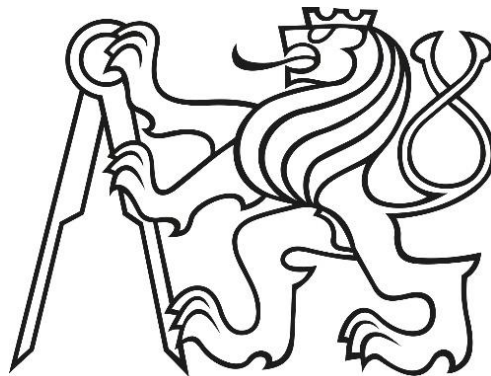


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Katedra betonových a zděných konstrukcí**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
Návrh zavěšené mostní konstrukce v Praze  
u Suchdola**

**Daniel Samek  
2018**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Roman Šafář, Ph.D.**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Samek Jméno: Daniel Osobní číslo: 438369  
Zadávací katedra: betonových a zděných konstrukcí  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh zavěšené mostní konstrukce v Praze u Suchdola  
Název bakalářské práce anglicky: Design of a cable stayed bridge in Prague at Suchdol

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte technickou zprávu, statický výpočet a výkresovou dokumentaci.

Seznam doporučené literatury:

Šafář, R.: Betonové mosty 2 - přednášky

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Roman Šafář, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2018 Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně, s výjimkou poskytnutých konzultací od vedoucího práce a s použitím literatury uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze 03. 06. 2018

.....

Daniel Samek

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří mi byli oporou a pomáhali mi nejen při studiu, ale i při psaní této bakalářské práce.

Hlavní poděkování však patří vedoucímu této bakalářské práce panu Ing. Romanu Šafářovi Ph.D., a to nejen za odborné vedení a rady, ale i za ochotu při konzultacích, motivaci při psaní a za vždy optimistickou náladu. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, mé přítelkyni a mým spolubydlícím na koleji.

## **Anotace**

Předmětem této bakalářské práce je návrh zavěšeného mostu na plánovaném silničním okruhu kolem Prahy přes řeku Vltavu. Konstrukce je tvořena předepnutou šestikomorovou a dvoutrámovou konstrukcí zavěšenou na závěsech, které jsou kotveny do pylonu. Pro výpočet a návrh konstrukce slouží model vytvořený ve výpočetním programu SCIA Engineer 17.1.

## **Klíčová slova**

Zavěšený most, komorová konstrukce, trámová konstrukce, mostní závěsy, pylon, předpínací výztuž.

## **Abstract**

The major subject of this bachelor thesis is the design of the cable-stayed bridge on the planned road circuit around Prague over the Vltava River. The construction is formed by prestressed six-chamber and two-girder structure suspended on suspenders, which are anchored to the pylon. For calculation and design this construction serves the model created in the special program SCIA Engineer 17.1.

## **Key words**

Cable-stayed bridge, chambre construction, girder bridge, bridge cables, pylon, prestressed reinforcement.

## Obsah

1. Úvod .....	9
2. Identifikační údaje mostu .....	10
3. Základní údaje o mostu (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220).....	12
4. Zdůvodnění mostu a jeho umístění.....	13
4.1. Návaznost projektu mostního objektu na DÚR – účel mostu a požadavky ....	13
4.2. Charakter přemostované překážky .....	14
4.3. Územní podmínky .....	14
4.4. Geotechnické podmínky.....	14
5. Technické řešení mostu .....	15
5.1. Popis konstrukce .....	15
5.2. Založení mostu .....	15
5.3. Spodní stavba .....	15
5.4. Nosná konstrukce .....	17
5.5. Vybavení mostu .....	18
6. Výstavba mostu .....	19
6.1. Postup a technologie stavby mostu .....	19
7. Statické posouzení navrženého mostu.....	21
7.1. Materiály .....	21
7.1.1. Dílčí součinitele .....	21
7.1.2. Beton.....	21
7.1.3. Betonářská výztuž.....	22
7.1.4. Předpínací výztuž.....	22
7.2. Výpočetní model .....	24
7.3. Předběžný návrh základů .....	25
7.3.1. Návrh pilot .....	25
7.3.2. Návrh plošného základu.....	26

