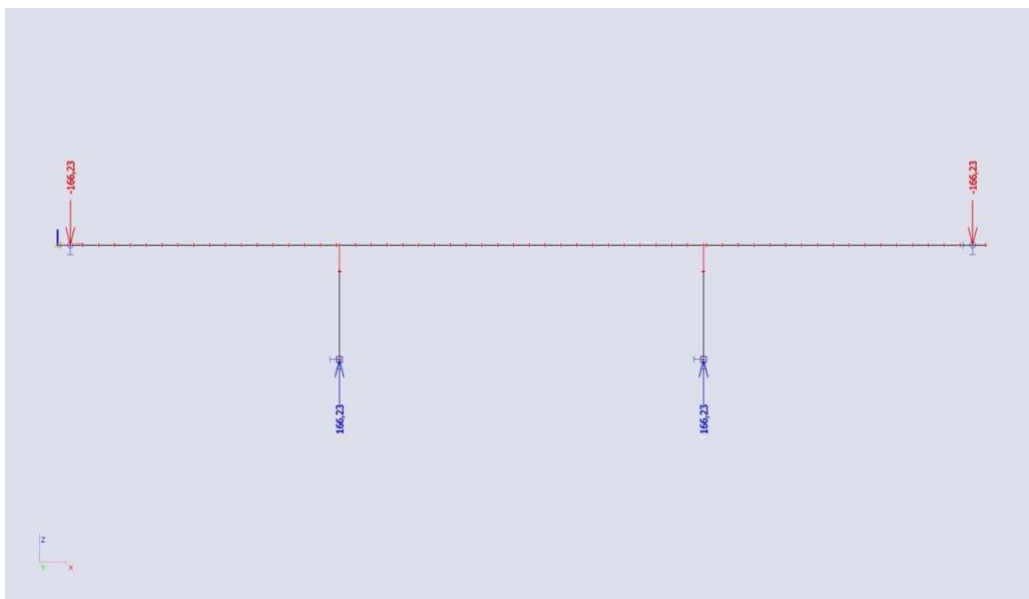
Obrázek 28: Momentová reakce od zatížení teplotou – ohřátí horních vláken

### 6.2.2. Zatížení teplotou – spodní vlákna teplejší než horní

Vnitřní síla:  $M_y$   
 Extrém v poli: -2 582,20 kNm  
 Extrém nad podporou: -2 825,88 kNm

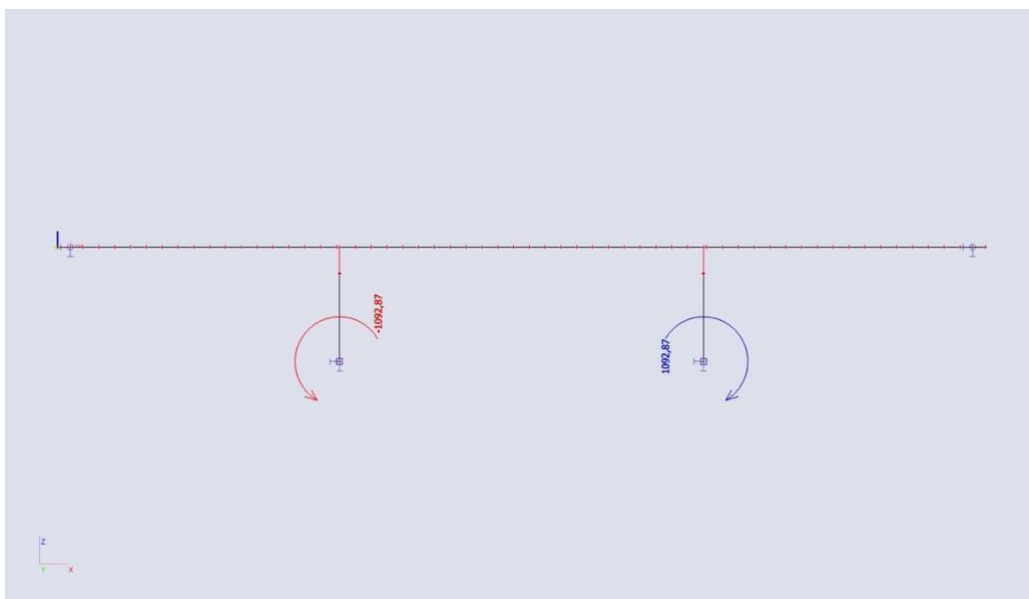


Reakce:  $R_z$



Obrázek 31: Svislá reakce od zatížení teplotou – ochlazení horních vláken

Reakce:  $M_y$



Obrázek 32: Momentová reakce od zatížení teplotou – ochlazení horních vláken

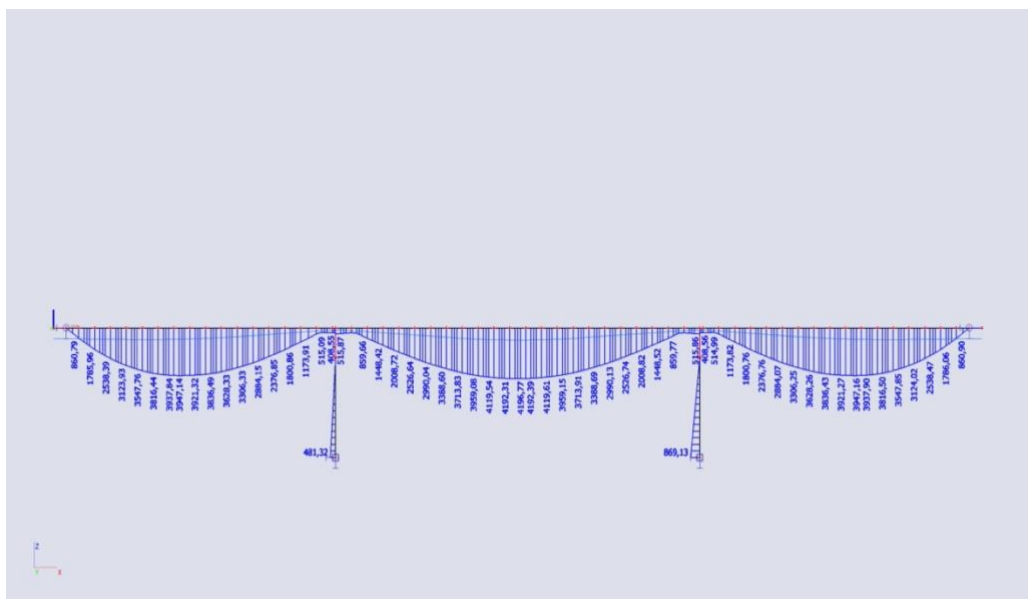
### 6.2.3. Zatížení dopravou – LM1 – TS

Vnitřní síla: My min  
 Extrém v poli: -650,35 kNm  
 Extrém nad podporou: -2 513,70 kNm



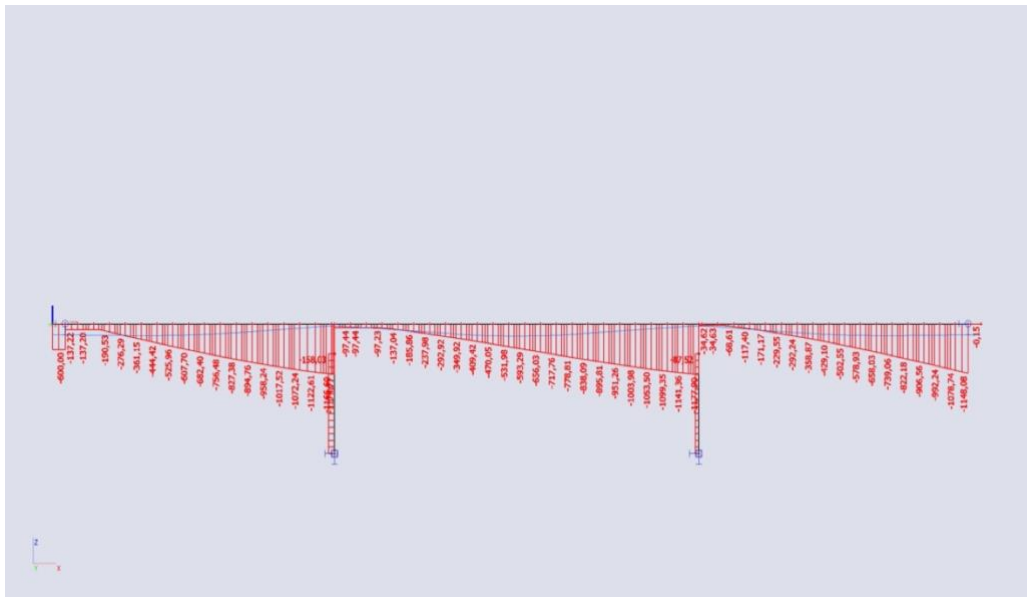
Obrázek 33: Průběh momentu od zatížení modelem LM1 - TS

Vnitřní síla: My max  
 Extrém v poli: 4 192,31 kNm  
 Extrém nad podporou: 515,87 kNm



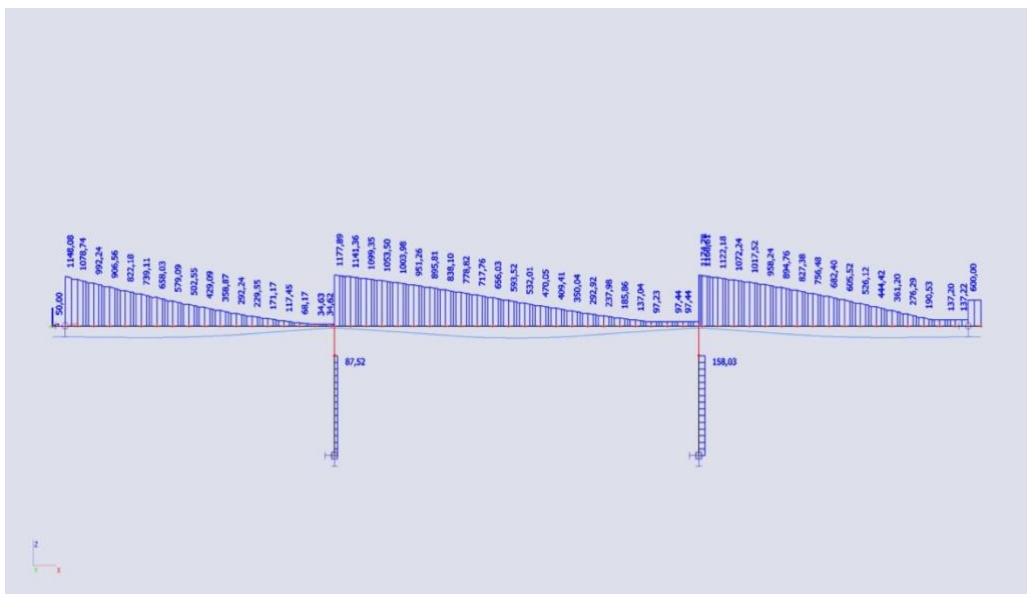
Obrázek 34: Průběh momentu od zatížení modelem LM1 - TS

Vnitřní síla: Vz min  
 Extrém v poli: -593,52 kN  
 Extrém nad podporou: -1 177,89 kN



Obrázek 35: Průběh posuvací síly od zatížení modelem LM1 – TS

Vnitřní síla: Vz max  
 Extrém v poli: 593,52 kN  
 Extrém nad podporou: 1 177,89 kN



Obrázek 36: Průběh posuvací síly od zatížení modelem LM1 - TS



Reakce: Rz min



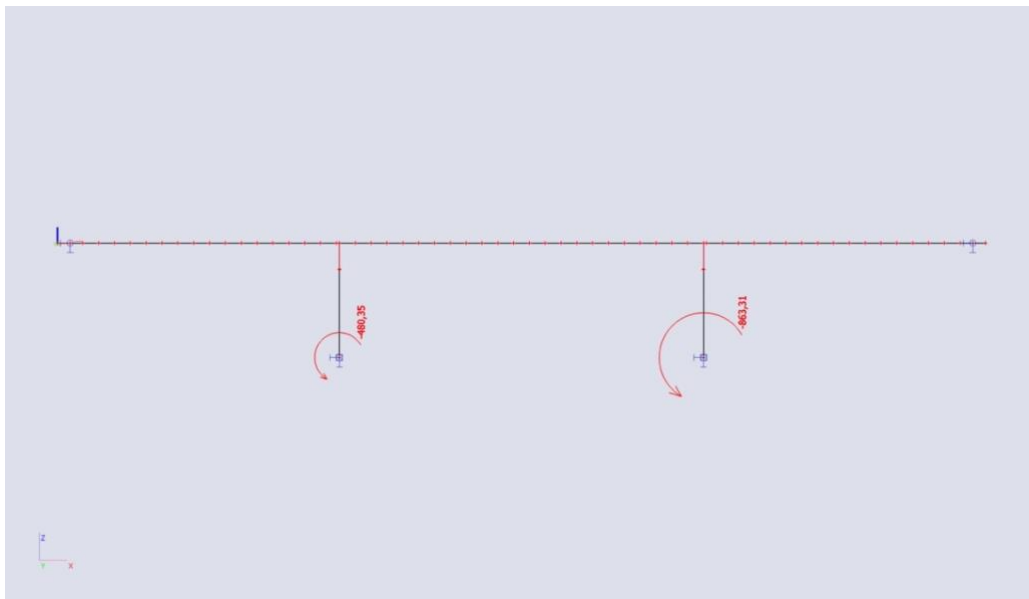
Obrázek 37: Svislá reakce od zatížení modelem LM1 - TS

Reakce: Rz max



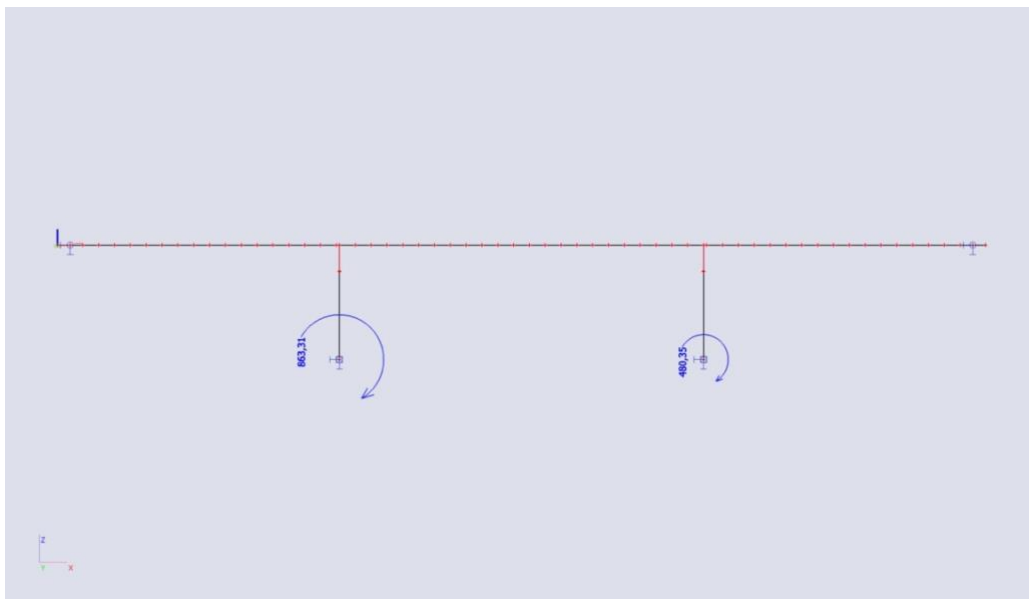
Obrázek 38: Svislá reakce od zatížení modelem LM1 - TS

Reakce:  $M_y$  min



Obrázek 39: Momentová reakce od zatížení modelem LM1 - TS

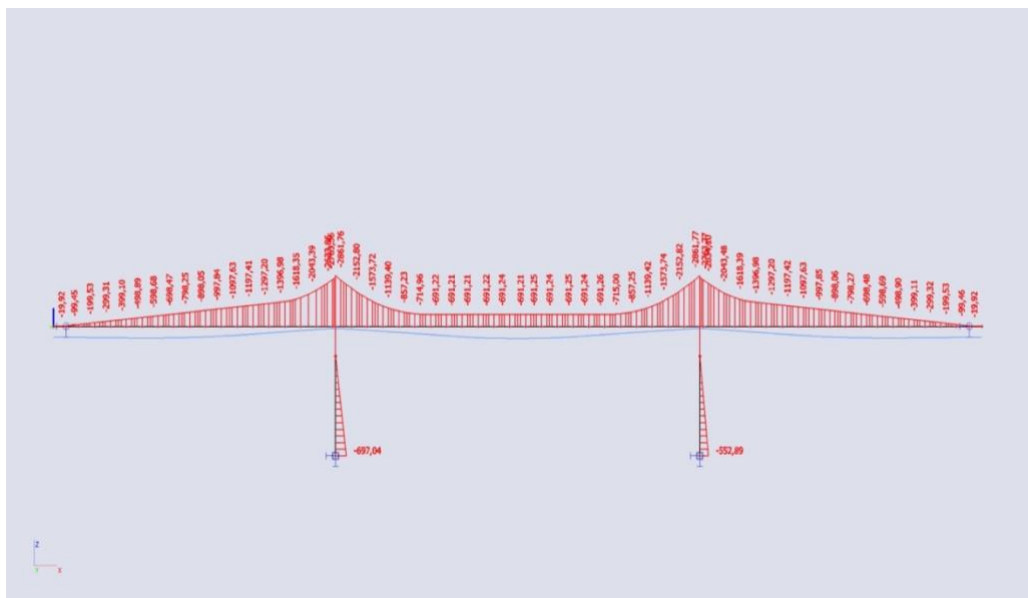
Reakce:  $M_y$  max



Obrázek 40: Momentová reakce od zatížení modelem LM1 - TS

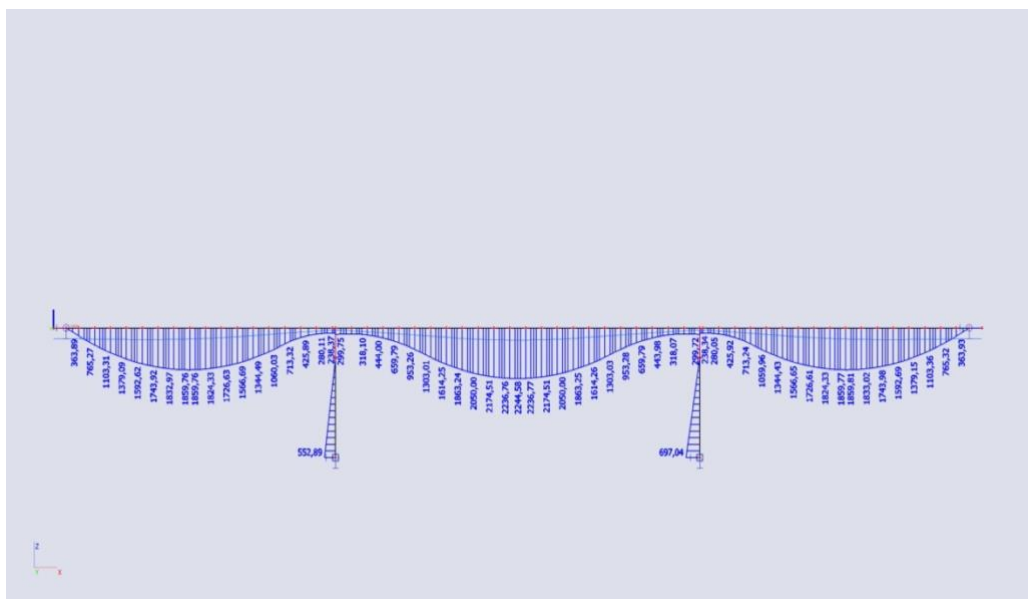
### 6.2.4. Zatížení dopravou – LM1 – UDL

Vnitřní síla: My min  
 Extrém v poli: -691,24 kNm  
 Extrém nad podporou: -2 861,77 kNm



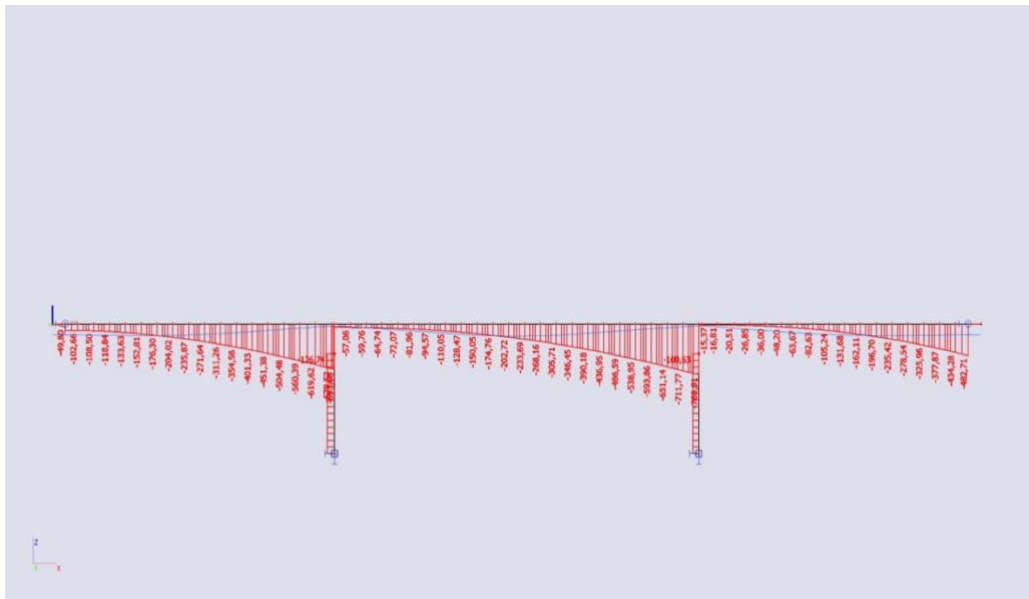
Obrázek 41: Průběh momentu od zatížení modelem LM1 – UDL