7.4.	Základní odhad závěsů .....	27
7.5.	Zatížení konstrukce .....	28
7.5.1.	Stálé zatížení .....	28
7.5.2.	Zatížení dopravou .....	28
7.5.2.1.	Model zatížení 1 – LM1 .....	28
7.5.2.2.	Model zatížení 3 – LM3 .....	29
7.5.2.3.	Model zatížení 4 – LM4 .....	29
7.5.3.	Zatížení chodci.....	29
7.5.4.	Zatížení teplotou .....	30
7.5.5.	Nerovnoměrný pokles podpor .....	30
7.6.	Kombinace .....	31
7.6.1.	Kombinace pro MSÚ .....	31
7.6.2.	Kombinace pro MSP.....	32
7.7.	Vnitřní síly .....	33
7.7.1.	Vnitřní síly – stálé zatížení .....	34
7.7.2.	Vnitřní síly – zatížení dopravou.....	38
7.7.3.	Vnitřní síly – teplota .....	43
7.8.	Návrh předpětí.....	46
7.9.	Mezní stavy použitelnosti .....	59
7.9.1.	Mezní stav omezení napětí a trhlin .....	59
7.10.	Mezní stav únosnosti .....	66
7.10.1.	Průřez v poli .....	66
7.10.1.1.	Průřez v místě pylonu.....	70
7.11.	Rektifikace závěsů.....	75
8.	Závěr.....	77
9.	Použitá literatura.....	78
10.	Použité programy.....	78

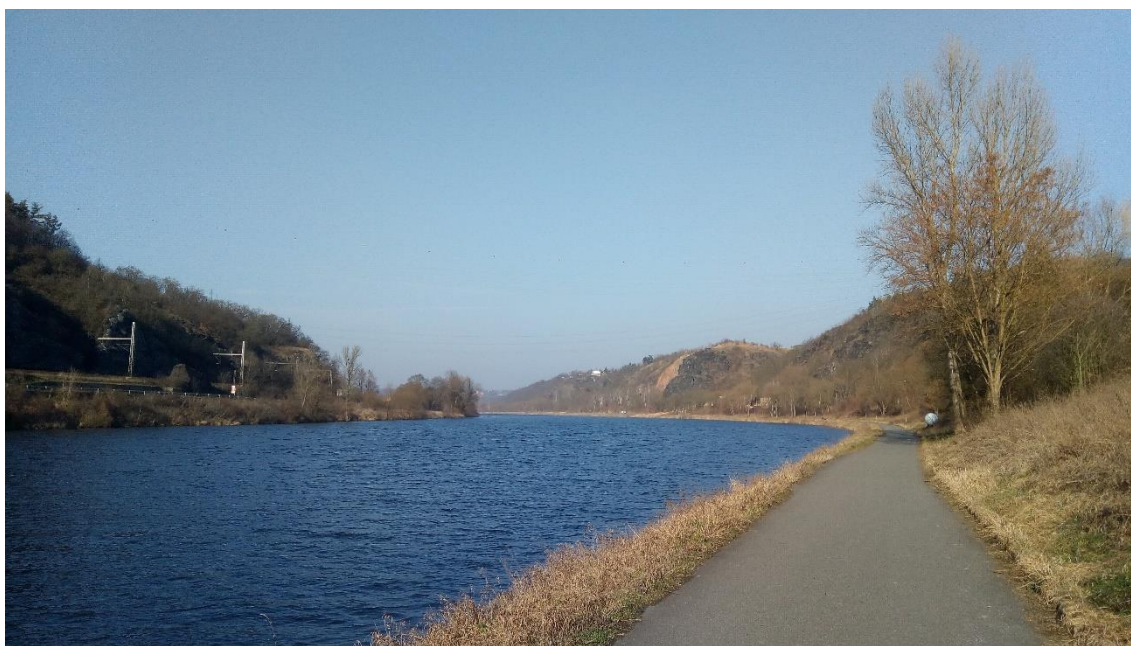
11. Seznam obrázků.....	79
12. Seznam tabulek.....	81
13. Seznam příloh.....	82



## 1. Úvod

Cílem této bakalářské práce je navrhnout přemostění pro plánovaný severní okruh kolem Prahy Suchdol – Březiněves. Jde o směrově rozdělenou komunikaci v obou směrech o třech jízdnicích pruzích šířky 3,75 m a zpevněnou krajnicí šířky 2,50 m. Přemost'ovanou překážkou je hluboké údolí Vltavy, které se nachází v katastrálním území Suchdolu a Čimic. Navrženou trasou, jež je vedena ve výšce přibližně 80 m nad hladinou řeky, je nutné překonat vzdálenost větší než půl kilometru.