Vnitřní síla: My max  
 Extrém v poli: 2 244,58 kNm  
 Extrém nad podporou: 299,75 kNm



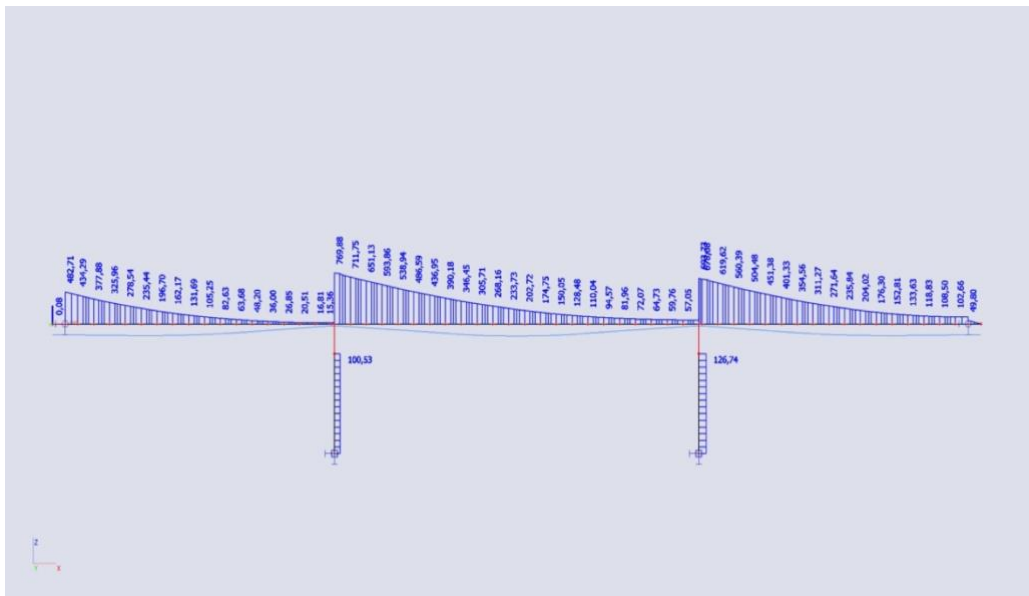
Obrázek 42: Průběh momentu od zatížení modelem LM1 – UDL

Vnitřní síla: Vz min  
 Extrém v poli: -202,72 kN  
 Extrém nad podporou: -769,88 kN



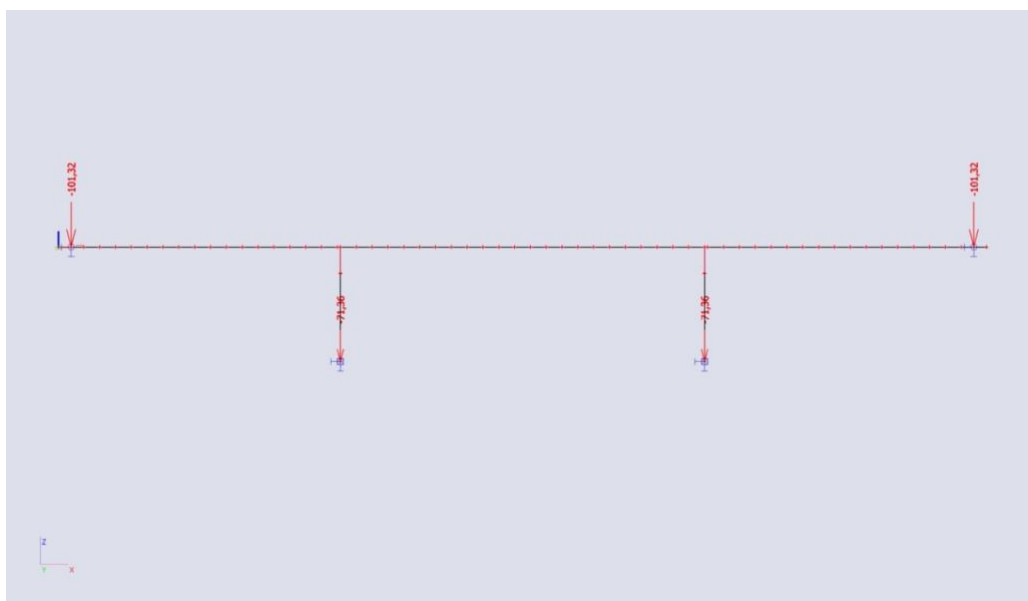
Obrázek 43: Průběh posuvací síly od zatížení modelem LM1 - UDL

Vnitřní síla: Vz max  
 Extrém v poli: 202,72 kN  
 Extrém nad podporou: 769,88 kN



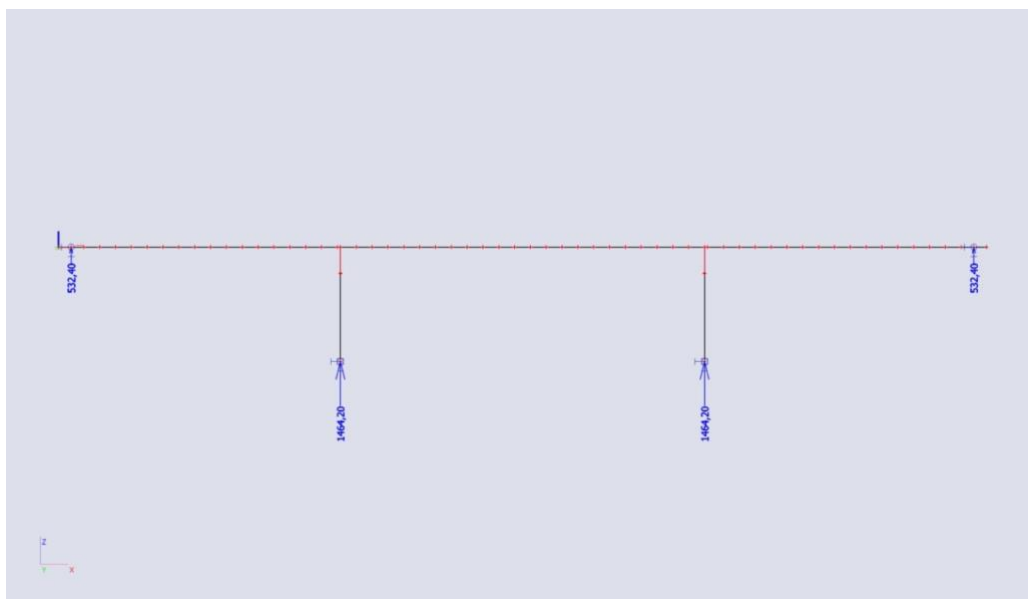
Obrázek 44: Průběh posuvací síly od zatížení modelem LM1 - UDL

Reakce: Rz min



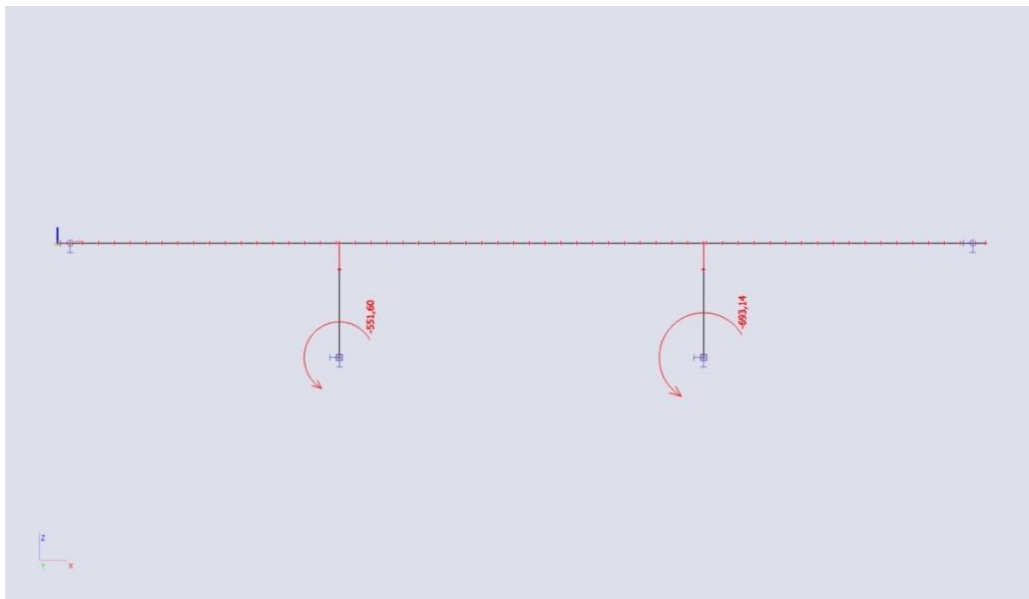
Obrázek 45: Minimální svislá reakce od zatížení modelem LM1 - UDL

Reakce: Rz max



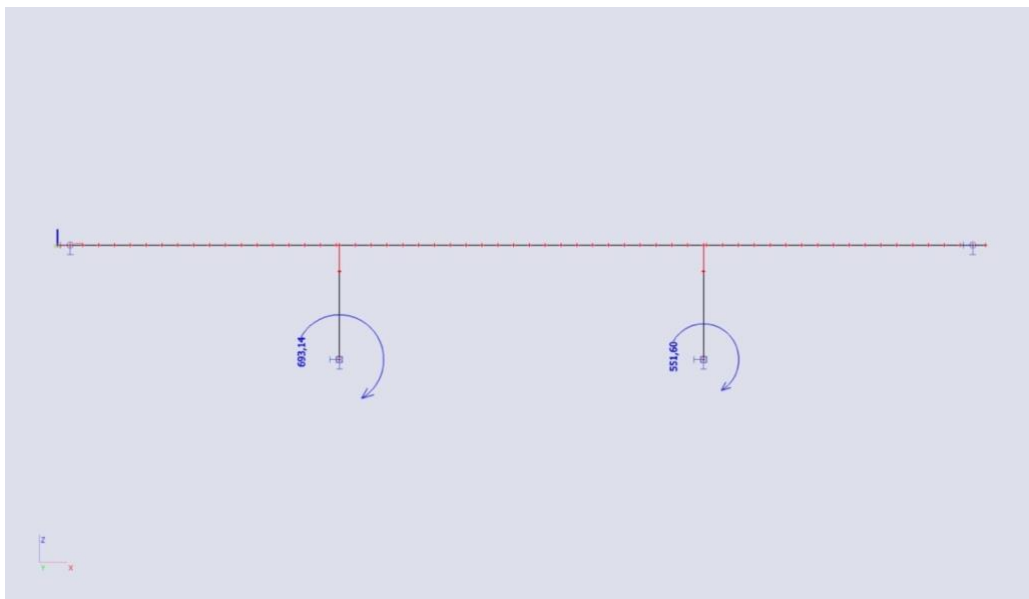
Obrázek 46: Maximální svislá reakce od zatížení modelem LM1 - UDL

Reakce: My min



Obrázek 47: Minimální momentová reakce od zatížení modelem LM1 - UDL

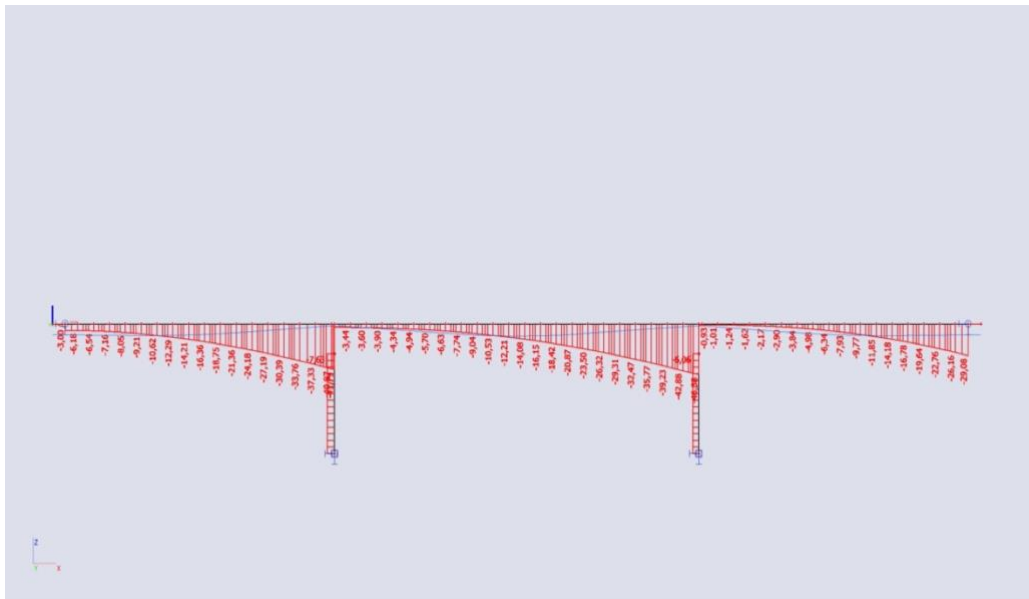
Reakce: My max



Obrázek 48: Maximální momentová reakce od zatížení modelem LM1 - UDL

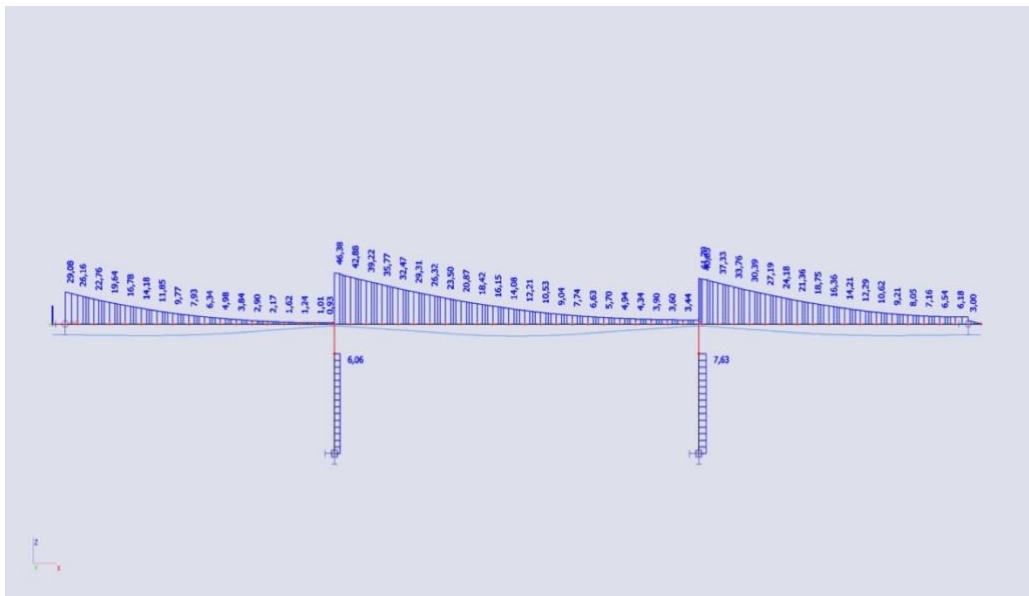


Vnitřní síla: Vz min  
 Extrém v poli: -14,08 kN  
 Extrém nad podporou: -46,38 kN



Obrázek 51: Průběh posouvací síly od zatížení chodci

Vnitřní síla: Vz max  
 Extrém v poli: 14,08 kN  
 Extrém nad podporou: 46,38 kN



Obrázek 52: Průběh posouvací síly od zatížení chodci

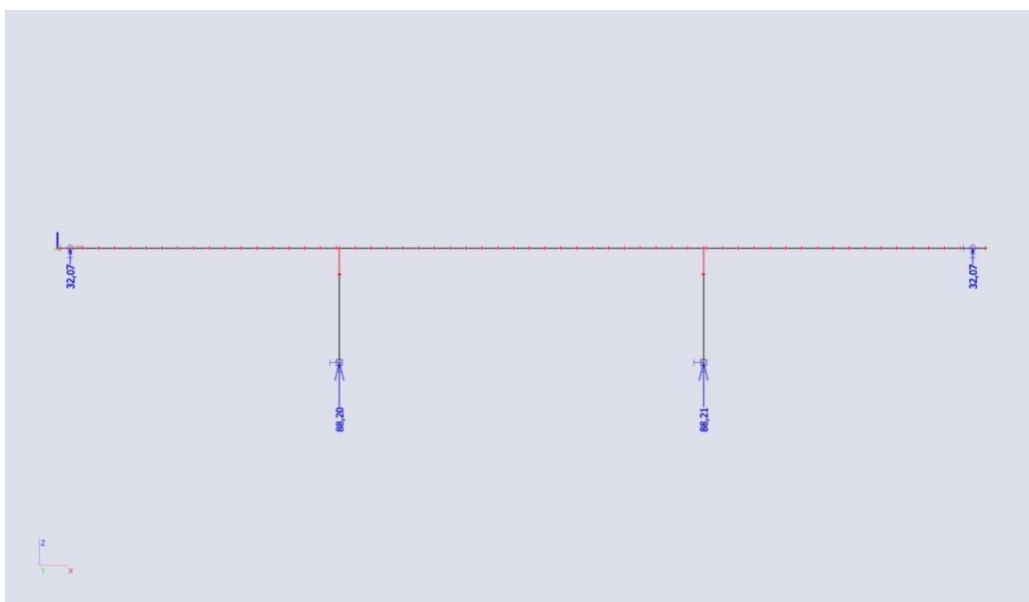


Reakce: Rz min



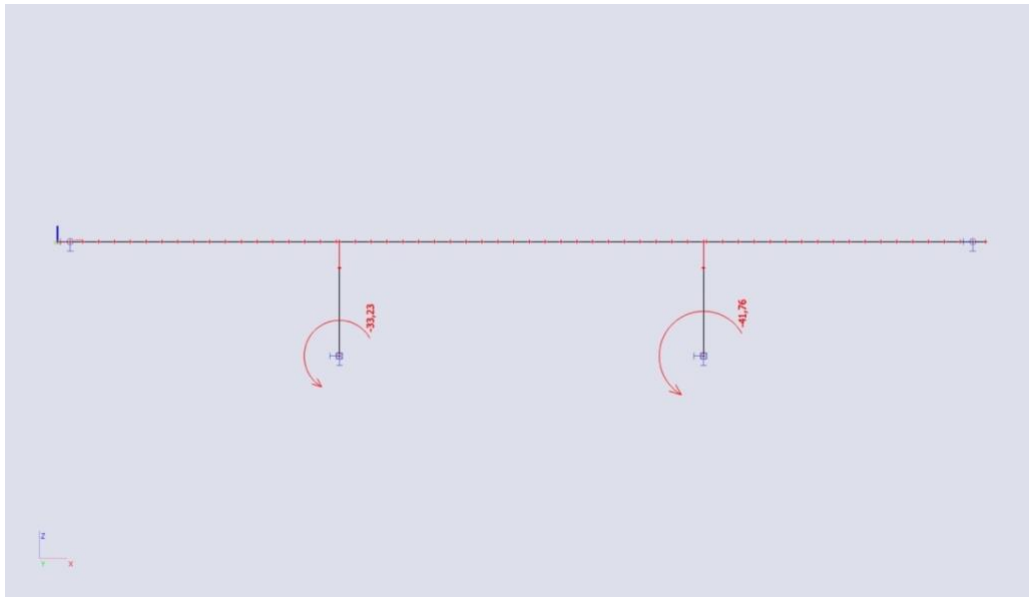
Obrázek 53: Minimální svislá reakce od zatížení chodce

Reakce: Rz max



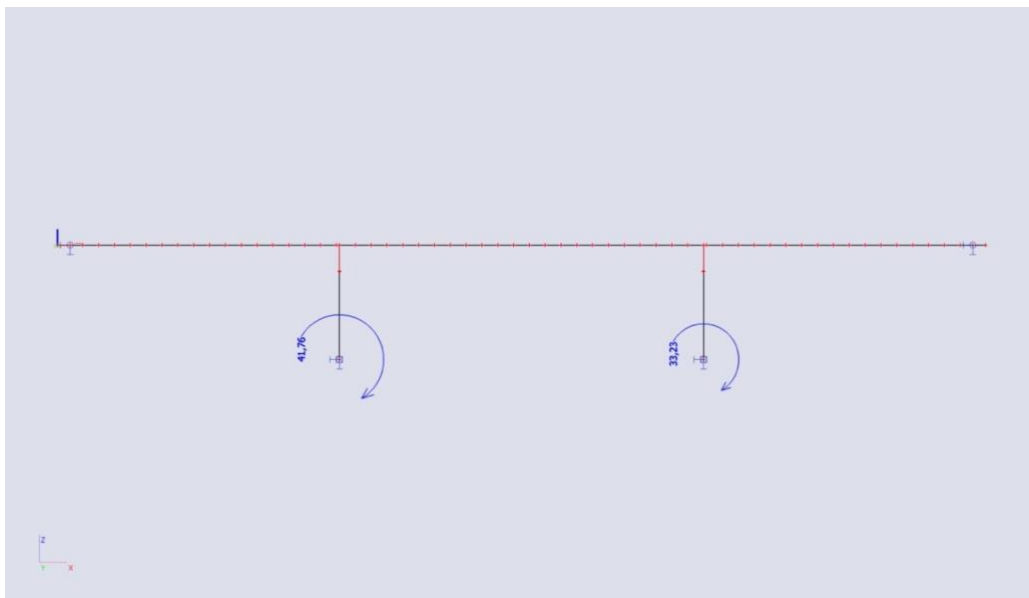
Obrázek 54: Maximální svislá reakce od zatížení chodci

Reakce: My min



Obrázek 55: Minimální momentová reakce od zatížení chodci

Reakce:  $M_y$  max



Obrázek 56: Maximální momentová reakce od zatížení chodci

### 6.3. Souhrn vnitřních sil

zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>podp</sub> [MNm]		V <sub>pole</sub> [MN]	V <sub>L, podp</sub> [MN]	V <sub>P, podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pilíř</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
g-g0	1,66	1,66	-2,7	-2,7	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
g	7,99	7,99	-13,1	-13,1	0,00	-3,48	3,68	2,46	2,46	7,61	7,61	
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
Zatížení chodníků	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	

Tabulka 3: Souhrn vnitřních sil

### 6.4. Výpočet sil působících v patě pilíře

Pro účel dimenzování pilířů je třeba určit síly působící v jeho patě.