Kromě řeky se v údolí nachází podél obou břehů pozemní komunikace a na levém břehu železniční trať. Na obou svazích údolí se nachází chráněné přírodní památky. Konkrétně se jedná o Sedlecké skály na levém břehu a oblast Zámky na pravém. Vzhledem k těmto skutečnostem je zapotřebí navrhnout most s velkým rozpětím.



*Obr. 1: Údolí řeky Vltavy v místě vedení trasy*

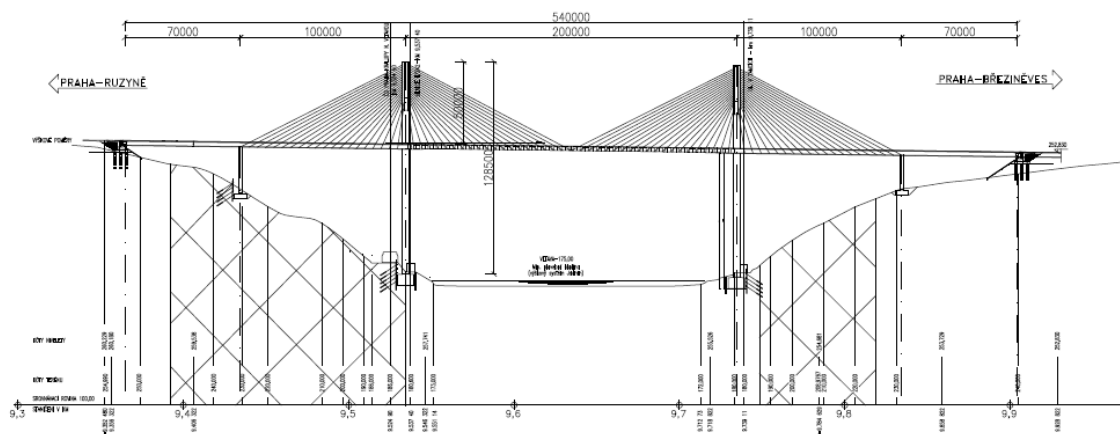
## 2. Identifikační údaje mostu

Stavba:	Stavba 519 - Silniční okruh Suchdol – Březiněves
Stavební objekt:	SO 201 Most přes Vltavu
Název mostu:	Zavěšený most přes Vltavu v Praze u Suchdola
Katastrální obec, obec:	Suchdol, Praha
Kraj:	Hlavní město Praha
Objednatel:	Hlavní město Praha se sídlem Mariánské nám. 2, 110 01 Praha 1 IČO: 00064581 DIČ: CZ00064581 zastoupené: Ing. Radkem Svobodou, ředitelem odboru evidence, správy a využití majetku Magistrátu hlavního města Prahy
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Uvažovaný správce mostu:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Projektant:	Daniel Samek
Pozemní komunikace:	S 34
Staničení:	
Zač. úpravy:	9,353 408 km
Podpěry:	
Opěra:	9,364 530 km
Pilíř:	9,434 530 km
Pylon:	9,534 530 km
Pylon:	9,734 530 km
Pilíř:	9,834 530 km
Opěra:	9,904 530 km

Křížení:	9,634 530 km
Konec úpravy:	9,915 245 km
Staničení přemostované	
překážky (plavební km):	40,3 km
Úhel křížení:	112,72°
Volná výška:	79,110 m

### 3. Základní údaje o mostu (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220)

Charakteristika mostu:	Trvalý silniční zavěšený most přes vodoteč, který je o pěti polích s dvěma pylony s dvěma rovinami závěsů, s trámovou mostovkou v hlavním poli a komorou ve vedlejších polích.
Délka přemostění:	538,000 m
Délka mostu:	561,838 m
Délka nosné konstrukce:	542,250 m
Rozpětí jednotlivých polí:	70,0 + 100,0 + 200,0 + 100,0 + 70,0 m
Šikmost mostu:	90,0°
Šířka průjezdního prostoru:	2 x 15,500 m
Šířka průchozího prostoru:	2 x 2,500 m
Šířka mostu:	41,700 m
Výška mostu nad terénem:	81,745 m
Stavební výška:	3,480 m
Výška pylonu nad niveletou:	50,000 m
Celková výška pylonu:	128,500 m
Počet závěsů:	164
Zatížení mostu:	skupina PK 1 dle ČSN EN 1991-2