Projektovaná mostní konstrukce disponuje dvěma pevnými ložisky, podélné síly jsou proto přenášeny všemi čtyřmi pilíři (viz Obrázek 1: Schéma rozložení pevných, posuvných a všesměrně posuvných ložisek).

Příčné síly, tedy síly od zatížení větrem a příčné brzdné síly, jsou přenášeny pouze pilíři s pevnými ložisky.

Normálové síly působící v patě pilíře jsou vypočteny v tabulce 3: Souhrn vnitřních sil, kombinace těchto sil jsou v tabulce 13: Souhrn kombinací zatížení.

Je třeba vyjádřit momentové reakce a posouvací síly v patě pilíře od zatížení:

zatížení	M <sub>pat</sub> [MNm]		V <sub>pat</sub> [MN]		V <sub>Zpat</sub> [MN]		
	min	max	min	max	min	max	
g0 = SW	0,30		0,0545		6,12		
g-g0	0,08		0,014		1,49		
g	0,38		0,07		7,61		
Poklesy podpor	-0,19	0,19	-0,07	0,067	-0,34	0,16	
LM1	TS	-0,43	0,43	-0,16	0,157	-0,12	1,20
	UDL	-0,35	0,35	-0,13	0,126	-0,07	1,46
Zatížení chodníků	-0,02	0,02	-0,01	0,007	0,00	0,09	
Teplotní účinky	-0,55	0,55	-0,2	0,372	-0,31	0,17	
<b>SUMA</b>	<b>-1,15</b>	<b>1,91</b>	<b>-0,49</b>	<b>0,80</b>	<b>3,38</b>	<b>5,34</b>	

Tabulka 4: Síly působící v patě jednoho pilíře

MSÚ - 6.10a					MSÚ - 6.10b						
zatížení	M <sub>0,k</sub> [MNm]		V <sub>pat</sub> [MN]		zatížení	M <sub>0,k</sub> [MNm]		V <sub>pat</sub> [MN]			
	max	min	max	min		max	min	max	min		
g0 = SW	0,60	0,60	0,05	0,05	g0 = SW	0,60	0,60	0,05	0,05		
γ	1,35	1,00	1,35	1,00	γ	1,35	1,00	1,35	1,00		
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	ξ	1,00	1,00	1,00	1,00		
suma	0,81	0,60	0,07	0,05	suma	0,81	0,60	0,07	0,05		
g-g0	0,16	0,16	0,01	0,01	g-g0	0,16	0,16	0,01	0,01		
γ	1,35	1,00	1,35	1,00	γ	1,35	1,00	1,35	1,00		
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	ξ	0,85	0,85	0,85	0,85		
suma	0,21	0,16	0,02	0,01	suma	0,18	0,13	0,02	0,01		
Poklesy podpor	0,37	-0,37	0,07	-0,07	Poklesy podpor	0,37	-0,37	0,07	-0,07		
γ	1,20	1,20	1,20	1,20	γ	1,20	1,20	1,20	1,20		
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	ξ	0,85	0,85	0,85	0,85		
suma	0,44	-0,44	0,08	-0,08	suma	0,38	-0,38	0,07	-0,07		
LM1	TS	0,86	-0,86	0,16	-0,16	LM1	TS	0,86	-0,86	0,16	-0,16
	γ	1,35	1,35	1,35	1,35		γ	1,35	1,35	1,35	1,35
	ψ	0,75	0,75	0,75	0,75		ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
	UDL	0,69	-0,69	0,13	-0,13		UDL	0,69	-0,69	0,13	-0,13
	γ	1,35	1,35	1,35	1,35		γ	1,35	1,35	1,35	1,35
	ψ	0,40	0,40	0,40	0,40		ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
suma	1,25	-1,25	0,23	-0,23	suma	2,10	-2,10	0,38	-0,38		
Zatížení chodníků	0,04	-0,04	0,01	-0,01	Zatížení chodníků	0,04	-0,04	0,01	-0,01		
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60		
γ	1,35	1,00	1,35	1,00	γ	1,35	1,00	1,00	1,35		
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	ξ	1,00	1,00	1,00	1,00		
suma	0,03	-0,03	0,01	0,00	suma	0,03	-0,03	0,00	-0,01		
Teplotní účinky	1,09	-1,09	0,37	-0,20	Teplotní účinky	1,09	-1,09	0,37	-0,20		
γ	1,50	1,50	1,50	1,50	γ	1,50	1,50	1,50	1,50		
ξ	0,60	0,60	0,60	0,60	ξ	0,60	0,60	0,60	0,60		
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	ksur	0,70	1,00	0,70	1,00		
suma	0,69	-0,98	0,23	-0,18	suma	0,69	-0,98	0,23	-0,18		
<b>SUMA</b>	<b>3,44</b>	<b>-1,94</b>	<b>0,64</b>	<b>-0,42</b>	<b>SUMA</b>	<b>4,19</b>	<b>-2,75</b>	<b>0,78</b>	<b>-0,57</b>		

Tabulka 5: Kombinace reakcí v patě pilíře MSÚ

## 7. Kombinace mezního stavu únosnosti

### 7.1. Předpis kombinací, kombinační součinitele

Při výpočtu kombinací byly použity následující kombinační vzorce:

6.10a:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

6.10b:

$$\sum_{j>1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Součinitele spolehlivosti byly použity následující:

$\gamma$ : 1,35 pro stálé zatížení nepříznivé, 1,00 pro stálé zatížení příznivé

$\psi_{0,1}$  pro osamělé síly: 0,75,  $\psi_{0,i}$  pro rovnoměrné zatížení: 0,4

## 7.2. Výsledky kombinací

kombinace MSÚ - 6.10a - dominantní doprava - gr1a												
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
suma	8,54	6,33	-10,4	-14,0	0,00	-3,72	3,93	2,70	2,00	8,26	6,12	
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
suma	2,24	1,66	-2,74	-3,69	0,00	-0,97	1,03	0,62	0,46	2,01	1,49	
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
γ	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
suma	0,66	-0,69	3,22	-2,01	0,22	-0,22	0,19	0,19	-0,10	0,19	-0,41	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	γ	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	ψ	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
	γ	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	ψ	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
suma	5,46	-1,03	0,68	-4,03	0,72	-1,61	1,61	0,41	-0,19	2,00	-0,16	
chodníky	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
suma	0,11	-0,25	0,01	-0,14	0,01	-0,04	0,04	0,03	0,00	0,07	0,00	
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	
γ	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
ξ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70	
suma	3,05	-2,32	3,34	-2,54	0,00	-0,15	0,00	0,10	-0,28	0,15	-0,20	
<b>SUMA</b>	<b>20,1</b>	<b>3,69</b>	<b>-5,86</b>	<b>-26,4</b>	<b>0,96</b>	<b>-6,71</b>	<b>6,80</b>	<b>4,05</b>	<b>1,88</b>	<b>12,7</b>	<b>6,83</b>	

Tabulka 6: Kombinace zatížení MSÚ - 6.10a - dominantní doprava - gr1a

<b>kombinace MSÚ - 6.10b - dominantní doprava - gr1a</b>												
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>1L,k</sub> [MN]	V <sub>1P,k</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
ξ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
suma	7,26	5,38	-8,8	-11,9	0,00	-3,16	3,34	2,29	1,70	7,02	5,20	
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
ξ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
suma	1,90	1,41	-2,32	-3,14	0,00	-0,83	0,88	0,53	0,39	1,71	1,26	
poklesy	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
γ	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
ξ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
suma	0,57	-0,59	2,73	-1,71	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,35	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	γ	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
	γ	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
suma	8,70	-1,81	1,10	-7,12	1,10	-2,63	2,63	0,88	-0,32	3,59	-0,26	
chodníky	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
ξ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
suma	0,11	-0,25	0,01	-0,14	0,01	-0,04	0,04	0,03	0,00	0,07	0,00	
teplota	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	
γ	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
ξ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70	
suma	3,05	-2,32	3,34	-2,54	0,00	-0,15	0,00	0,10	-0,28	0,15	-0,20	
<b>SUMA</b>	<b>21,6</b>	<b>1,8</b>	<b>-4,0</b>	<b>-26,5</b>	<b>1,30</b>	<b>-6,99</b>	<b>7,05</b>	<b>3,99</b>	<b>1,40</b>	<b>12,7</b>	<b>5,66</b>	

Tabulka 7: Kombinace zatížení MSÚ - 6.10b - dominantní doprava - gr1a

## 8. Kombinace mezního stavu použitelnosti

### 8.1. Předpis kombinací

Charakteristická kombinace:

$$\sum_{j>1} G_{k,j} \text{ "P" } + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Častá kombinace:

$$\sum_{j>1} G_{k,j} \text{ "P" } + \psi_{1,1} Q_{k,i} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvazistálá kombinace:

$$\sum_{j>1} G_{k,j} \text{ "P" } + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$



## 8.2. Výsledky kombinací

<b>kombinace MSP - charakteristická - dominantní doprava - gr1a</b>												
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,po</sub> [MN]	V <sub>P,po</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
	ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
suma	6,44	-1,34	0,81	-5,27	0,82	-1,95	1,95	0,65	-0,24	2,66	-0,19	
chodníky	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
suma	0,11	-0,25	0,01	-0,14	0,01	-0,04	0,04	0,03	0,00	0,07	0,00	
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	
γ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70	
suma	2,03	-1,55	2,23	-1,70	0,00	-0,10	0,00	0,07	-0,19	0,10	-0,13	
<b>SUMA</b>	<b>17,1</b>	<b>4,27</b>	<b>-7,38</b>	<b>-21,9</b>	<b>1,01</b>	<b>-5,75</b>	<b>5,82</b>	<b>3,36</b>	<b>1,95</b>	<b>10,6</b>	<b>6,94</b>	

Tabulka 8: Kombinace MSP - charakteristická - dominantní doprava - gr1a

kombinace MSP - charakteristická - dominantní teplota												
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	ψ	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
	ψ	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
suma	4,05	-0,76	0,51	-2,99	0,53	-1,19	1,19	0,30	-0,14	1,48	-0,12	
chodníky	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
γ	1,35	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,00	
suma	0,11	-0,25	0,01	-0,14	0,01	-0,04	0,04	0,03	0,00	0,07	0,00	
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	
γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70	
suma	3,39	-2,58	3,71	-2,83	0	-0,17	0	0,12	-0,31	0,17	-0,22	
<b>SUMA</b>	<b>16,1</b>	<b>3,8</b>	<b>-6,2</b>	<b>-20,7</b>	<b>0,7</b>	<b>-5,1</b>	<b>5,1</b>	<b>3,1</b>	<b>1,9</b>	<b>9,5</b>	<b>6,9</b>	

Tabulka 9: Kombinace MSP - charakteristická - dominantní teplota

kombinace MSP - častá - dominantní doprava - gr1a												
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	ψ	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
	ψ	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
suma	4,05	-0,76	0,51	-2,99	0,53	-1,19	1,19	0,30	-0,14	1,48	-0,12	
chodníky	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
γ	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
suma	0,03	-0,10	0,00	-0,04	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	
γ	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70	
suma	1,69	-1,29	1,85	-1,41	0,00	-0,08	0,00	0,06	-0,16	0,08	-0,11	
<b>SUMA</b>	<b>14,3</b>	<b>5,26</b>	<b>-8,06</b>	<b>-19,2</b>	<b>0,72</b>	<b>-4,95</b>	<b>5,04</b>	<b>2,98</b>	<b>2,07</b>	<b>9,3</b>	<b>7,03</b>	

Tabulka 10: Kombinace MSP - častá - dominantní doprava - gr1a

kombinace MSP - částá - dominantní teplota - gr1a												
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]		
	max	min	max	min				max	min	max	min	
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12	
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49	
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34	
LM1	TS	4,20	-0,65	0,52	-2,51	0,59	-1,18	1,18	0,12	-0,14	1,20	-0,12
	ψ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	UDL	2,25	-0,69	0,30	-2,76	0,22	-0,77	0,77	0,53	-0,10	1,46	-0,07
	ψ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
chodníky	0,14	-0,42	0,02	-0,17	0,01	-0,05	0,05	0,03	-0,01	0,09	0,00	
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
suma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31	
γ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70	
suma	2,03	-1,55	2,23	-1,7	0	-0,1	0	0,07	-0,19	0,1	-0,13	
<b>SUMA</b>	<b>10,6</b>	<b>5,9</b>	<b>-8,2</b>	<b>-16,5</b>	<b>0,2</b>	<b>-3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,2</b>	<b>7,9</b>	<b>7,1</b>	

Tabulka 11: Kombinace MSP - částá - dominantní teplota - gr1a

kombinace MSP - kvazistálá											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
g0 = SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
g-g0	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49
Poklesy podpor	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
Teplotní účinky	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
γ	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	1,69	-1,29	1,85	-1,41	0,00	-0,08	0,00	0,06	-0,16	0,08	-0,11
<b>SUMA</b>	<b>10,2</b>	<b>6,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-16,2</b>	<b>0,2</b>	<b>-3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,2</b>	<b>7,8</b>	<b>7,2</b>

Tabulka 12: Kombinace MSP - kvazistálá

SOUHRN KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
6.10a - gr1a	20,07	3,69	-5,86	-26,4	0,96	-6,71	6,80	4,05	1,88	12,68	6,83
6.10b - gr1a	21,58	1,82	-3,96	-26,5	1,30	-6,99	7,05	3,99	1,40	12,70	5,66
<b>EXTRÉM</b>	<b>21,58</b>	<b>3,69</b>	<b>-5,86</b>	<b>-26,5</b>	<b>1,30</b>	<b>6,99</b>	<b>7,05</b>	<b>4,05</b>	<b>1,88</b>	<b>12,70</b>	<b>6,83</b>
char. - gr1a	17,12	4,27	-7,38	-21,9	1,01	-5,75	5,82	3,36	1,95	10,59	6,94
char. - teplota	16,08	3,82	-6,20	-20,7	0,73	-5,06	5,06	3,06	1,92	9,48	6,92
<b>EXTRÉM</b>	<b>17,12</b>	<b>4,27</b>	<b>-7,38</b>	<b>-21,9</b>	<b>1,01</b>	<b>5,75</b>	<b>5,82</b>	<b>3,36</b>	<b>1,95</b>	<b>10,59</b>	<b>6,94</b>
častá - gr1a	14,31	5,26	-8,06	-19,2	0,72	-4,95	5,04	2,98	2,07	9,35	7,03
častá - teplota	10,57	5,86	-8,20	-16,5	0,19	-3,76	3,83	2,68	2,19	7,86	7,13
<b>EXTRÉM</b>	<b>14,31</b>	<b>5,86</b>	<b>-8,20</b>	<b>-19,2</b>	<b>0,72</b>	<b>4,95</b>	<b>5,04</b>	<b>2,98</b>	<b>2,19</b>	<b>9,35</b>	<b>7,13</b>
<b>kvazistálá</b>	<b>10,23</b>	<b>6,12</b>	<b>-8,57</b>	<b>-16,2</b>	<b>0,19</b>	<b>-3,74</b>	<b>3,83</b>	<b>2,67</b>	<b>2,22</b>	<b>7,85</b>	<b>7,15</b>

Tabulka 13: Souhrn kombinací zatížení

## 9. Předběžný návrh předpětí

Předpětí bude navrženo na častou kombinaci zatížení, pro kterou extrémní hodnoty momentů v poli a nad podporou dosahují hodnot:

$$M_{\text{pole,max,častá}} = 14,312 \text{ kNm}$$

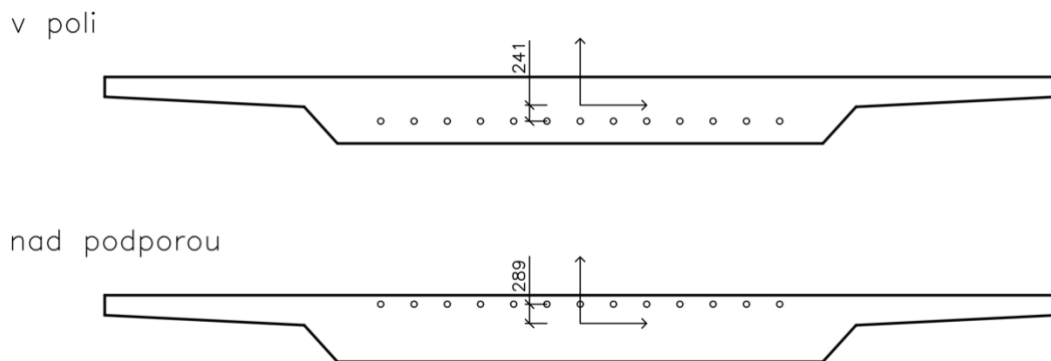
$$M_{\text{pil,min,častá}} = -19,220 \text{ kNm}$$

staticky neurčitá složka předpětí pak činí 10-15 %

$$M_{\text{pole,max,častá}} + \Delta M_p = 16,100 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{pil,min,častá}} + \Delta M_p = -18,740 \text{ kNm}$$

Geometrie kabelu byla navržena následovně:



Obrázek 57: Excentricity kabelu v průřezech v poli a nad podporou

Nutná předpínací síla se stanoví následujícím vztahem pro výpočet normálového napětí v dolních, respektive horních vláknech průřezu.

$$\sigma_{c,i,cas}^j = -\frac{N_p}{A_{c,i}} + \frac{M_{i,k}}{W_{j,i}} - \frac{M_p}{W_{j,i}} = 0,00 \text{ MPa}, \text{ kde } M_p = N_p \cdot e_p$$

$$\sigma_{c,i,cas}^j = -\frac{N_p}{A_{c,i}} + \frac{M_{i,k}}{W_{j,i}} - \frac{N_p e_p}{W_{j,i}} = 0,00 \text{ MPa},$$

Po vyjádření  $N_p$  rovnice vypadá následovně:

$$N_p = \frac{\left(\frac{M_{i,cas}}{W_{j,i}}\right)}{\left(\frac{1,0}{A_{c,i}} + \frac{e_p}{W_{j,i}}\right)}$$

Po dosazení příslušných hodnot jsou předběžně určeny potřebné velikosti normálových sil v obou průřezech. Jejich velikosti vycházejí následovně:

$$N_{p,pole} = 37,017 \text{ MN}$$

$$N_{p,podpora} = 43,458 \text{ MN}$$

Z uvážení 25% ztrát napětí v kabelech na konci životnosti a maximální počáteční napětí  $\sigma_{p,max} = 1473,15 \text{ MPa}$  je odvozena potřeba napětí na konci životnosti  $\sigma_{p,100} = 1104,84 \text{ MPa}$ .

Z těchto hodnot lze určit nutnou plochu předpínací výztuže pomocí vzorce:

$$A_{p,nut} = \frac{N_{p,podpora}}{\sigma_{p,100}}$$

Pro rozhodující průřez nad podporou (navrženy budou pouze průběžné kabely) vychází potřebná plocha předpínací výztuže:

$$A_{p,nut} = 39\,334,3 \text{ mm}^2$$

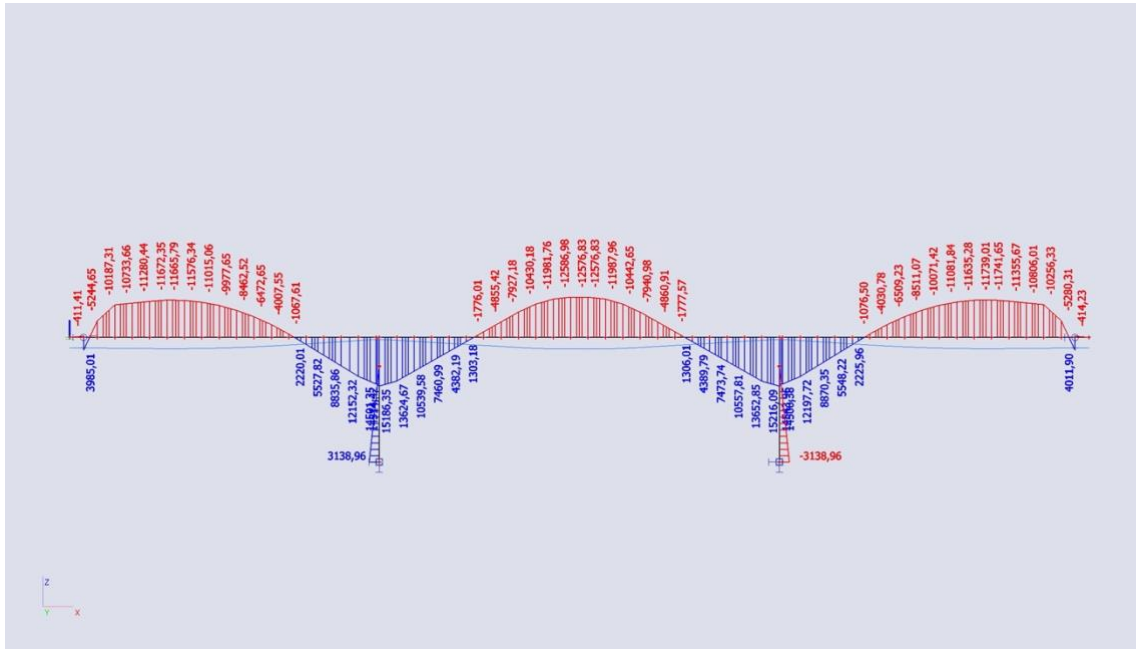
Nutný počet lan v průřezech je za předpokladu použití lan o ploše  $150 \text{ mm}^2$  263ks, navrženy budou kabely o 19 lanech.