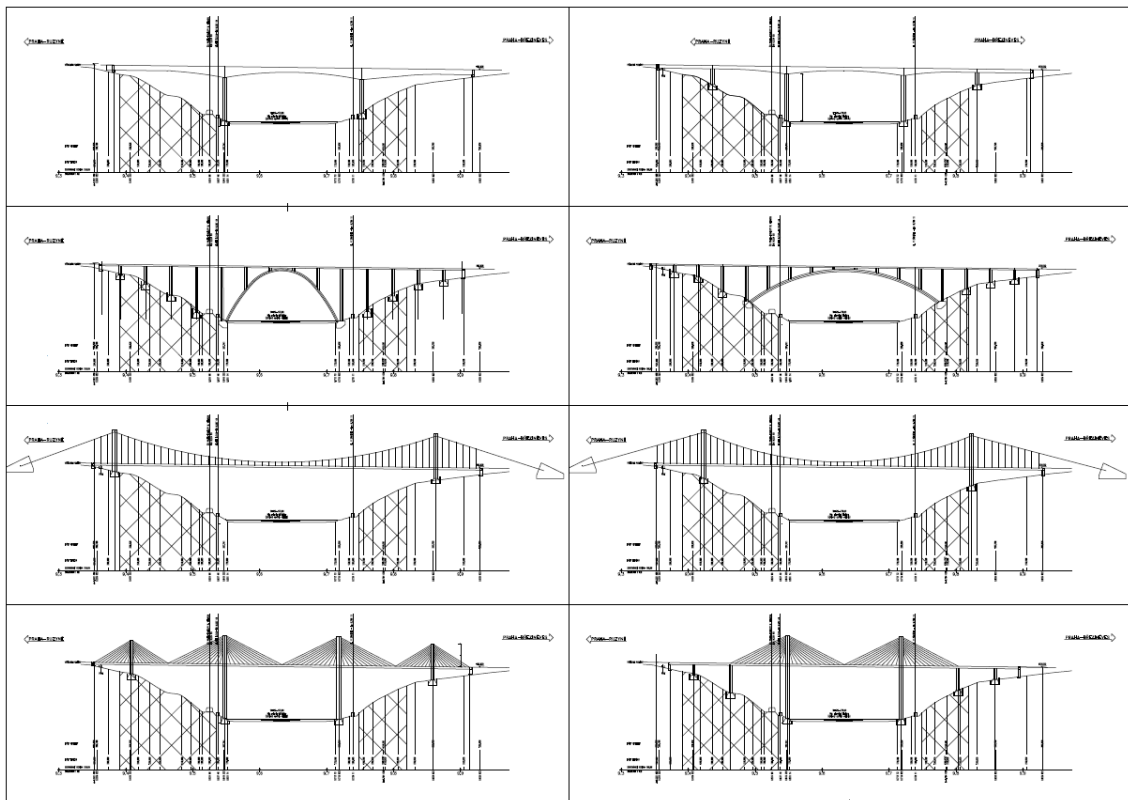
Obr. 2: Vybraná varianta přemostění

## 4. Zdůvodnění mostu a jeho umístění

### 4.1. Návaznost projektu mostního objektu na DÚR – účel mostu a požadavky

Hlavním důvodem, proč je navrhován tento most, je především převedení komunikace silničního okruhu Praha Suchdol – Březiněves, ale také převedení pěší a cyklistické dopravy přes řeku Vltavu.

Navržený zavěšený most o pěti polích byl vybrán z několika možných variant přemostění, které byly řešeny již v minulém semestru v rámci projektu K. Možné varianty mostu řešily nejen různé statické funkce hlavní nosné konstrukce, ale i různá rozpětí polí či různé počty podpěr.



Obr. 3: Různé varianty přemostění

Celkem bylo vytvořeno 18 variant mostu. Konkrétně se jednalo o dva mosty letmo betonované s komorovým trámem, dva obloukové mosty s horní mostovkou, tři varianty visutého mostu a dohromady jedenáct různých možností zavěšeného mostu.

## 4.2. Charakter přemost'ované překážky

Most převádí navrhovaný silniční okruh Suchdol – Březiněves přes údolí řeky Vltavy, protékající hlavním polem mostu.

Na obou březích se nacházejí významné chráněné přírodní památky. Na levém břehu se jedná o Sedlecké skály, do kterých bude nutné zasáhnout jedním z pilířů a na pravém břehu jde o lokalitu Zámky, které se výstavba mostu nedotkne.