**Celkový počet kabelů v konstrukci bude 13 po 19 lanech, tedy 37 050 mm<sup>2</sup>.**

Hodnota je menší než požadovaná z důvodu pouze odhadu staticky neurčité složky předpětí.

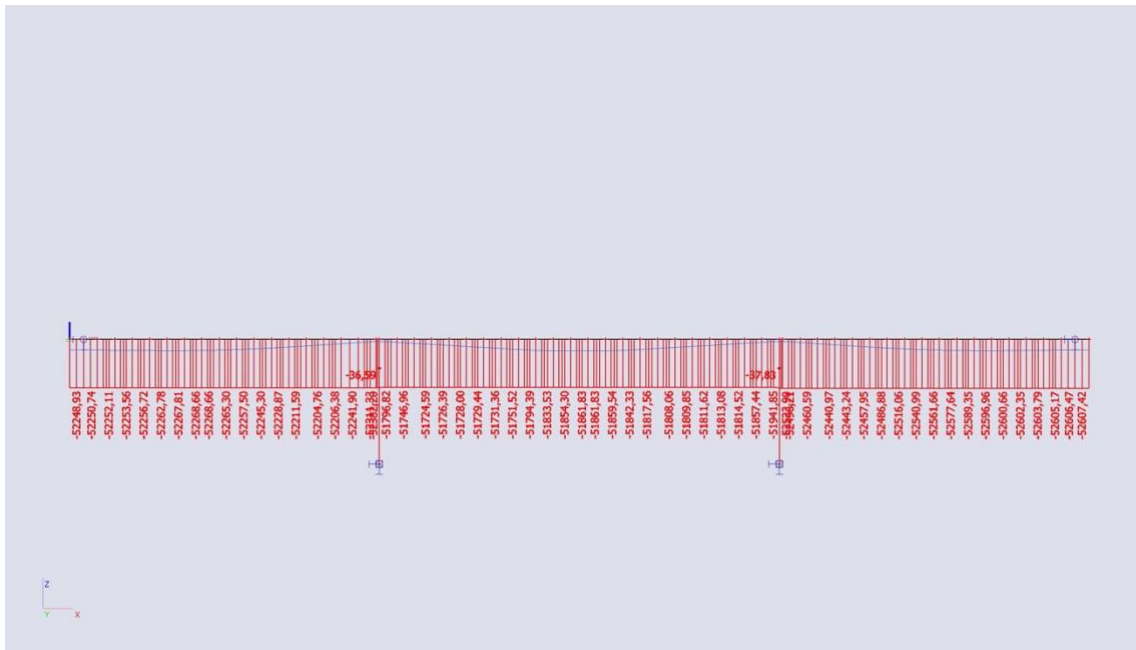
Účinky předpětí na konstrukci jsou patrné z následujících obrázků.

Vnitřní síla: My min  
 Extrém v poli: -12 586,89 kNm  
 Extrém nad podporou: 15 216,09 kNm



Obrázek 58: Průběh My od předpětí

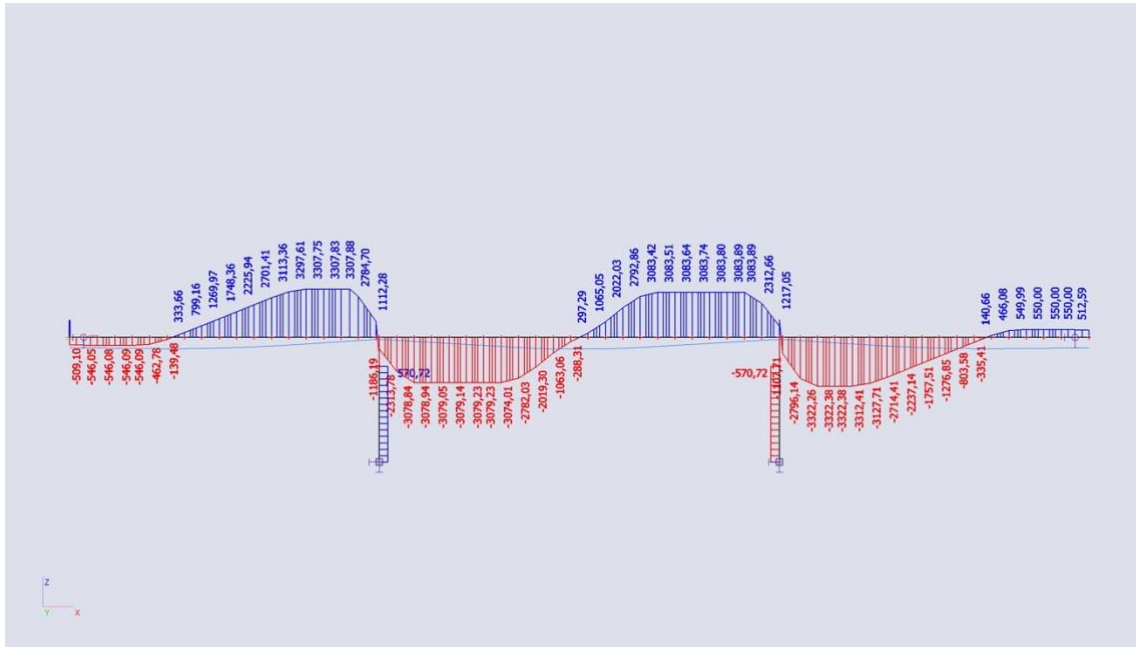
Vnitřní síla: N  
 Extrém v poli: -51 854 kN  
 Extrém nad podporou: -51 796 kN





Obrázek 59: Průběh N od předpětí

Vnitřní síla: Vz  
Extrém v poli: 0 kNm  
Extrém nad podporou: -1 186,19 kN



Obrázek 60: Průběh Vz od předpětí

## 10. Mezní stav použitelnosti

Posudek mezního stavu použitelnosti bude proveden ve čtyřech časech. V čase vnesení předpětí (VP), v čase vnesení ostatního stálého zatížení (G0), v čase uvolnění předpětí (UP) a na konci životnosti (KZ). Je potřeba stanovit účinky zatížení pro tyto časy.

### 10.1. Sestavy kombinací pro časy VP, G0

<b>kombinace MSP - charakteristická - čas vnesení předpětí</b>											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
suma	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
POKLESY	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
suma	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
TEPLOTA	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	3,39	-2,58	3,71	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,12	-0,31	0,17	-0,22
<b>CELKEM</b>	<b>10,27</b>	<b>3,17</b>	<b>-3,98</b>	<b>-14,9</b>	<b>0,19</b>	<b>-3,11</b>	<b>3,07</b>	<b>2,27</b>	<b>1,60</b>	<b>6,44</b>	<b>5,56</b>

Tabulka 14: Kombinace MSP - charakteristická - čas VP

<b>kombinace MSP - charakteristická - čas G0</b>											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
gost	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49
suma	7,99	7,99	-13,1	-13,1	0,00	-3,48	3,68	2,46	2,46	7,61	7,61
POKLESY	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
suma	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
TEPLOTA	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	3,39	-2,58	3,71	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,12	-0,31	0,17	-0,22
<b>CELKEM</b>	<b>11,93</b>	<b>4,83</b>	<b>-6,72</b>	<b>-17,6</b>	<b>0,19</b>	<b>-3,83</b>	<b>3,83</b>	<b>2,73</b>	<b>2,06</b>	<b>7,93</b>	<b>7,04</b>

Tabulka 15: Kombinace MSP - charakteristická - čas G0

<b>kombinace MSP - částá - čas vnesení předpětí</b>											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
suma	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
POKLESY	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
suma	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
TEPLOTA	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
ψ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	2,03	-1,55	2,23	-1,70	0,00	-0,10	0,00	0,07	-0,19	0,10	-0,13
<b>CELKEM</b>	8,91	4,20	-5,46	-13,7	0,19	-3,04	3,07	2,22	1,73	6,37	5,64

Tabulka 16: Kombinace MSP - částá - čas VP

<b>kombinace MSP - částá - čas G0</b>											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
gost	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49
suma	7,99	7,99	-13,1	-13,1	0,00	-3,48	3,68	2,46	2,46	7,61	7,61
POKLESY	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
suma	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
TEPLOTA	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
ψ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	2,03	-1,55	2,23	-1,70	0,00	-0,10	0,00	0,07	-0,19	0,10	-0,13
<b>CELKEM</b>	10,57	5,86	-8,20	-16,5	0,19	-3,76	3,83	2,68	2,19	7,86	7,13

Tabulka 17: Kombinace MSP - částá - čas G0

kombinace MSP - kvazistálá - čas vnesení předpětí											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
suma	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
POKLESY	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
suma	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
TEPLOTA	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
ψ	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	1,69	-1,29	1,85	-1,41	0,00	-0,08	0,00	0,06	-0,16	0,08	-0,11
<b>CELKEM</b>	<b>8,57</b>	<b>4,46</b>	<b>-5,84</b>	<b>-13,5</b>	<b>0,19</b>	<b>-3,02</b>	<b>3,07</b>	<b>2,21</b>	<b>1,76</b>	<b>6,36</b>	<b>5,67</b>

Tabulka 18: Kombinace MSP - kvazistálá - čas VP

kombinace MSP - kvazistál - čas G0											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
SW	6,33	6,33	-10,4	-10,4	0,00	-2,75	2,91	2,00	2,00	6,12	6,12
gost	1,66	1,66	-2,74	-2,74	0,00	-0,72	0,76	0,46	0,46	1,49	1,49
suma	7,99	7,99	-13,1	-13,1	0,00	-3,48	3,68	2,46	2,46	7,61	7,61
POKLESY	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
suma	0,55	-0,57	2,68	-1,67	0,19	-0,19	0,16	0,16	-0,08	0,16	-0,34
TEPLOTA	4,84	-2,58	5,30	-2,83	0,00	-0,17	0,00	0,17	-0,31	0,17	-0,31
ψ	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
ksur	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	0,70
suma	1,69	-1,29	1,85	-1,41	0,00	-0,08	0,00	0,06	-0,16	0,08	-0,11
<b>CELKEM</b>	<b>10,23</b>	<b>6,12</b>	<b>-8,57</b>	<b>-16,2</b>	<b>0,19</b>	<b>-3,74</b>	<b>3,83</b>	<b>2,67</b>	<b>2,22</b>	<b>7,85</b>	<b>7,15</b>

Tabulka 19: Kombinace MSP - kvazistálá - čas G0

SOUHRN KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ											
zatížení	M <sub>pole</sub> [MNm]		M <sub>pil</sub> [MNm]		V <sub>op,k</sub> [MN]	V <sub>L,podp</sub> [MN]	V <sub>P,podp</sub> [MN]	R <sub>op</sub> [MN]		R <sub>pil</sub> [MN]	
	max	min	max	min				max	min	max	min
6.10a - gr1a	20,1	3,7	-5,9	-26,4	1,0	-6,7	6,8	4,0	1,9	12,7	6,8
6.10b - gr1a	21,6	1,8	-4,0	-26,5	1,3	-7,0	7,0	4,0	1,4	12,7	5,7
<b>EXTRÉM</b>	<b>21,6</b>	<b>3,7</b>	<b>-5,9</b>	<b>-26,5</b>	<b>1,3</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>	<b>4,0</b>	<b>1,9</b>	<b>12,7</b>	<b>6,8</b>
char. - gr1a	17,1	4,3	-7,4	-21,9	1,0	-5,7	5,8	3,4	1,9	10,6	6,9
char. - teplota	16,1	3,8	-6,2	-20,7	0,7	-5,1	5,1	3,1	1,9	9,5	6,9
<b>EXTRÉM</b>	<b>17,1</b>	<b>4,3</b>	<b>-7,4</b>	<b>-21,9</b>	<b>1,0</b>	<b>5,7</b>	<b>5,8</b>	<b>3,4</b>	<b>1,9</b>	<b>10,6</b>	<b>6,9</b>
častá - gr1a	14,3	5,3	-8,1	-19,2	0,7	-4,9	5,0	3,0	2,1	9,3	7,0
častá - teplota	10,6	5,9	-8,2	-16,5	0,2	-3,8	3,8	2,7	2,2	7,9	7,1
<b>EXTRÉM</b>	<b>14,3</b>	<b>5,9</b>	<b>-8,2</b>	<b>-19,2</b>	<b>0,7</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>9,3</b>	<b>7,1</b>
<b>kvazistálá</b>	<b>10,2</b>	<b>6,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-16,2</b>	<b>0,2</b>	<b>-3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,2</b>	<b>7,8</b>	<b>7,2</b>

Tabulka 20: Souhrn kombinací zatížení

## 10.2. Ztráty předpětí

Pro účel posouzení MSP je také třeba určit ztráty předpětí v daných časech.

ŘEZ	VNESENÍ PŘEDPĚTÍ		
	ZTRÁTY	M <sub>p,max,VP</sub>	N <sub>p,max,VP</sub>
	[%]	[MNm]	[MN]
v poli	5,0	-11,957	49,261
nad podporou	5,0	14,455	49,261
ŘEZ	UVEDENÍ DO PROVOZU		
	ZTRÁTY	M <sub>p,max,VP</sub>	N <sub>p,max,VP</sub>
	[%]	[MNm]	[MN]
v poli	15,0	-10,698	44,076
nad podporou	15,0	12,934	44,076
ŘEZ	KONEC ŽIVOTNOSTI		
	ZTRÁTY	M <sub>p,max,VP</sub>	N <sub>p,max,VP</sub>
	[%]	[MNm]	[MN]
v poli	25,0	-9,440	38,891
nad podporou	25,0	11,412	38,891

Tabulka 21: Ztráty předpětí

### 10.3. Posudek MSP

MSP je posouzeno pro častou, charakteristickou a kvazistálou kombinaci. Pro kvazistálou je třeba splnit požadavek dekomprese, tedy požadavek nulového výskytu tahových napětí v tažených vláknech betonu.

Výpočet napětí v horních vláknech probíhá podle vzorce:

$$\sigma_n = \frac{N_p}{A_c} + \frac{M_p}{W_h} + \frac{M_i}{W_h}$$

Obdobně vzorec pro napětí v dolních vláknech:

$$\sigma_n = \frac{N_p}{A_c} + \frac{M_p}{W_d} + \frac{M_i}{W_d}$$

#### 10.3.1. Posudek pro charakteristickou kombinaci zatížení

V charakteristické kombinaci je mezní hodnota napětí ve vláknech betonu limitována tlakovou pevností betonu  $0,6f_{ck(t)}$  v čase VP, v ostatních časech hodnotu  $0,6f_{ck}$ .

Posudek MSP - charakteristická														
průřez	čas	vlákno	Ac	W <sub>h</sub> /W <sub>d</sub>	N <sub>p</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>char</sub>	σ <sub>n</sub>	σ <sub>lim</sub>	ε	σ <sub>ns</sub>	σ <sub>s,lim</sub>	stav	
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[MN]	[MNm]	[MNm]	[MPa]	[MPa]	‰	[MPa]	[MPa]		
pole	VP	h	10,3	-2,0	-49,3	-12,0	10,3	-3,9	-16,3				OK	
		d		1,5				-5,9	-16,3				OK	
	G0	h	10,3	-2,0	-44,1	-10,7	11,9	-4,9	-21,0				OK	
		d		1,5				-3,4	-21,0				OK	
	UP	h	10,3	-2,0	-38,9	-9,4	17,1	-7,6	-21,0				OK	
		d		1,5				1,5	-21,0	0,0	9,0	400	OK	
	KZ	h	10,3	-2,0	-38,9	-9,4	17,1	-7,6	-21,0				OK	
		d		1,5				1,5	-21,0	0,0	9,0	400	OK	
	podp.	VP	h	10,3	-2,0	-49,3	14,5	-14,9	-4,6	-16,3				OK
			d		1,5				-5,1	-16,3				OK
		G1	h	10,3	-2,0	-44,1	12,9	-17,6	-1,9	-21,0				OK
			d		1,5				-7,5	-21,0				OK
UP		h	10,3	-2,0	-38,9	11,4	-21,9	1,5	-21,0	0,0	9,1	400	OK	
		d		1,5				-10,9	-21,0				OK	
KZ		h	10,3	-2,0	-38,9	11,4	-21,9	1,5	-21,0	0,0	9,1	400	OK	
		d		1,5				-10,9	-21,0				OK	

Tabulka 22: Posudek MSP – charakteristická kombinace zatížení

10.3.2. Posudek pro častou kombinaci zatížení

Posudek MSP - častá														
průřez	čas	vlákno	Ac	W <sub>h</sub> /W <sub>d</sub>	N <sub>p</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>čas</sub>	σ <sub>n</sub>	σ <sub>lim</sub>	ε	σ <sub>ns</sub>	σ <sub>s,lim</sub>	stav	
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[MN]	[MNm]	[MNm]	[MPa]	[MPa]	‰	[MPa]	[MPa]		
pole	VP	h	10,3	-2,0	-49,3	-12,0	8,9	-3,3	0,0				OK	
		d		1,5				-6,9					0,0	OK
	G0	h	10,3	-2,0	-44,1	-10,7	10,6	-4,2	0,0				OK	
		d		1,5				-4,4					0,0	OK
	UP	h	10,3	-2,0	-38,9	-9,4	14,3	-6,2	0,0				OK	
		d		1,5				-0,5					0,0	OK
	KZ	h	10,3	-2,0	-38,9	-9,4	14,3	-6,2	0,0				OK	
		d		1,5				-0,5					0,0	OK
	podp.	VP	h	10,3	-2,0	-49,3	14,5	-13,7	-5,2	0,0				OK
			d		1,5				-4,3					0,0
G1		h	10,3	-2,0	-44,1	12,9	-16,5	-2,5	0,0				OK	
		d		1,5				-6,7					0,0	OK
UP		h	10,3	-2,0	-38,9	11,4	-19,2	0,1	0,0	0,0	0,8	400	OK	
		d		1,5				-9,1					0,0	OK
KZ		h	10,3	-2,0	-38,9	11,4	-19,2	0,1	0,0	0,0	0,8	400	OK	
		d		1,5				-9,1					0,0	OK

Tabulka 23: Posudek MSP – častá kombinace zatížení

### 10.3.3. Posudek pro kvazistálou kombinaci zatížení

V kvazistálé kombinaci je mezní hodnota napětí ve vláknech betonu limitována tlakovou pevností betonu  $0,45f_{ck(t)}$  v čase VP, v ostatních časech hodnotou  $0,45f_{ck}$ .

Posudek MSP - kvazistálá														
průřez	čas	vlákno	Ac	$W_h/W_d$	$N_p$	$M_p$	$M_{kvaz}$	$\sigma_n$	$\sigma_{lim}$	$\epsilon$	$\sigma_{ns}$	$\sigma_{s,lim}$	stav	
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[MN]	[MNm]	[MNm]	[MPa]	[MPa]	‰	[MPa]	[MPa]		
pole	VP	h	10,3	-2,0	-49,3	-12,0	8,6	-3,1	-12,2				OK	
		d		1,5				-7,1	-12,2				OK	
	G0	h	10,3	-2,0	-44,1	-10,7	10,2	-4,1	-15,8				OK	
		d		1,5				-4,6	-15,8				OK	
	UP	h	10,3	-2,0	-38,9	-9,4	10,2	-4,2	-15,8				OK	
		d		1,5				-3,2	-15,8				OK	
	KZ	h	10,3	-2,0	-38,9	-9,4	10,2	-4,2	-15,8				OK	
		d		1,5				-3,2	-15,8				OK	
	podp.	VP	h	10,3	-2,0	-49,3	14,5	-13,5	-5,3	-12,2				OK
			d		1,5				-4,1	-12,2				OK
		G1	h	10,3	-2,0	-44,1	12,9	-16,2	-2,7	-15,8				OK
			d		1,5				-6,5	-15,8				OK
UP		h	10,3	-2,0	-38,9	11,4	-16,2	-1,4	-15,8				OK	
		d		1,5				-7,0	-15,8				OK	
KZ		h	10,3	-2,0	-38,9	11,4	-16,2	-1,4	-15,8				OK	
		d		1,5				-7,0	-15,8				OK	

Tabulka 24: Posudek MSP – kvazistálá kombinace zatížení

Posudky vyhovují ve všech časech a kombinacích, návrh předpětí je dostatečný. V kvazistálé kombinaci je velká tlaková rezerva, v případě potřeby by bylo vhodné návrh optimalizovat, tedy zmenšit počet předpínacích kabelů či počtu lan v kabelech a dosáhnout tak menšího množství předpínací výztuže. Návrh je z hlediska MSP vyhovující.



## 11. Mezní stav únosnosti

Posudek mezního stavu únosnosti byl proveden v programu IDEA StatiCa 21.1.  
Výsledky posudku jsou přiloženy v příloze 1.

## 12. Založení pilířů

Založení bude provedeno vrtanými velkopřůměrovými pilotami. V této práci je řešeno pouze založení pilířů.

Pro účely výpočtu založení je využito reakcí z podkapitoly 6.4 Výpočet sil působících v patě pilíře.

Výpočet byl zpracován v programu GEO 5. Výsledek je přiložen v příloze 2.

### 13. Seznam použité literatury

ČSN EN 1990 – 73 0002 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991–1–5 – 73 0035 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1 – 5: Obecná zatížení – zatížení teplotou

ČSN EN 1991–1–4 – 73 0035 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1 – 4: Obecná zatížení – zatížení větrem

ČSN EN 1991–2 – 73 6203 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1 - 73 1201 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2 -73 6208 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

# PŘÍLOHA 1 – POSUDEK MSÚ

PRŮŘEZ V POLI

Projekt: BAKP

Projekt číslo: 1

Autor: Kosina Matouš



Calculate yesterday's estimates

## Data projektu

Název projektu BAKP  
Projekt číslo 1  
Popis bakalářská práce - posouzení MSÚ  
Autor Kosina Matouš  
Datum vytvoření protokolu 17.04.2022  
Verze 21.1.5.1536

### Národní norma

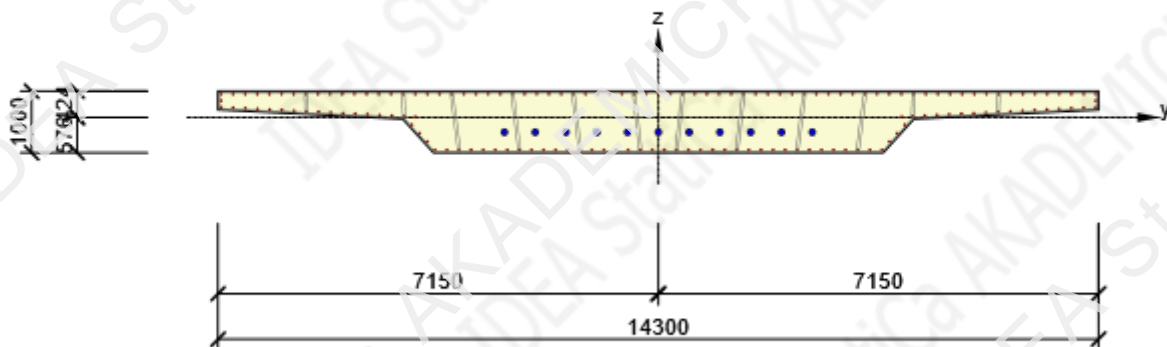
Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01 EN 1992-2:2008-07, CSN:2014-01/NA:2014-10
Návrhová životnost	100 let

# Posouzení řezů

## Rez S 1

### Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C35/45	Třmínky:
Stáří: 28,0 d	ø16 - 150 mm
Výztuž: (B 500B)	ø16 - 150 mm
73ø30 (51601mm <sup>2</sup> ), z = 379 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 273 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 166 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 157 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 147 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 137 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 127 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 117 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 107 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 97 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 87 mm	ø16 - 150 mm
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 77 mm	Dodatečně předpjaté kabely:
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 67 mm	(Y1860S7-15.7)
2ø30 (1414mm <sup>2</sup> ), z = 57 mm	11*19ø15,7 (2850mm <sup>2</sup> ), z = -241 mm
...	mm

### Účinky zatížení - vnitřní síly



Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-51861,0	0,0	1303,0	0,0	12141,0	0,0
Celkové	Charakteristická	-38891,0	0,0	0,0	0,0	7761,0	0,0
Celkové	Kvazistálá	-38891,0	0,0	0,0	0,0	791,0	0,0

**Souhrn**

Rozhodující typ posouku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-38891,0	7761,0	0,0			33,3	OK
Typ posouku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-51861,0	12141,0	0,0			31,5	OK
Smyk	-51861,0			1303,0	0,0	17,4	OK
Interakce	-51861,0	12141,0	0,0	1303,0	0,0	18,6	OK
Omezení napětí	-38891,0	7761,0	0,0			33,3	OK
Šířka trhliny	-38891,0	791,0	0,0			0,0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

**Upozornění**

Upozornění	
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2
	Pro krátkodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)

## Účinnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSU

$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-51861,0	12141,0	0,0	Nu-Mu-Mu	31,5	100,0	OK

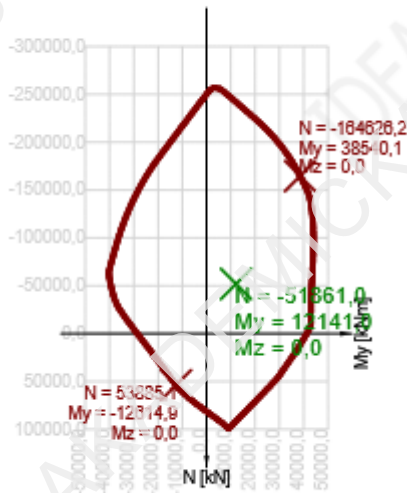
Návrhová účinnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	$F_{Ed}$	$F_{Rd1}$	$F_{Rd2}$
N [kN]	-51861,0	-164626,2	53885,1
$M_y$ [kNm]	12141,0	38540,1	-12614,9
$M_z$ [kNm]	0,0	0,0	0,0

### Upozornění

Žádná upozornění

Řez N - My



### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,y}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,z}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
Typ	Nu-Mu-Mu: Účinnost průřezu je určena za předpokladu proporcionální změny všech složek působících vnitřních sil (excentricita normálové síly zůstává konstantní) až do okamžiku dosažení interakční plochy. Změnu působících vnitřních sil lze interpretovat jako pohyb podél přímky spojující počátek souřadné soustavy (0,0,0) a bod určený působícími vnitřními silami ( $N_{Ed}$ , $M_{Ed,y}$ , $M_{Ed,z}$ ). Dva průsečíky této přímky s interakční plochou, které lze nalézt, reprezentují dvě sady sil na mezi účinnosti. V každém průsečíku určí program tři síly na mezi účinnosti: návrhovou účinnost $N_{Rd}$ a odpovídající návrhové účinnosti v ohybu $M_{Rd,y}$ , $M_{Rd,z}$ .
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$F_{Ed}$	Návrhová hodnota působící síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
$F_{Rd1}$	První sada sil na mezi účinnosti odpovídající prvnímu průsečíku na interakční ploše
$F_{Rd2}$	Druhá sada sil na mezi účinnosti odpovídající druhému průsečíku na interakční ploše



## Smyk

Výsledek prezentovaný pro kombinaci : Základní MSÚ

$V_{Ed}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
1303,0	-51861,0	7501,8	bez redukce	6.2.3(3)	17,4	100,0	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]
1303,0	7393,6	42462,4	38054,2	7501,8	7501,8

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

$n_c$	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$b_w$ [mm]	$d$ [mm]	$z$ [mm]	$\theta$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha_{cw}$ [-]
22	25129	28274	7376	952	746	45,0	90,0	1,22
$C_{Rd,c}$ [-]	$k$ [-]	$k_1$ [-]	$\rho_l$ [-]	$\sigma_{cp}$ [MPa]	$\sigma_{wd}$ [MPa]	$v_{min}$ [MPa]	$v$ [-]	$v_1$ [-]
0,12	1,46	0,15	0,00	4,2	69,5	0,4	0,52	0,60

Upozornění

Upozornění	
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$V_{Rd}$	Výsledná návrhová únosnost ve smyku
Posudek zóny	Typ zóny, ve které se provádí posouzení
Článek	Číslo ustanovení normy (typ metody) použité pro posouzení smyku
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$V_{Rd,r}$	Maximální návrhová hodnota posouvající síly, kterou prvek může přenést bez uplatnění redukce součinitelem Beta podle (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést při namáhání vzdorující smykové výztuže na mezi kluzu
$n_c$	Počet větví smykové výztuže
$a_{sw}$	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky
$A_{sl}$	Průřezová plocha tažené podélné výztuže
$b_w$	Šířka průřezu v místě těžiště průřezu
$d$	Účinná výška průřezu
$z$	Rameno vnitřních sil
$\theta$	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
$\alpha$	Úhel mezi smykovou výztuží a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
$\alpha_{cw}$	Součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlačném pásu
$C_{Rd,c}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$k$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$k_1$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$\rho_l$	Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží
$\sigma_{cp}$	Normálové napětí v průřezu od zatížení nebo předpětí omezené 0.2 fcd
$\sigma_{wd}$	Návrhové napětí smykové výztuže podle poznámky 2 čl. 6.2.3 (3)
$v_{min}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$v$	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku
$v_1$	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku

## 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
-51861,0	12141,0	0,0	1303,0	0,0	16,0	18,6	18,6	100,0	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
7393,6	5450,1	42462,4	24134,7	17,6	3,1	3,1	100,0	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
-5677,7	1303,0	0,0	0,6	0,0	1	18,6	100,0	OK

### Podrobné posouzení výztuže

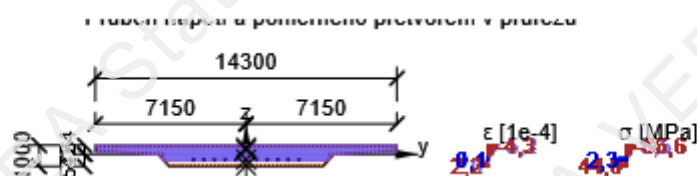
Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-7105	379	0,6	-4,3	-450,0	11,4	-86,6	-465,9	18,6	OK

### Podrobné posouzení předpínací výztuže

Kabel	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-1500	-241	0,6	0,1	315,0	2,3	2,3	1593,2	0,1	OK

### Upozornění

Žádná upozornění



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$M_{Edy}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
$M_{Edz}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
$T_{Ed}$	Návrhová hodnota působícího krouticího momentu (s účinky předpětí)
Hodnota V+T	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota V+T+M	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk, ohyb a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
$M_{ez}$	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$T_{Rd,c}$	Návrhový krouticí moment při vzniku trhlin
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
rce. 6.31	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.31) EN 1992-1-1
rce. 6.29	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.29) EN 1992-1-1
$F_b$	Výslednice sil v podélné výztuži od ohybu a normálové síly
$\Delta F_{td,s}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená posouvající silou spočtená jako $V_{Ed} \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená kroucením
$\Delta \epsilon_s$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou
$\Delta \epsilon_t$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené kroucením
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$\Delta \epsilon_{st}$	Přídavné poměrné přetvoření podélné výztuže způsobené posouvající silou a kroucením
$\epsilon$	Poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
$\epsilon_{lim}$	Mezní hodnota poměrného přetvoření podélné výztuže/kabelu
$\Delta \sigma_{st}$	Přídavné tahové napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou a kroucením
$\sigma$	Napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v podélné výztuži/kabelu
Kabel	Číslo kabelu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny

## Omezení napětí

### Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláknobetonu	1	-7,0	-21,0	33,3	100,0	OK

### Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláknobetonu	1	-6,1	-21,0	29,2	100,0	OK

### Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vláknobetonu	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-7150	424	-38891,0	7761,0	0,0	-7,0	-21,0	33,3	OK
7.2(3)-Quasi	1	-7150	424	-38891,0	791,0	0,0	-3,9	-15,8	24,5	OK

### Podrobné posouzení výztuže - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	111	-3630	-531	-38891,0	7761,0	0,0	5,0	400,0	1,3	OK

### Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vláknobetonu	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	1	-7150	424	-38891,0	7761,0	0,0	-6,1	-21,0	29,2	OK
7.2(3)-Quasi	1	-7150	424	-38891,0	791,0	0,0	-3,5	-15,8	22,0	OK

### Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

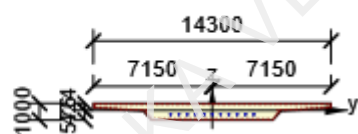
Typ posudku	Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	111	-3630	-531	-38891,0	7761,0	0,0	9,0	400,0	2,2	OK

## Součinitel dotvarování

Způsob určení	$h_0$ [mm]	$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	$t_0$ [d]	$t_s$ [d]	RH [%]	Použití $\gamma_{lt}$	$\varphi(t, t_0)$ [-]
Automatické	692	10275000	29694	36500,0	28,0	7,0	65	Ne	1,55

## Upozornění

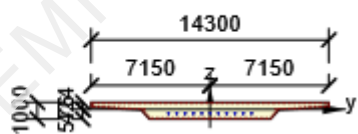
Žádná upozornění



Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky

$\epsilon$  [1e-4]       $\sigma$  [MPa]  
0,3 - 0,4      5,0 - 8,7



Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky

$\epsilon$  [1e-4]       $\sigma$  [MPa]  
0,4 - 1,1      3,9 - 7,2

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Typ posudku	Číslo ustanovení normy a typ kombinace použité pro posouzení omezení napětí
Část průřezu	Specifikace části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel), ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Index	Číslo vlákna betonu, výztužné vložky nebo předpjatého kabelu, ve kterých byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$\sigma$	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
N	Normálová síla pro příslušnou kombinaci zatížení
$M_y$	Ohybový moment okolo osy y pro příslušnou kombinaci zatížení
$M_z$	Ohybový moment okolo osy z pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$h_0$	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$ , kde $A_c$ je průřezová plocha betonu, $u$ je obvod části průřezu vystavené vysychání
$A_c$	Průřezová plocha betonu
$u$	Obvod části vystavené vysychání
$t$	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
$t_0$	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
$t_s$	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabyváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použití $\gamma_{lt}$	Použití součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

## Šířka trhlin

### Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	w <sub>k</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-38891,0	791,0	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK



### Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

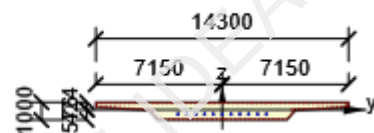
Kombinace	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	w <sub>k</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-38891,0	791,0	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK

### Součinitel dotvarování

Způsob určení	h <sub>c</sub> [mm]	A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	t <sub>0</sub> [d]	t <sub>s</sub> [d]	RH [%]	Použit Y <sub>lt</sub>	φ(t,t <sub>0</sub> ) [-]
Automatické	692	10275000	29694	36500,0	28,0	7,0	65	Ne	1,55

### Upozornění

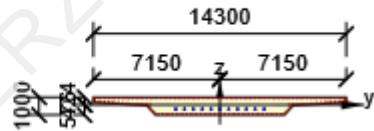
Upozornění	
	Pro krátkodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)
	Pro dlouhodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)



Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky

ε [1e-4]    σ [MPa]  
■ -1,0    ■ 19,7



Výsledky uváděné pro:

- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky

ε [1e-4]    σ [MPa]  
■ -2,2    ■ 43,8

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Kombinace	Kombinace použita pro výpočet včetně součinitelů $\gamma_{sup}$ nebo $\gamma_{inf}$ podle čl. 5.10.9
N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
$M_y$	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení
$M_z$	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
$w_k$	Šířka trhlin vypočtená podle čl. 7.3.4
$w_{lim}$	Mezní hodnota šířky trhlin podle tabulky 7.101N
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$h_0$	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$ , kde $A_c$ je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
$A_c$	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
$t_0$	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
$t_s$	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabýváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použití $\gamma_{lt}$	Použití součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování



## Odezva N-M-M

### Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$N_{Ed,tot}$ [kN]	$M_{Ed,y,tot}$ [kNm]	$M_{Ed,z,tot}$ [kNm]	Vláčno betonu	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-51861,0	12141,0	0,0	1	1	45,4	100,0	OK

### Rovina přetvoření

x [mm]	d [mm]	z [mm]	$\epsilon_x$ [1e-4]	$\varphi_z$ [1e-4]	$\varphi_y$ [1e-4]
728	952	746	-2,2	0,0	-7,2

### Síly v jednotlivých částech průřezu

Část průřezu	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	A [mm <sup>2</sup> ]	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]
Beton	-46409,7	9506,2	0,0	8221630	0	205
Tažená výztuž	893,5	472,3	0,0	28274	0	-529
Tlačená výztuž	-6571,1	2065,6	0,0	79875	0	314
Celkové	-52087,4	12044,0	0,0			

### Podrobné posouzení betonu

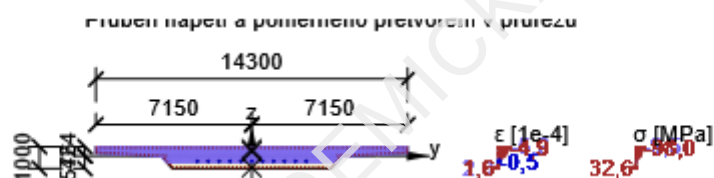
Vláčno	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-7150	424	-5,2	-35,0	-9,5	-21,0	45,4	OK

### Podrobné posouzení výztuže

Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
1	-7105	379	-4,9	-450,0	-98,0	-465,9	21,0	OK

### Upozornění

Žádná upozornění



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed,tot}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$M_{Ed,y,tot}$	Návrhová hodnota chybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
$M_{Ed,z,tot}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
Vlákno betonu	Číslo vlákna, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
x	Výška zóny tláčeného betonu (poloha neutrální osy)
d	Účinná výška průřezu
z	Rameno vnitřních sil
$\epsilon_x$	Axiální poměrné přetvoření
$\varphi_z$	Tangenta úhlu mezi osou 'z' a její kolmou projekcí do roviny přetvoření (okolo osy 'y')
$\varphi_y$	Tangenta úhlu mezi osou 'y' a její kolmou projekcí do roviny přetvoření (okolo osy 'z')
Část průřezu	Část průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel)
N	Hodnota normálové síly přenášené danou částí průřezu
$M_y$	Hodnota ohybového momentu okolo osy 'y' přenášeného danou částí průřezu
$M_z$	Hodnota ohybového momentu okolo osy 'z' přenášeného danou částí průřezu
A	Plocha části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel ...)
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$\epsilon$	Poměrné přetvoření dané části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro příslušnou kombinaci zatížení mezního stavu únosnosti
$\epsilon_{lim}$	Mezní hodnota poměrného přetvoření dané části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel)
$\sigma$	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny

## Seznam použitých materiálů

### Beton

Název	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
C35/45	35,0	43,0	3,2	34077,1	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický						

### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{ck}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$f_{cm}$	Průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ctm}$	Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$E_{cm}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$\epsilon_c$	Poměrné přetvoření betonu v tlaku při dosažení maximálního napětí $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku

### Betonářská ocel

Název	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	$E$ [MPa]	$\nu$ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví					

### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{yk}$	Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$f_{tk}$	Charakteristická pevnost v tahu betonářské výztuže
$E$	Modul pružnosti výztužné oceli
$\epsilon_{uk}$	Charakteristické poměrné přetvoření betonářské nebo předpínací oceli při maximálním zatížení

### Předpínací výztuž

Název	$f_{pk}$ [MPa]	$f_{p01k}$ [MPa]	$E$ [MPa]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
Y1860S7-15.7	1860,0	1640,0	195000,0	7850
$F_m = 279,0$ kN, $F_{p01} = 245,5$ kN, $F_r = 190,0$ MPa, $\rho_{1000} = 0,03$ , $\rho_{\infty} = 0,06$ , $\Phi = 16$ mm, Plocha = 150 mm <sup>2</sup> , $\epsilon_{uk} = 350,0 \cdot 10^{-4}$ , $A_{gt} = 350,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Lano Povrchová úprava: Povrch hladký, Třída relaxace: Třída 2, Výroba: Lano s nízkou relaxací, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví, Počet drátů: 7				

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{pk}$	Charakteristická pevnost v tahu
$f_{p01k}$	Charakteristická hodnota smluvní síly 0,1%
E	Modul pružnosti předpínací oceli
$F_m$	Charakteristická hodnota maximální síly
$F_{p01}$	Charakteristická hodnota smluvní síly 0,1%
$F_r$	Rozkmit únavového napětí
$\rho_{1000}$	Hodnota ztrát relaxací (poměr), v čase 1000 hodin od předpínání při střední teplotě 20°C
$\rho_{\infty}$	Hodnota ztrát relaxací (poměr), v čase 50 000 hodin od předpínání při střední teplotě 20°C
$\epsilon_{uk}$	Charakteristické poměrné přetvoření betonářské nebo předpínací oceli při maximálním zatížení
$A_{gt}$	Celkové protažení při maximální síle
Typ	Typ předpínací výztuže
Typ diagramu	Typ pracovního diagramu

## PRŮŘEZ NAD PODPOROU

Projekt: BAKP

Projekt číslo: 1

Autor: Kosina Matouš



Calculate yesterday's estimates

## Data projektu

Název projektu	BAKP
Projekt číslo	1
Popis	bakalářská práce - posouzení MSÚ
Autor	Kosina Matouš
Datum vytvoření protokolu	17.04.2022
Verze	21.1.5.1536

### Národní norma

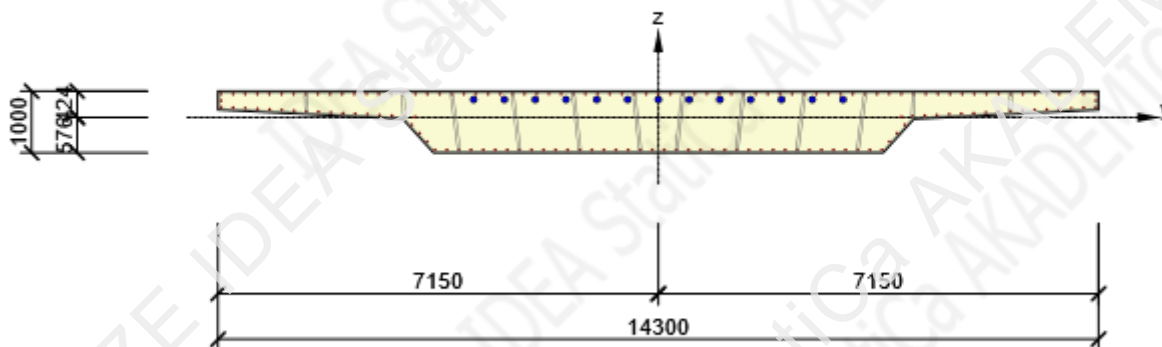
Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01 EN 1992-2:2008-07, CSN:2014-01/NA:2014-10
Návrhová životnost	100 let

# Posouzení řezů

## Řez S 1

### Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C35/45	Tříminky:
Stáří: 28,0 d	ø16 - 150 mm
Vyztuž: (B 500B)	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -7105, 379 mm	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -6908, 379 mm	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -6710, 379 mm	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -6513, 379 mm	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -6316, 379 mm	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -6118, 379 mm	ø16 - 150 mm
1ø28 (616mm <sup>2</sup> ), Pozice -5921, 379 mm	Dodatečně předpjaté kabely:
...	(Y1860S7-15.7)
	13*19ø15,7 (2850mm <sup>2</sup> ), z = 289 mm

### Účinky zatížení - vnitřní síly




Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-51854,0	0,0	7050,0	0,0	-15083,0	0,0
Celkové	Charakteristická	-38891,0	0,0	0,0	0,0	-10438,0	0,0
Celkové	Kvazistálá	-38891,0	0,0	0,0	0,0	-4788,0	0,0

**Souhrn**

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-51854,0			7050,0	0,0	78,0	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	-51854,0	-15088,0	0,0			44,7	OK
Smyk	-51854,0			7050,0	0,0	78,0	OK
Interakce	-51854,0	-15088,0	0,0	7050,0	0,0	78,0	OK
Omezení napětí	-38891,0	-10488,0	0,0			48,8	OK
Šířka trhliny	-38891,0	-4788,0	0,0			0,0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

**Upozornění**

Upozornění	
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2
	Posudek interakce smyku a kroucení podle 6.3.2 (5) vyhovuje, proto je vyžadováno pouze minimální vyztužení podle 9.2.1.1. Prosím zkontrolujte konstrukční zásady.
	Pro krátkodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)



## Únosnost N-M-M

### Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

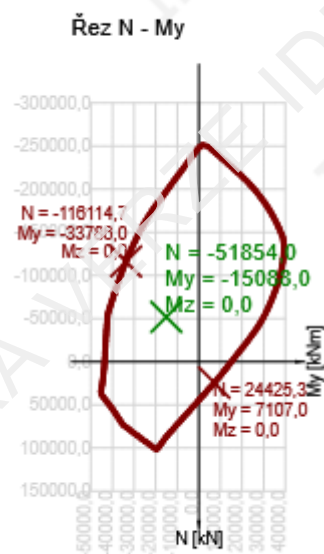
$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-51854,0	-15088,0	0,0	Nu-Mu-Mu	44,7	100,0	OK

### Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	$F_{Ed}$	$F_{Rd1}$	$F_{Rd2}$
N [kN]	-51854,0	-116114,7	24425,3
$M_y$ [kNm]	-15088,0	-33786,0	7107,0
$M_z$ [kNm]	0,0	0,0	0,0

### Upozornění

Žádná upozornění



### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,y}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,z}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
Typ	Nu-Mu-Mu: Únosnost průřezu je určena za předpokladu proporcionální změny všech složek působících vnitřních sil (excentricita normálové síly zůstává konstantní) až do okamžiku dosažení interakční plochy. Změnu působících vnitřních sil lze interpretovat jako pohyb podél přímky spojující počátek souřadné soustavy (0,0,0) a bod určený působícími vnitřními silami ( $N_{Ed}$ , $M_{Ed,y}$ , $M_{Ed,z}$ ). Dva průsečíky této přímky s interakční plochou, které lze nalézt, reprezentují dvě sady sil na mezi únosnosti. V každém průsečíku určí program tři síly na mezi únosnosti: návrhovou únosnost $N_{Rd}$ a odpovídající návrhové únosnosti v ohybu $M_{Rd,y}$ , $M_{Rd,z}$ .
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vičky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$F_{Ed}$	Návrhová hodnota působící síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
$F_{Rd1}$	První sada sil na mezi únosnosti odpovídající prvnímu průsečíku na interakční ploše
$F_{Rd2}$	Druhá sada sil na mezi únosnosti odpovídající druhému průsečíku na interakční ploše

## Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSU

$V_{Ed}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7050,0	-51854,0	9040,3	bez redukce	6.2.2(1)	78,0	100,0	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]
7050,0	9040,3	33193,2	39897,3	6926,2	9040,3

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

$n_c$	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$b_w$ [mm]	$d$ [mm]	$z$ [mm]	$\theta$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha_{cw}$ [-]
22	25011	83231	7848	938	637	45,0	90,0	1,23
$\zeta_{Rd,c}$ [-]	$k$ [-]	$k_1$ [-]	$\rho_l$ [-]	$\sigma_{cp}$ [MPa]	$\sigma_{wd}$ [MPa]	$v_{min}$ [MPa]	$v$ [-]	$v_1$ [-]
0,12	1,46	0,15	0,01	4,2	442,6	0,4	0,52	0,52

Upozornění

Upozornění	
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$V_{Rd}$	Výsledná návrhová únosnost ve smyku
Posudek zóny	Typ zóny, ve které se provádí posouzení
Článek	Číslo ustanovení normy (typ metody) použité pro posouzení smyku
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$V_{Rd,r}$	Maximální návrhová hodnota posouvající síly, kterou prvek může přenést bez uplatnění redukce součinitelem Beta podle (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést při namáhání vzdorující smykové výztuže na mezi kluzu
$n_c$	Počet větví smykové výztuže
$a_{sw}$	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky
$A_{sl}$	Průřezová plocha tažené podélné výztuže
$b_w$	Šířka průřezu v místě těžiště průřezu
$d$	Účinná výška průřezu
$z$	Rameno vnitřních sil
$\theta$	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
$\alpha$	Úhel mezi smykovou výztuží a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
$\alpha_{cw}$	Součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlaceném pásu
$C_{Rd,c}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$k$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$k_1$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$\rho_l$	Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží
$\sigma_{cp}$	Normálové napětí v průřezu od zatížení nebo předpětí omezené $0.2 f_{cd}$
$\sigma_{wd}$	Návrhové napětí smykové výztuže podle poznámky 2 čl. 6.2.3 (3)
$v_{min}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$v$	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku
$v_1$	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku

## 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
-51854,0	-15088,0	0,0	7050,0	0,0	78,0	20,1	78,0	100,0	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
9040,3	5450,1	33193,2	24160,0	78,0	21,2	21,2	100,0	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
-3171,4	7050,0	0,0	2,7	0,0	111	20,1	100,0	OK


Podrobné posouzení výztuže

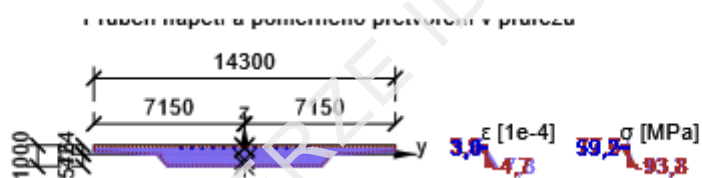
Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
111	-3630	-531	2,7	-4,7	-450,0	54,1	-93,8	-465,9	20,1	OK

Podrobné posouzení předpínací výztuže

Kabel	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
13	3000	289	2,7	3,0	315,0	52,7	59,2	1593,2	3,7	OK

Upozornění

Upozornění	
	Posudek interakce smyku a kroucení podle 6.3.2 (5) vyhovuje, proto je vyžadováno pouze minimální vyztužení podle 9.2.1.1. Prosím zkontrolujte konstrukční zásady.



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$M_{Edy}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
$M_{Edz}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
$T_{Ed}$	Návrhová hodnota působícího krouticího momentu (s účinky předpětí)
Hodnota V+T	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota V+T+M	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk, ohyb a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$T_{Rd,c}$	Návrhový krouticí moment při vzniku trhlin
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
rce. 6.31	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.31) EN 1992-1-1
rce. 6.29	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.29) EN 1992-1-1
$F_b$	Výslednice sil v podélné výztuži od ohybu a normálové síly
$\Delta F_{td,s}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená posouvající silou spočtená jako $V_{Ed} \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená kroucením
$\Delta \epsilon_s$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou
$\Delta \epsilon_t$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené kroucením
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$\Delta \epsilon_{st}$	Přídavné poměrné přetvoření podélné výztuže způsobené posouvající silou a kroucením
$\epsilon$	Poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
$\epsilon_{lim}$	Mezní hodnota poměrného přetvoření podélné výztuže/kabelu
$\Delta \sigma_{st}$	Přídavné tahové napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou a kroucením
$\sigma$	Napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v podélné výztuži/kabelu
Kabel	Číslo kabelu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny

## Omezení napětí

### Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláčno betonu	4	-10,2	-21,0	48,8	100,0	OK

### Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláčno betonu	4	-9,3	-21,0	44,5	100,0	OK

### Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vláčno	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	4	-3650	-576	-38891,0	-10488,0	0,0	-10,2	-21,0	48,8	OK
7.2(3)-Quasi	4	-3650	-576	-38891,0	-4788,0	0,0	-6,7	-15,8	42,5	OK

### Podrobné posouzení výztuže - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	1	-7105	379	-38891,0	-10488,0	0,0	4,3	400,0	1,1	OK

### Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vláčno	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	4	-3650	-576	-38891,0	-10488,0	0,0	-9,3	-21,0	44,5	OK
7.2(3)-Quasi	4	-3650	-576	-38891,0	-4788,0	0,0	-6,2	-15,8	39,5	OK

### Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

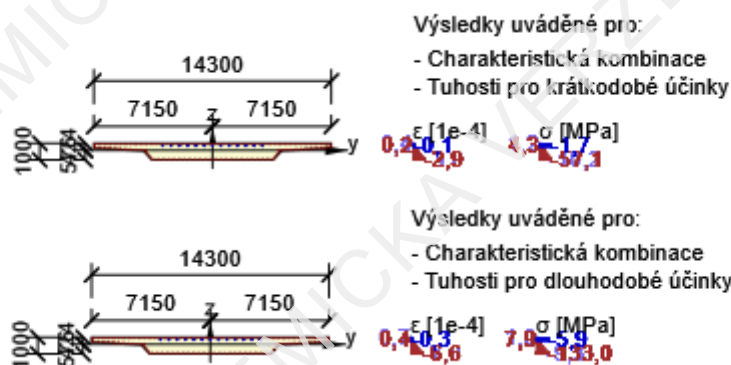
Typ posudku	Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	1	-7105	379	-38891,0	-10488,0	0,0	7,9	400,0	2,0	OK

### Součinitel dotvarování

Způsob určení	$h_0$ [mm]	$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	$t_0$ [d]	$t_s$ [d]	RH [%]	Použit $\gamma_{lt}$	$\varphi(t, t_0)$ [-]
Automatické	692	10275000	29694	36500,0	28,0	7,0	65	Ne	1,55

### Upozornění

Žádná upozornění



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Typ posudku	Číslo ustanovení normy a typ kombinace použité pro posouzení omezení napětí
Část průřezu	Specifikace části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel), ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Index	Číslo vlákna betonu, výztužné vložky nebo předpjatého kabelu, ve kterých byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$\sigma$	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
N	Normálová síla pro příslušnou kombinaci zatížení
$M_y$	Ohybový moment okolo osy y pro příslušnou kombinaci zatížení
$M_z$	Ohybový moment okolo osy z pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$h_0$	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$ , kde $A_c$ je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
$A_c$	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
$t_0$	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
$t_s$	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabyváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
RH	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použití $\gamma_{lt}$	Použití součinitele odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

## Šířka trhlin

### Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	w <sub>k</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-38891,0	-4788,0	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK



### Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

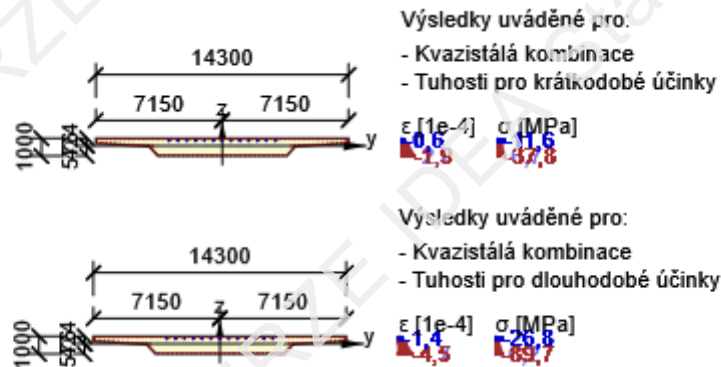
Kombinace	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	w <sub>k</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-38891,0	-4788,0	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	OK

### Součinitel dotvarování

Způsob určení	h <sub>0</sub> [mm]	A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	t <sub>0</sub> [d]	t <sub>s</sub> [d]	RH [%]	Použit γ <sub>t</sub>	φ(t,t <sub>0</sub> ) [-]
Automatické	692	10275000	29694	36500,0	28,0	7,0	65	Ne	1,55

### Upozornění

Upozornění	
	Pro krátkodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)
	Pro dlouhodobé účinky trhliny nevznikají – v nejvíce tažených vláknech nebylo překročeno efektivní tahové napětí od dlouhodobých účinků podle čl. 7.1 (2)





## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
Kombinace	Kombinace použitá pro výpočet včetně součinitelů $\gamma_{sup}$ nebo $\gamma_{inf}$ podle čl. 5.10.9
N	Normálová síla pro kvazistálou kombinaci zatížení
$M_y$	Ohybový moment okolo osy y pro kvazistálou kombinaci zatížení
$M_z$	Ohybový moment okolo osy z pro kvazistálou kombinaci zatížení
$w_k$	Šířka trhlin vypočtená podle čl. 7.3.4
$w_{lim}$	Mezní hodnota šířky trhlin podle tabulky 7.101N
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$h_0$	Náhradní rozměr průřezu = $2A_c/u$ , kde $A_c$ je průřezová plocha betonu, u je obvod části průřezu vystavené vysychání
$A_c$	Průřezová plocha betonu
u	Obvod části vystavené vysychání
t	Stáří betonu v uvažovaném okamžiku
$t_0$	Stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
$t_s$	Stáří betonu na začátku smršťování vysycháním (nebo nabýváním); obvykle je to na konci ošetřování betonu
R.H	je součinitel zohledňující relativní vlhkost
Použití $\gamma_{lt}$	Použití součinitel odhadu dlouhodobého vývoje zpožděného poměrného přetvoření podle přílohy B, čl. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Vypočtená hodnota součinitele dotvarování

## Odezva N-M-M

### Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$N_{Ed,tot}$ [kN]	$M_{Ed,y,tot}$ [kNm]	$M_{Ed,z,tot}$ [kNm]	Vláknů betonů	Extrém ve vložce	Extrém v kabelu	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-51854,0	-15088,0	0,0	4	111	13	62,9	100,0	OK

### Rovina přetvoření

x [mm]	d [mm]	z [mm]	$\epsilon_x$ [1e-4]	$\phi_z$ [1e-4]	$\phi_y$ [1e-4]
830	938	637	-2,4	0,0	9,4

### Síly v jednotlivých částech průřezu

Část průřezu	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	A [mm <sup>2</sup> ]	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]
Beton	-48682,6	-12726,1	-2,9	7846341	0	-261
Tažená výztuž	1062,5	-402,0	3,3	46181	-3	378
Tlačená výztuž	-4473,1	-1890,7	-0,4	48029	0	-423
Kabely	239,2	-69,1	-0,1	37050	0	289
Celkové	-51854,0	-15088,0	0,0			

### Podrobné posouzení betonu

Vláknů	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
4	-3650	-576	-7,8	-35,0	-13,2	-21,0	62,9	OK

### Podrobné posouzení výztuže

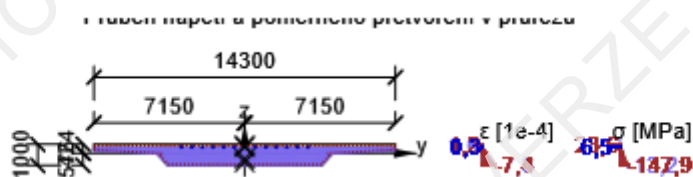
Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
111	-3630	-531	-7,4	-450,0	-147,9	-465,9	31,7	OK

### Podrobné posouzení předpínací výztuže

Kabel	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
13	3000	289	0,3	315,0	6,5	1593,2	0,4	OK

### Upozornění

Žádná upozornění



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed,tot}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$M_{Ed,y,tot}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
$M_{Ed,z,tot}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
Vlákno betonu	Číslo vlákna, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Extrém v kabelu	Číslo kabelu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
x	Výška zóny tláčeného betonu (poloha neutrální osy)
d	Účinná výška průřezu
z	Rameno vnitřních sil
$\epsilon_x$	Axiální poměrné přetvoření
$\varphi_z$	Tangenta úhlu mezi osou 'z' a její kolmou projekcí do roviny přetvoření (okolo osy 'y')
$\varphi_y$	Tangenta úhlu mezi osou 'y' a její kolmou projekcí do roviny přetvoření (okolo osy 'z')
Část průřezu	Část průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel)
N	Hodnota normálové síly přenášené danou částí průřezu
$M_y$	Hodnota ohybového momentu okolo osy 'y' přenášeného danou částí průřezu
$M_z$	Hodnota ohybového momentu okolo osy 'z' přenášeného danou částí průřezu
A	Plocha části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel ...)
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
Vlákno	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$\epsilon$	Poměrné přetvoření dané části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro příslušnou kombinaci zatížení mezního stavu únosnosti
$\epsilon_{lim}$	Mezní hodnota poměrného přetvoření dané části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel)
$\sigma$	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Kabel	Číslo kabelu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny

## Seznam použitých materiálů

### Beton

Název	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
C35/45	35,0	43,0	3,2	34077,1	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický						

### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{ck}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$f_{cm}$	Průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ctm}$	Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$E_{cm}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$\epsilon_c$	Poměrné přetvoření betonu v tlaku při dosažení maximálního napětí $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku

### Betonářská ocel

Název	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	$E$ [MPa]	$\nu$ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví					

### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{yk}$	Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$f_{tk}$	Charakteristická pevnost v tahu betonářské výztuže
$E$	Modul pružnosti výztužné oceli
$\epsilon_{uk}$	Charakteristické poměrné přetvoření betonářské nebo předpínací oceli při maximálním zatížení

### Předpínací výztuž

Název	$f_{pk}$ [MPa]	$f_{p01k}$ [MPa]	$E$ [MPa]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
Y1860S7-15.7	1860,0	1640,0	195000,0	7850
$F_m = 279,0$ kN, $F_{p01} = 245,5$ kN, $F_r = 190,0$ MPa, $\rho_{1000} = 0,03$ , $\rho_{\infty} = 0,06$ , $\Phi = 16$ mm, Plocha = 150 mm <sup>2</sup> , $\epsilon_{uk} = 350,0 \cdot 10^{-4}$ , $A_{gt} = 350,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Lano Povrchová úprava: Povrch hladký, Třída relaxace: Třída 2, Výroba: Lano s nízkou relaxací, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví, Počet drátů: 7				

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{pk}$	Charakteristická pevnost v tahu
$f_{p01k}$	Charakteristická hodnota smluvní síly 0,1%
$E$	Modul pružnosti předpínací oceli
$F_m$	Charakteristická hodnota maximální síly
$F_{p01}$	Charakteristická hodnota smluvní síly 0,1%
$F_r$	Rozkmit únavového napětí
$\rho_{1000}$	Hodnota ztrát relaxací (poměr), v čase 1000 hodin od předpínání při střední teplotě 20°C
$\rho_{\infty}$	Hodnota ztrát relaxací (poměr), v čase 50 000 hodin od předpínání při střední teplotě 20°C
$\epsilon_{uk}$	Charakteristické poměrné přetvoření betonářské nebo předpínací oceli při maximálním zatížení
$A_{gt}$	Celkové protažení při maximální síle
Typ	Typ předpínací výztuže
Typ diagramu	Typ pracovního diagramu

## POSUDEK PILÍŘŮ

Projekt:

Projekt číslo:

Autor:



Calculate yesterday's estimates

## Data projektu

Název projektu

Autor

Datum vytvoření protokolu 19.04.2022

Verze 21.1.5.1536

### Národní norma

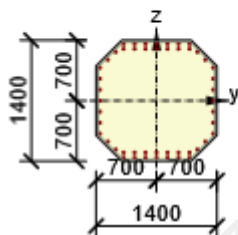
Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01
Návrhová životnost	100 let

## Posouzení řezů

### Řez S 1

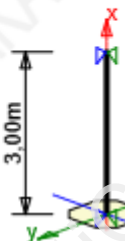
#### Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37  
 Stáří: 28,0 d  
 Výztuž: (B 500B)  
 7 $\phi$ 28 (4310mm<sup>2</sup>), z = 656 mm  
 7 $\phi$ 28 (4310mm<sup>2</sup>), z = 600 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = 565 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = 473 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = 382 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = 255 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = 127 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = 0 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = -127 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = -255 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = -382 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = -473 mm  
 2 $\phi$ 28 (1232mm<sup>2</sup>), z = -565 mm  
 7 $\phi$ 28 (4310mm<sup>2</sup>), z = -600 mm  
 7 $\phi$ 28 (4310mm<sup>2</sup>), z = -656 mm

Tříminky:  
 $\phi$ 16 - 150 mm  
 Krytí:  
 Ostatní povrchy: 30 mm



#### Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-6350,0	0,0	389,0	0,0	2095,0	223,0
Začátek	Základní MSÚ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konec	Základní MSÚ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Začátek	Mimořádná	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konec	Mimořádná	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



## Přepočítání vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekci)




### Mezní stav únosnosti - základní kombinace zatížení

Osa	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{i,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]	$e_{0,y/z}$ [mm]	$e_{i,y/z}$ [mm]	$e_{0Ed,y/z}$ [mm]	$e_{2,y/z}$ [mm]	$e_{Ed,y/z}$ [mm]
y	-6350,0	2142,4	2095,0	47,6	2142,4	0,0	330	8	337	0	337
y vyp		2142,4			2142,4	0,0			337	0	337
z	-6350,0	228,0	223,0	47,6	228,0	0,0	35	8	36	0	36
z vyp		228,0			228,0	0,0			36	0	36

### Prostorový ohyb

$\lambda_y / \lambda_z$	$\lambda_z / \lambda_y$	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Podmínka posudku
1,00	1,00	0,11	9,39	Vyhovuje

### Upozornění

Upozornění	
	Účinky druhého řádu k ose y jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Účinky druhého řádu k ose z jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Podmínky pro prostorový ohyb (5.38a) a (5.38b) podle čl. 5.8.9 jsou splněny, proto lze provést samostatný návrh v každém hlavním směru. Působíště normálové síly bude uvažováno pouze ve směru větší štíhlosti.

### Štíhlost

Osa	$I$ [m]	$I_0$ [m]	$i$ [mm]	$A$ [-]	$B$ [-]	$C$ [-]	$n$ [-]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y $\perp$	3,00	3,00	378	0,74	1,32	0,70	0,18	7,93	32,64	I. řádu
z $\perp$	3,00	3,00	378	0,74	1,32	0,70	0,18	7,93	32,64	I. řádu

### Jmenovitá křivost

Osa	$K_r$ [-]	$K_\phi$ [-]	$\phi_{eff}$ [-]	$1/r_0$ [1/m]	$1/r$ [1/m]	$n_u$ [-]	$n_{bal}$ [-]	$c$ [-]	$d$ [mm]	$\beta$ [-]
y $\perp$	0,00	0,00	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z $\perp$	0,00	0,00	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
Osa	$\theta_i$ [-]	$\alpha_m$ [-]	$\alpha_h$ [-]	$\rho_m$ [-]	$M_{01}$ [kNm]	$M_{02}$ [kNm]				
y $\perp$	0,01	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0				
z $\perp$	0,01	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0				
$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$\omega$ [-]	$\phi$ [-]	$\epsilon_{yd}$ [1e-4]						
1780000	30788	0,38	1,72	0,0						

## Vysvětlení





Symbol	Vysvětlení
Osa	Přepočtené účinky od dvousého ohybu
$N_{Ed}$	Návrhová normálová síla
$M_{Ed,y/z}$	Celkový návrhový ohybový moment kolem osy y, respektive z
$M_{0,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z
$M_{i,y/z}$	Ohybový moment kolem osy y, respektive z, způsobený imperfekcemi
$M_{0Ed,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z, včetně vlivu imperfekcí
$M_{2,y/z}$	Jmenovitý moment druhého řádu kolem osy y, respektive z
$e_{0,y/z}$	Výstřednost prvního řádu k ose z, respektive y
$e_{0Ed,y/z}$	Výstřednost prvního řádu k ose z, respektive y, včetně vlivu imperfekcí
$e_{2,y/z}$	Výstřednost k ose z, respektive y, způsobená účinky druhého řádu
$e_{Ed,y/z}$	Celková výstřednost k ose z, respektive y, včetně účinků druhého řádu
$l$	Délka tlačného prvku
$l_0$	Účinná délka kolmo k ose
A	Dílčí hodnoty pro určení mezní štíhlosti, viz čl. 5.8.3.1 (1)
B	Dílčí hodnoty pro určení mezní štíhlosti, viz čl. 5.8.3.1 (1)
C	Dílčí hodnoty pro určení mezní štíhlosti, viz čl. 5.8.3.1 (1)
n	Poměrná normálová síla
$\lambda$	Štíhlostní poměr k ose y, respektive z
$\lambda_{lim}$	Mezní štíhlost k ose y, respektive z

## Souhrn

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	-6350,0	2142,4	228,0	389,0	0,0	29,8	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	-6350,0	2142,4	228,0			23,1	OK
Smyk	-6350,0			389,0	0,0	29,8	OK
Kroucení					0,0	0,0	OK
Interakce	-6350,0	2142,4	228,0	389,0	0,0	29,8	OK
Osa				$l_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Štíhlost $y \perp$				3,00	7,93		32,64
Štíhlost $z \perp$				3,00	7,93		32,64

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

## Upozornění

Upozornění	
	Účinky druhého řádu k ose y jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Účinky druhého řádu k ose z jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Podmínky pro prostorový ohyb (5.38a) a (5.38b) podle čl. 5.8.9 jsou splněny, proto lze provést samostatný návrh v každém hlavním směru. Působíště normálové síly bude uvažováno pouze ve směru větší štíhlosti.
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

## Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-6350,0	2142,4	228,0	Nu-Mu-Mu	23,1	100,0	OK




Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	$F_{Ed}$	$F_{Rd1}$	$F_{Rd2}$
N [kN]	-6350,0	-27434,0	9243,3
$M_y$ [kNm]	2142,4	9255,7	-3118,5
$M_z$ [kNm]	228,0	985,2	-331,9

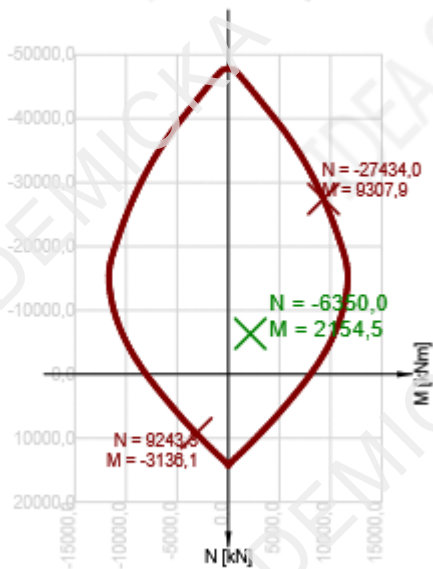
Přepočet vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekcí)

Osa	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-6350,0	2142,4	2095,0	2142,4	0,0
Z	-6350,0	228,0	223,0	228,0	0,0

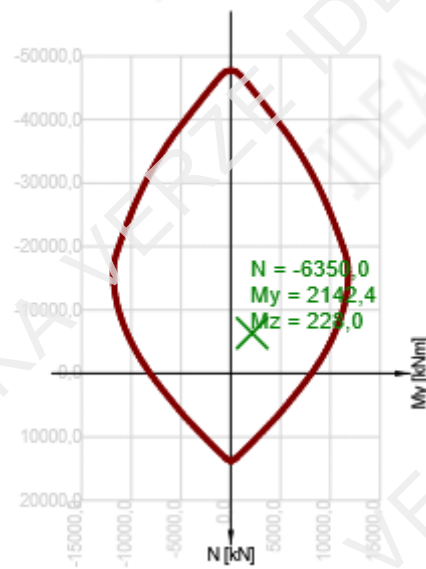
Upozornění

Upozornění	
	Účinky druhého řádu k ose y jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Účinky druhého řádu k ose z jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Podmínky pro prostorový ohyb (5.38a) a (5.38b) podle čl. 5.8.9 jsou splněny, proto lze provést samostatný návrh v každém hlavním směru. Působíště normálové síly bude uvažováno pouze ve směru větší štíhlosti.

Řez N - M výsl



Řez N - M y



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,y}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
$M_{Ed,z}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z od vnějšího stálého a proměnného zatížení a sekundárních účinků předpětí
Typ	$N_u$ - $M_u$ - $M_u$ : Únosnost průřezu je určena za předpokladu proporcionální změny všech složek působících vnitřních sil (excentricita normálové síly zůstává konstantní) až do okamžiku dosažení interakční plochy. Změnu působících vnitřních sil lze interpretovat jako pohyb podél přímky spojující počátek souřadné soustavy (0,0,0) a bod určený působícími vnitřními silami ( $N_{Ed}$ , $M_{Ed,y}$ , $M_{Ed,z}$ ). Dva průsečíky této přímky s interakční plochou, které lze nalézt, reprezentují dvě sady sil na mezi únosnosti. V každém průsečíku určí program tři síly na mezi únosnosti: návrhovou únosnost $N_{Rd}$ a odpovídající návrhové únosnosti v ohybu $M_{Rd,y}$ , $M_{Rd,z}$ .
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$F_{Ed}$	Návrhová hodnota působící síly od vnějšího zatížení (bez účinků předpětí)
$F_{Rd1}$	První sada sil na mezi únosnosti odpovídající prvnímu průsečíku na interakční ploše
$F_{Rd2}$	Druhá sada sil na mezi únosnosti odpovídající druhému průsečíku na interakční ploše
$M_{Ed,y/z}$	Celkový návrhový ohybový moment kolem osy y, respektive z
$M_{0,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z
$M_{0Ed,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z, včetně vlivu imperfekcí
$M_{2,y/z}$	Jmenovitý moment druhého řádu kolem osy y, respektive z

**Smyk**

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$V_{Ed}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
389,0	-6350,0	1307,0	bez redukce	6.2.2(1)	29,3	100,0	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]
389,0	1307,0	6268,5	6697,6	1003,3	1307,0

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

$n_c$	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$b_w$ [mm]	$d$ [mm]	$z$ [mm]	$\theta$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha_{cw}$ [-]
2	2681	11084	962	1319	936	45,0	90,0	1,16
$\zeta_{Rd,c}$ [-]	$k$ [-]	$k_1$ [-]	$\rho_l$ [-]	$\sigma_{cp}$ [MPa]	$\sigma_{wd}$ [MPa]	$v_{min}$ [MPa]	$v$ [-]	$v_1$ [-]
0,12	1,39	0,15	0,01	3,6	155,1	0,3	0,53	0,60

Upozornění

Upozornění	
	Smyk je přenesen betonem, smyková výztuž je požadována z hlediska konstrukčních zásad, viz 6.2.2

## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$V_{Rd}$	Výsledná návrhová únosnost ve smyku
Posudek zóny	Typ zóny, ve které se provádí posouzení
Článek	Číslo ustanovení normy (typ metody) použité pro posouzení smyku
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo částí průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$V_{Rd,r}$	Maximální návrhová hodnota posouvající síly, kterou prvek může přenést bez uplatnění redukce součinitelem Beta podle (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést při namáhání vzdorující smykové výztuže na mezi kluzu
$n_c$	Počet větví smykové výztuže
$a_{sw}$	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky
$A_{sl}$	Průřezová plocha tažené podélné výztuže
$b_w$	Šířka průřezu v místě těžiště průřezu
$d$	Účinná výška průřezu
$z$	Rameno vnitřních sil
$\theta$	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
$\alpha$	Úhel mezi smykovou výztuží a osou nosníku kolmou na posouvající sílu
$\alpha_{cw}$	Součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlaceném pásu
$C_{Rd,c}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$k$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$k_1$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$\rho_l$	Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží
$\sigma_{cp}$	Normálové napětí v průřezu od zatížení nebo předpětí omezené 0.2 fcd
$\sigma_{wd}$	Návrhové napětí smykové výztuže podle poznámky 2 čl. 6.2.3 (3)
$v_{min}$	Součinitel pro výpočet návrhové únosnosti ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$v$	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku
$v_1$	Součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při výpočtu únosnosti ve smyku

## Kroucení

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$T_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd}$ [kNm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0,0	1162,5	0,0	100,0	OK

Návrhové hodnoty krouticího momentu a únosnosti v kroucení

$T_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	$T_{Rd}$ [kNm]
0,0	983,1	4459,9	1162,5	1162,5

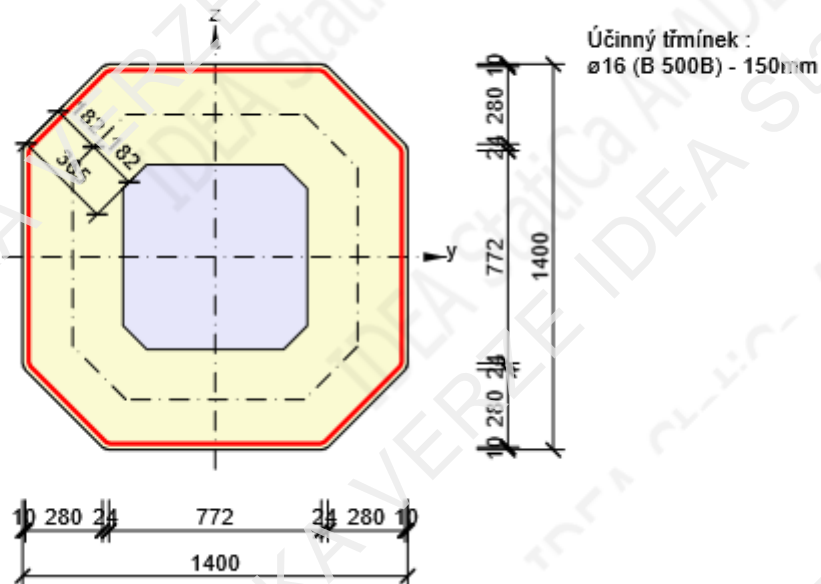
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení kroucení

$A_k$ [mm <sup>2</sup> ]	$u_k$ [mm]	$t_{eff}$ [mm]	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{sp}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]
997339	3689	365	1340	30788	0	45,0

## Upozornění

Žádná upozornění

Náhradní tenkostěnný průřez pro posouzení kroucení



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$T_{Ed}$	Návrhová hodnota působícího kroutícího momentu (s účinky předpětí)
$T_{Rd}$	Rozhodující návrhový kroutící moment na mezi únosnosti
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$T_{Rd,c}$	Návrhový kroutící moment při vzniku trhlin
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
$T_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximálního kroutícího momentu, kterou prvek může přenést při namáhání výztuže vzdorující kroucení na mezi kluzu
$A_k$	Plocha omezená střednicemi spojených stěn průřezu, včetně ploch vnitřních otvorů
$u_k$	Obvod plochy $A_k$
$t_{eff}$	Účinná tloušťka stěny
$a_{sw}$	Průřezová plocha smykové výztuže na jednotku délky použité k posouzení kroucení
$A_{sl}$	Plocha podélné výztuže nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
$A_{sp}$	Plocha předpínací výztuže nacházející se uvnitř třmínku účinného na kroucení
$\theta$	Úhel mezi betonovými tlakovými diagonálami a osou nosníku kolmou na posouvající sílu



## 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
-6350,0	2142,4	228,0	389,0	0,0	29,8	14,7	29,8	100,0	OK

### Přepočet vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekcí)

Osa	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-6350,0	2142,4	2095,0	2142,4	0,0
Z	-6350,0	228,0	223,0	228,0	0,0

### 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
1307,0	983,1	6268,5	4459,9	29,8	6,2	6,2	100,0	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
-958,2	389,0	0,0	0,6	0,0	14	14,7	100,0	OK

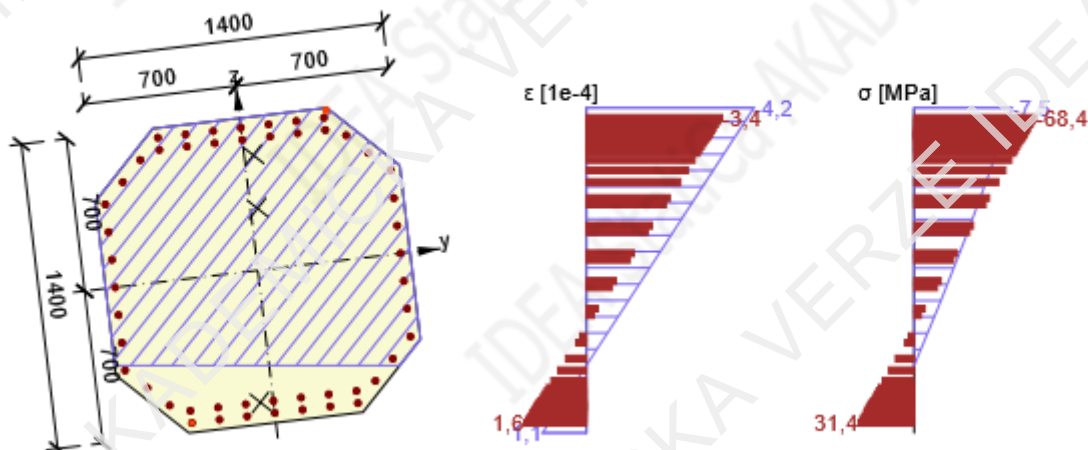
### Podrobné posouzení výztuže

Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
14	382	656	0,6	-3,4	-450,0	12,6	-68,4	-465,9	14,7	OK

### Upozornění

Žádná upozornění
------------------

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$M_{Edy}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
$M_{Edz}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota působící posouvající síly (s účinky předpětí)
$T_{Ed}$	Návrhová hodnota působícího kroučícího momentu (s účinky předpětí)
Hodnota V+T	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota V+T+M	Vypočtená hodnota využití průřezu pro smyk, ohyb a kroucení vztažená k mezní hodnotě
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
$M_{Ed,y/z}$	Čelkový návrhový ohybový moment kolem osy y, respektive z
$M_{0,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z
$M_{0Ed,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z, včetně vlivu imperfekcí
$M_{2,y/z}$	Jmenovitý moment druhého řádu kolem osy y, respektive z
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnost ve smyku u prvku bez smykové výztuže
$\bar{T}_{Rd,c}$	Návrhový kroučící moment při vzniku trhlin
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximální posouvající síly, kterou prvek může přenést, omezená rozdrčením tlakových diagonál
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnost v kroucení
rce. 6.31	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.31) EN 1992-1-1
rce. 6.29	Hodnota využití průřezu podle nerovnice (6.29) EN 1992-1-1
$F_b$	Výslednice sil v podélné výztuži od ohybu a normálové síly
$\Delta F_{td,s}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená posouvající silou spočtená jako $V_{Ed} \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Přídavná tahová síla v podélné výztuži způsobená kroucením
$\Delta \epsilon_s$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou
$\Delta \epsilon_t$	Přídavné tahové poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené kroucením
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$\Delta \epsilon_{st}$	Přídavné poměrné přetvoření podélné výztuže způsobené posouvající silou a kroucením
$\epsilon$	Poměrné přetvoření podélné výztuže/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
$\epsilon_{lim}$	Mezní hodnota poměrného přetvoření podélné výztuže/kabelu
$\Delta \sigma_{st}$	Přídavné tahové napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou a kroucením
$\sigma$	Napětí v podélné výztuži/kabelu způsobené posouvající silou, kroucením a ohybem
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v podélné výztuži/kabelu

## Odezva N-M-M

### Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

$N_{Ed,tot}$ [kN]	$M_{Ed,y,tot}$ [kNm]	$M_{Ed,z,tot}$ [kNm]	Vláčno betonu	Extrém ve vložce	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-6350,0	2142,4	228,0	6	14	37,7	100,0	OK

### Rovina přetvoření

x [mm]	d [mm]	z [mm]	$\epsilon_x$ [1e-4]	$\phi_z$ [1e-4]	$\phi_y$ [1e-4]
1177	1366	942	-1,6	-0,4	-3,6

### Síly v jednotlivých částech průřezu

Část průřezu	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	A [mm <sup>2</sup> ]	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]
Beton	-5401,9	1517,3	174,2	1495710	32	281
Tažená výztuž	133,7	82,8	10,3	11084	-77	-619
Tlačená výztuž	-1091,9	537,0	42,0	19704	38	492
Celkové	-6360,1	2137,1	226,5			

### Přepočítání vnitřních sil (účinky druhého řádu a imperfekcí)

Osa	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-6350,0	2142,4	2095,0	2142,4	0,0
Z	-6350,0	228,0	223,0	228,0	0,0




### Podrobné posouzení betonu

Vláčno	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
6	400	700	-4,2	-35,0	-7,5	-20,0	37,7	OK

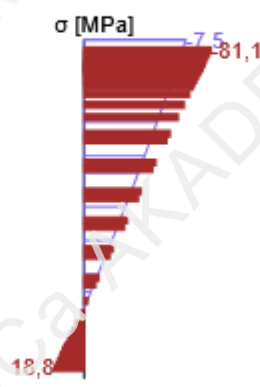
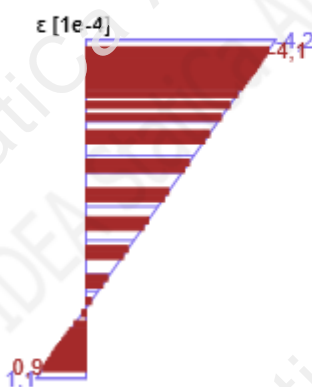
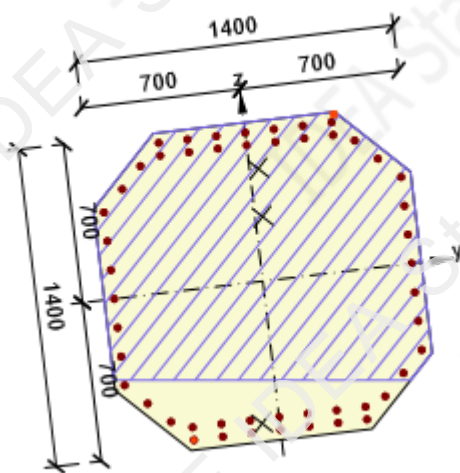
### Podrobné posouzení výztuže

Vložka	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
14	382	656	-4,1	-450,0	-81,1	-465,9	17,4	OK

### Upozornění

Upozornění	
	Účinky druhého řádu k ose y jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Účinky druhého řádu k ose z jsou zanedbány, protože štíhlost $\lambda$ je nižší než hodnota $\lambda_{lim}$ (viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.3.1 (1)).
	Podmínky pro prostorový ohyb (5.38a) a (5.38b) podle čl. 5.8.9 jsou splněny, proto lze provést samostatný návrh v každém hlavním směru. Působíště normálové síly bude uvažováno pouze ve směru větší štíhlosti.

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



## Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$N_{Ed,tot}$	Návrhová hodnota působící normálové síly (s účinky předpětí)
$M_{Ed,y,tot}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy y (s účinky předpětí)
$M_{Ed,z,tot}$	Návrhová hodnota ohybového momentu působícího okolo osy z (s účinky předpětí)
Vláknobetonu	Číslo vlákna, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Extrém ve vložce	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
Hodnota	Vypočtená hodnota využití průřezu nebo části průřezu (např. výztužné vložky) vztažená k mezní hodnotě
Mez	Mezní hodnota využití průřezu
Posudek	Výsledek posouzení průřezu
x	Výška zóny tláčeného betonu (poloha neutrální osy)
d	Účinná výška průřezu
z	Rameno vnitřních sil
$\epsilon_x$	Axiální poměrné přetvoření
$\varphi_z$	Tangenta úhlu mezi osou 'z' a její kolmou projekcí do roviny přetvoření (okolo osy 'y')
$\varphi_y$	Tangenta úhlu mezi osou 'y' a její kolmou projekcí do roviny přetvoření (okolo osy 'z')
Část průřezu	Část průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel)
N	Hodnota normálové síly přenášené danou částí průřezu
$M_y$	Hodnota ohybového momentu okolo osy 'y' přenášeného danou částí průřezu
$M_z$	Hodnota ohybového momentu okolo osy 'z' přenášeného danou částí průřezu
A	Plocha části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel ...)
$y_i$	Souřadnice 'y' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$z_i$	Souřadnice 'z' části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vztažená k těžišti průřezu
$N_{Ed}$	Návrhová normálová síla
$M_{Ed,y/z}$	Celkový návrhový ohybový moment kolem osy y, respektive z
$M_{0,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z
$M_{0Ed,y/z}$	Ohybový moment prvního řádu kolem osy y, respektive z, včetně vlivu imperfekcí
$M_{2,y/z}$	Jmenovitý moment druhého řádu kolem osy y, respektive z
Vláknobetonu	Číslo vlákna betonu, ve kterém byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny
$\epsilon$	Poměrné přetvoření dané části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) vypočtené pro příslušnou kombinaci zatížení mezního stavu únosnosti
$\epsilon_{lim}$	Mezní hodnota poměrného přetvoření dané části průřezu (např. vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel)
$\sigma$	Napětí vypočtené v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
$\sigma_{lim}$	Mezní hodnota napětí v části průřezu (vlákno betonu, výztužná vložka, předpjatý kabel) pro příslušnou kombinaci zatížení
Vložka	Číslo výztužné vložky, ve které byla zjištěna extrémní hodnota posuzované veličiny

## Seznam použitých materiálů

### Beton

Název	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
C30/37	30,0	38,0	2,9	32836,6	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický						

### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{ck}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$f_{cm}$	Průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ctm}$	Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$E_{cm}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$\epsilon_c$	Poměrné přetvoření betonu v tlaku při dosažení maximálního napětí $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku

### Betonářská ocel

Název	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	$E$ [MPa]	$\nu$ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví					

### Vysvětlení

Symbol	Vysvětlení
$f_{yk}$	Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$f_{tk}$	Charakteristická pevnost v tahu betonářské výztuže
$E$	Modul pružnosti výztužné oceli
$\epsilon_{uk}$	Charakteristické poměrné přetvoření betonářské nebo předpínací oceli při maximálním zatížení

## PŘÍLOHA 2 – ZALOŽENÍ PILÍŘŮ

## Posouzení skupiny pilot

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : BP - založení  
Část : Založení  
Popis : Výpočet založení pilíře  
Vypracoval : Kosina Matouš  
Datum : 30.04.2022

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

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

#### Parametry zemín

##### R3

Objemová tíha :  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 40,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 300,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 5500,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,20$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : soudržná

##### R5

Objemová tíha :  $\gamma = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 25,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : soudržná

##### R5-S5SC

Objemová tíha :  $\gamma = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 25,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : soudržná

##### G5

Objemová tíha :  $\gamma = 19,25 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 55,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,27$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : nesoudržná





Modul horiz.stlačitelnosti :  $n_h = 7,00 \text{ MN/m}^3$

**F4**

Objemová tíha :  $\gamma = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 5,00 \text{ MPa}$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,35$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Typ zeminy : soudržná

**Y**

Objemová tíha :  $\gamma = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 5,00 \text{ MPa}$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,35$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Typ zeminy : soudržná

**Konstrukce**

Šířka základové desky  $b_x = 12,60 \text{ m}$   
 $b_y = 2,50 \text{ m}$   
 Průměr piloty  $d = 1,20 \text{ m}$   
 Počet pilot  $n_x = 6$   
 $n_y = 1$   
 Osová vzdálenost  $s_x = 1,90 \text{ m}$   
 $s_y = 4,00 \text{ m}$

**Geometrie**

Hloubka založení  $h_z = 2,00 \text{ m}$   
 Vysazení piloty  $h = 0,50 \text{ m}$   
 Tloušťka základové desky  $t = 1,50 \text{ m}$   
 Délka pilot  $l = 10,30 \text{ m}$   
 Účinnost skupiny pilot  $\eta_g = 1,00$

**Materiál konstrukce**

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

**Beton: C 20/25**

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$   
 Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti  $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti ve smyku  $G = 12500,00 \text{ MPa}$

**Ocel podélná: B500B**

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

**Ocel příčná: B500B**

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

**Stanovení svislých pružin**

Typické zatížení (pro výpočet tuhosti svislých pružin) : Zatížení č. 1

## Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,20	0,00 .. 0,20	Y	
2	0,80	0,20 .. 1,00	Y	
3	1,50	1,00 .. 2,50	F4	
4	1,60	2,50 .. 4,10	G5	
5	4,30	4,10 .. 8,40	R5-S5SC	
6	2,00	8,40 .. 10,40	R5	
7	1,40	10,40 .. 11,80	R5	
8	0,20	11,80 .. 12,00	R3	
9	-	12,00 .. ∞	R3	

## Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
	nové	změna								
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	12700,00	4190,00	223,00	780,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	6830,00	4190,00	223,00	780,00	0,00	0,00

## Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : pružinová metoda

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

Připojení pilot k desce : tuhé

Modul reakce podloží : podle ČSN 73 1004

## Výsledky výpočtu

## Maximální vnitřní síly (všechna zatížení)

Maximální tlaková síla = -2646,61 kN

Minimální tlaková síla = -1078,07 kN

Maximální moment = 885,82 kNm

Maximální posouvající síla = 183,20 kN

## Maximální deformace (jen užitná zatížení)

Nebylo zadáno užitné zatížení

## Maximální vnitřní síly na pilotách

Pilota	N <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	M <sub>max</sub> [kNm]	Q <sub>max</sub> [kN]
pilota 1 - 1	-2114,42	-1078,07	885,82	183,20
pilota 1 - 2	-2193,50	-1182,70	790,36	108,30
pilota 1 - 3	-2299,03	-1284,91	790,36	108,30
pilota 1 - 4	-2403,88	-1386,77	790,35	108,30



Pouze pro nekomerční využití



Pilota	$N_{max}$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$M_{max}$ [kNm]	$Q_{max}$ [kN]
pilota 1 - 5	-2509,68	-1489,25	790,34	108,30
pilota 1 - 6	-2646,61	-1586,93	885,78	183,20

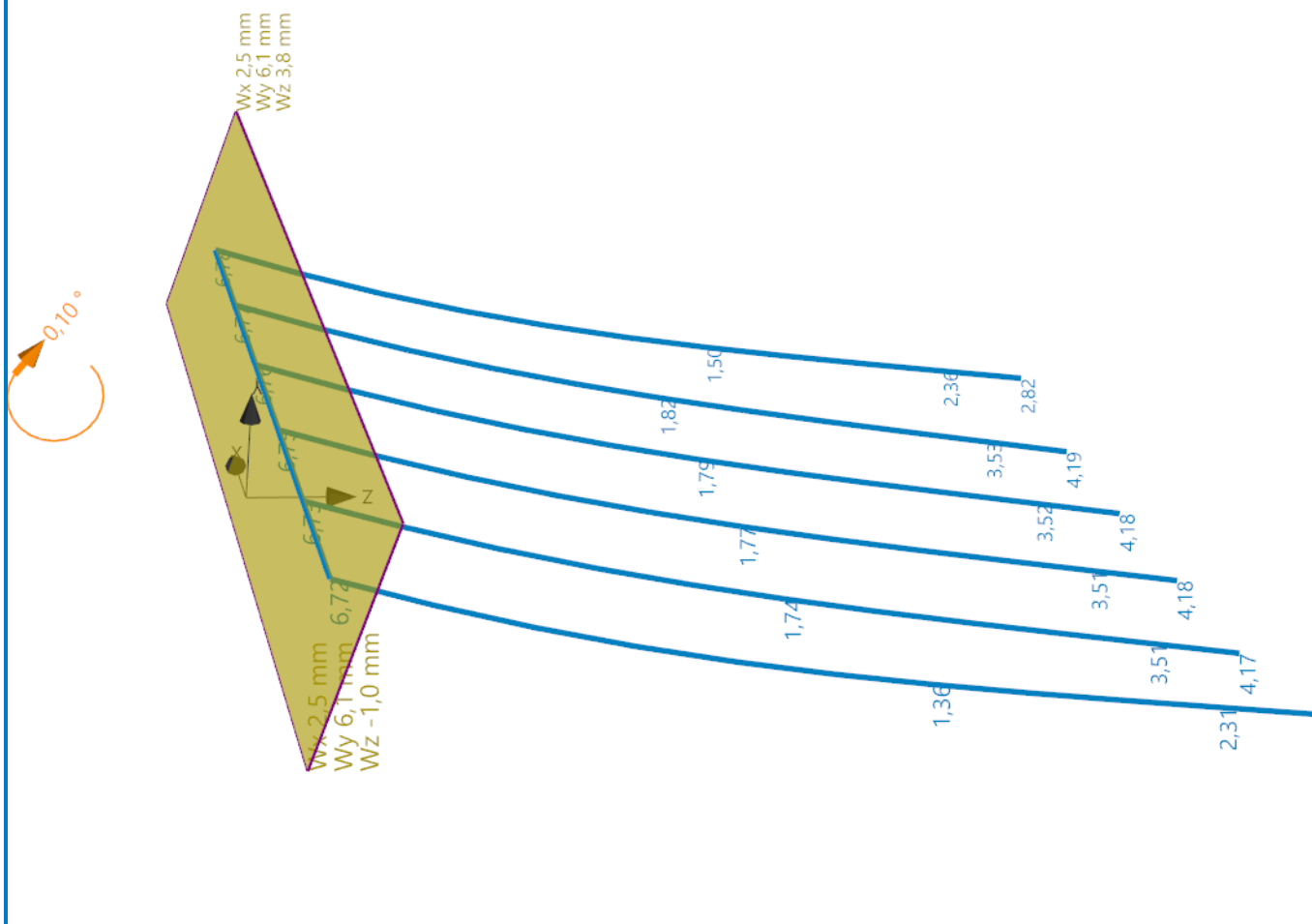
**Průběh vnitřní síl na pilotách po zatěžovacích stavech**

Zatížení : 1	$N_{max}$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$M_{max}$ [kNm]	$Q_{max}$ [kN]
pilota 1 - 1	-2114,42	-2020,61	885,82	183,19
pilota 1 - 2	-2193,50	-2127,72	790,36	108,30
pilota 1 - 3	-2299,03	-2230,15	790,36	108,30
pilota 1 - 4	-2403,88	-2331,89	790,35	108,30
pilota 1 - 5	-2509,68	-2434,58	790,34	108,30
pilota 1 - 6	-2646,61	-2529,56	885,78	183,20

Zatížení : 2	$N_{max}$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$M_{max}$ [kNm]	$Q_{max}$ [kN]
pilota 1 - 1	-1128,12	-1078,07	885,78	183,20
pilota 1 - 2	-1219,27	-1182,70	790,33	108,30
pilota 1 - 3	-1324,60	-1284,91	790,33	108,29
pilota 1 - 4	-1429,59	-1386,77	790,32	108,29
pilota 1 - 5	-1535,18	-1489,25	790,32	108,29
pilota 1 - 6	-1660,36	-1586,93	885,75	183,20

Název : Výpočet

Fáze - výpočet : 1 - -1



## Posouzení čís. 1

### Vstupní data pro dimenzaci piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivější kombinace.  
Výztuž navržena pro všechny piloty ve skupině.

### Posouzení na tlak a ohyb

Průměr piloty:  $d=1,20\text{m}$

Vyztužení - 7 ks profil 24,0 mm; krytí 50,0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,280 \% > 0,250 \% = \rho_{\min}$

Zatížení :  $N_{Ed} = 1078,07 \text{ kN}$  (tlak) ;  $M_{Ed} = 885,82 \text{ kNm}$

Únosnost :  $N_{Rd} = 1668,56 \text{ kN}$ ;  $M_{Rd} = 1371,01 \text{ kNm}$

### Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

### Posouzení na smyk

Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 300,0 mm

$A_{sw} = 523,6 \text{ mm}^2$

Posouvající síla na mezi únosnosti:  $V_{Rd} = 491,73 \text{ kN} > 183,20 \text{ kN} = V_{Ed}$

### Průřez VYHOVUJE.



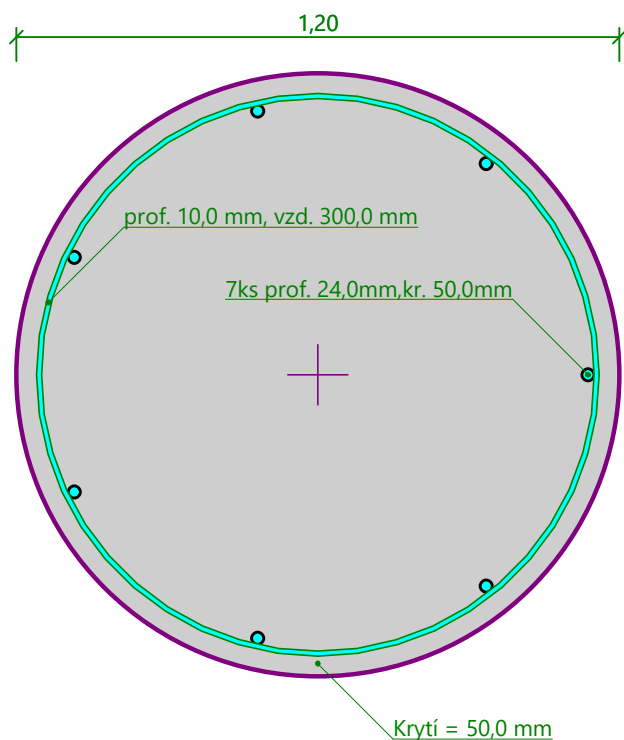
Pouze pro nekomerční využití



pouze konstrukční smyková výztuž  
Průběhy vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	Posouvající síla Q [kN]	Ohyb. moment M [kNm]	Normálová síla N [kN] (tah)	Normálová síla N [kN] (tlak)
0.00	183.20	885.82	-1128.12	-2646.61
1.03	175.45	825.86	-1124.50	-2638.15
2.06	130.95	763.56	-1114.86	-2615.60
3.09	125.40	666.18	-1105.89	-2594.61
4.12	129.14	545.44	-1100.47	-2581.93
5.15	127.96	416.55	-1095.69	-2570.74
6.18	118.99	290.24	-1091.22	-2560.30
7.21	101.72	176.41	-1087.08	-2550.61
8.24	76.17	84.24	-1083.25	-2541.67
9.27	42.32	22.53	-1079.74	-2533.47
10.30	0.00	0.00	-1078.07	-2529.56

### Schéma vyztužení



### Posouzení piloty

#### Vstupní data

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

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



Pouze pro nekomerční využití



Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)  
 Dílčí součinitel vlastností dřeva :  $\gamma_M = 1,30$   
 Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) :  $k_{mod} = 0,50$   
 Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) :  $k_{cr} = 0,67$

### Piloty

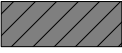

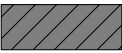
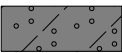
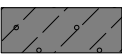
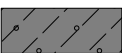
Výpočet pro odvodněné podmínky : NAVFAC DM 7.2  
 Zatěžovací křivka : lineární (Poulos)  
 Vodorovná únosnost : pružný poloprostor  
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

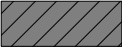
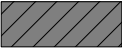
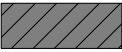
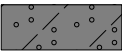
  

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :		$\gamma_s =$	1,10 [-]
Součinitel redukce odporu na patě :		$\gamma_b =$	1,10 [-]
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :		$\gamma_{st} =$	1,15 [-]

### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]
1	R3		25,00	0,20
2	R5		21,50	0,30
3	R5-S5SC		21,50	0,30
4	G5		19,25	0,27
5	F4		18,75	0,35
6	Y		18,75	0,35

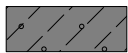
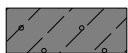
Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	R3		-	5500,00	25,00	-	-
2	R5		-	25,00	21,50	-	-
3	R5-S5SC		-	25,00	21,50	-	-
4	G5		-	55,00	21,50	-	-



Pouze pro nekomerční využití



Číslo	Název	Vzorek	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
5	F4		-	5,00	18,75	-	-
6	Y		-	5,00	18,75	-	-

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$\delta$ [°]	$K$ [-]	$c_u$ [kPa]	$\alpha$ [-]
1	R3		40,00	-	-	-	-
2	R5		30,00	-	-	-	-
3	R5-S5SC		30,00	-	-	-	-
4	G5		34,00	-	-	-	-
5	F4		28,00	-	-	-	-
6	Y		20,00	-	-	-	-

### Parametry zemín

#### R3

Objemová tíha :  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,20$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 5500,00 \text{ MPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 40,00^\circ$

#### R5

Objemová tíha :  $\gamma = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 25,00 \text{ MPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$

#### R5-S5SC

Objemová tíha :  $\gamma = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 25,00 \text{ MPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$

#### G5

Objemová tíha :  $\gamma = 19,25 \text{ kN/m}^3$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,27$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 55,00 \text{ MPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$

#### F4

Objemová tíha :  $\gamma = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,35$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{\text{def}} = 5,00 \text{ MPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 28,00^\circ$

**Y**

Objemová tíha :  $\gamma = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,35$   
 Modul přetvárnosti :  $E_{\text{def}} = 5,00 \text{ MPa}$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 18,75 \text{ kN/m}^3$   
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$

**Geometrie**

Profil piloty: kruhová

**Rozměry**

Průměr  $d = 1,20 \text{ m}$   
 Délka  $l = 10,30 \text{ m}$

**Spočtené průřezové charakteristiky**

Plocha  $A = 1,13\text{E}+00 \text{ m}^2$   
 Moment setrvačnosti  $I = 1,02\text{E}-01 \text{ m}^4$

**Umístění**

Vysazení  $h = 0,50 \text{ m}$   
 Hloubka upraveného terénu  $h_z = 0,00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

**Materiál konstrukce**

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

**Beton: C 20/25**

Válcová pevnost v tlaku  $f_{\text{ck}} = 20,00 \text{ MPa}$   
 Pevnost v tahu  $f_{\text{ctm}} = 2,20 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti  $E_{\text{cm}} = 30000,00 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti ve smyku  $G = 12500,00 \text{ MPa}$

**Ocel podélná: B500B**

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


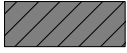

**Ocel příčná: B500B**

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

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,50	0,00 .. 0,50	F4	
2	1,60	0,50 .. 2,10	G5	
3	4,30	2,10 .. 6,40	R5-S5SC	
4	2,00	6,40 .. 8,40	R5	



Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
5	1,40	8,40 .. 9,80	R5	
6	0,20	9,80 .. 10,00	R3	
7	-	10,00 .. ∞	R3	

**Zatížení**

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	nové	změna							
1	Ano		ZS 1	Návrhové	2646,61	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		ZS 2	Návrhové	1078,07	0,00	0,00	0,00	0,00

**Celkové nastavení výpočtu**

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

**Svislá únos. čís.1 - Plovoucí pilota****Posouzení svislé únosnosti piloty, metoda NAVFAC DM 7.2 - mezivýsledky**

Výpočet únosnosti v patě:

Zemina pod patou piloty je nesoudržná

Součinitel únosnosti

$$N_q = 72,00$$

Plocha příčného řezu piloty

$$A_p = 1,13E+00 \text{ m}^2$$

Únosnost na plášti piloty:

Hloubka [m]	Mocnost [m]	c <sub>ud</sub> [kPa]	α [-]	K [-]	δ [°]	σ <sub>or</sub> [kPa]	R <sub>si</sub> [kN]
0,00	-	-	-	-	-	-	-
0,50	0,50	-	-	1,22	21,00	4,69	3,76
0,50	-	-	-	-	-	-	-
1,20	0,70	-	-	1,42	25,50	16,11	26,18
1,20	-	-	-	-	-	-	-
2,10	0,90	-	-	1,42	25,50	22,85	47,74
2,10	-	-	-	-	-	-	-
6,40	4,30	-	-	1,28	22,50	22,85	178,23
6,40	-	-	-	-	-	-	-
8,40	2,00	-	-	1,28	22,50	22,85	82,90
8,40	-	-	-	-	-	-	-
9,80	1,40	-	-	1,28	22,50	22,85	58,03

**Posouzení svislé únosnosti : NAVFAC DM 7.2**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Účinnost skupiny pilot η<sub>g</sub> = 1,00Součinitel výpočtu kritické hloubky k<sub>dc</sub> = 1,00

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)



Pouze pro nekomerční využití



Únosnost piloty na plášti  $R_s = 396,84 \text{ kN}$   
Únosnost piloty v patě  $R_b = 15229,28 \text{ kN}$

Únosnost piloty  $R_c = 15626,12 \text{ kN}$   
Extrémní svislá síla  $V_d = 2646,61 \text{ kN}$

$$R_c = 15626,12 \text{ kN} > 2646,61 \text{ kN} = V_d$$

**Svislá únosnost piloty VYHOVUJE**