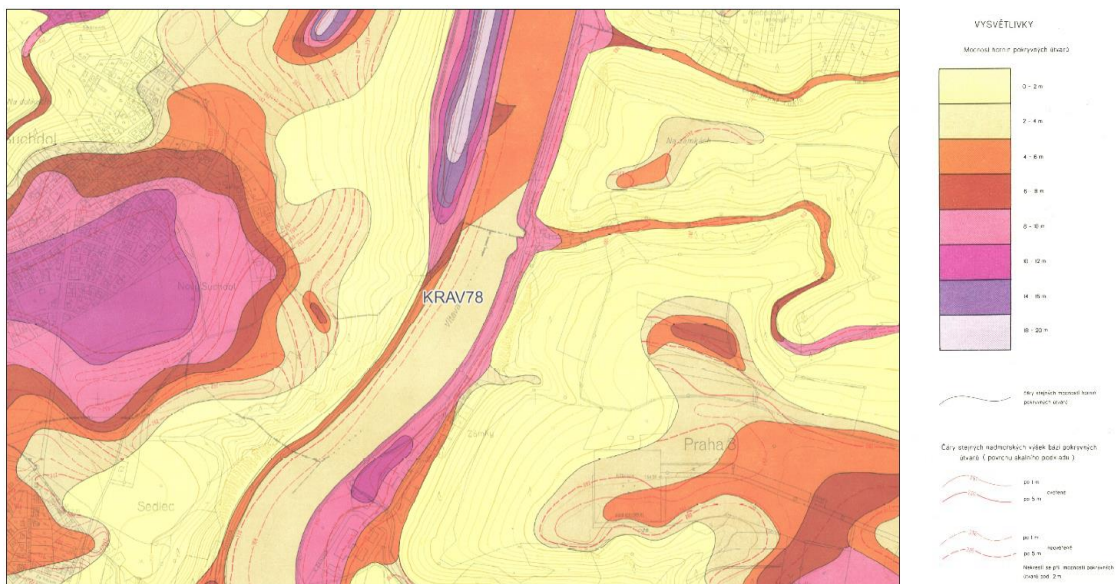
Dále se na levém břehu pod mostem nachází železniční trať Praha – Kralupy nad Vltavou a komunikace II. třídy spojující Roztoky s Prahou. Na pravém břehu vede místní komunikace V Zámčích. Obě tyto pozemní komunikace bude nutné kvůli založení obou pylonů přeložit.

## 4.3. Územní podmínky

Most se nachází v intravilánu hlavního města Prahy, konkrétně v katastrálním území Suchdol a Bohnice a překonává hluboké údolí řeky Vltavy.

## 4.4. Geotechnické podmínky

Podle orientačního geologického průzkumu se v této lokalitě nachází skalní podloží, které je tvořené převážně drobou a slepencem. Skalní podloží se vyskytuje 2 až 8 metrů pod vrstvou pokryvných útvarů.



Obr. 4: Mocnost hornin pokryvných útvarů

## **5. Technické řešení mostu**

### **5.1. Popis konstrukce**

Z několika možných variant, pro převedení trasy silničního okruhu přes Vltavu, byl vybrán jeden zavěšený most, který je společný pro oba směry o celkové délce nosné konstrukce 540,0 m. Celková šířka mostu činí 41,7 m.

Most má celkem pět polí. Hlavní pole, které překonává řeku Vltavu, má rozpětí 200,0 m a nachází se přibližně ve výšce 80 m nad hladinou řeky. Toto pole je tvořeno dvoutrámovým průřezem. Vedlejší a krajní pole jsou tvořena šestikomorovým průřezem o rozpětí 100,0 m a 70,0 m. Na levém břehu pole překonávají přírodní památku Sedlecké skály, jež je zasažena jedním z pilířů a na pravém břehu lokalitu Zámky.

Most je zavěšen na dvou pylonech o výšce 128,5 m. Mostovka na těchto pylonech není nijak uložena. Uspořádání závěsů je poloharfové.

### **5.2. Založení mostu**

S ohledem na zjištěné geologické poměry, únosnost skalního podloží a malou mocnost hornin překryvných útvarů, je založení pylonů a pilířů zvoleno jako plošné.

Pylony, které jsou na březích Vltavy, jsou založené na patkách se základovou spárou v hloubce přibližně 8,0 m pod terénem. Jejich půdorysný rozměr je 30 x 10 m a výška 6,5 m.

Krajní pilíře jsou založené na patkách o velikosti 10 x 7,5 m a výšce 3,0 m. Základová spára patek se přibližně nachází v hloubce 4,0 m.

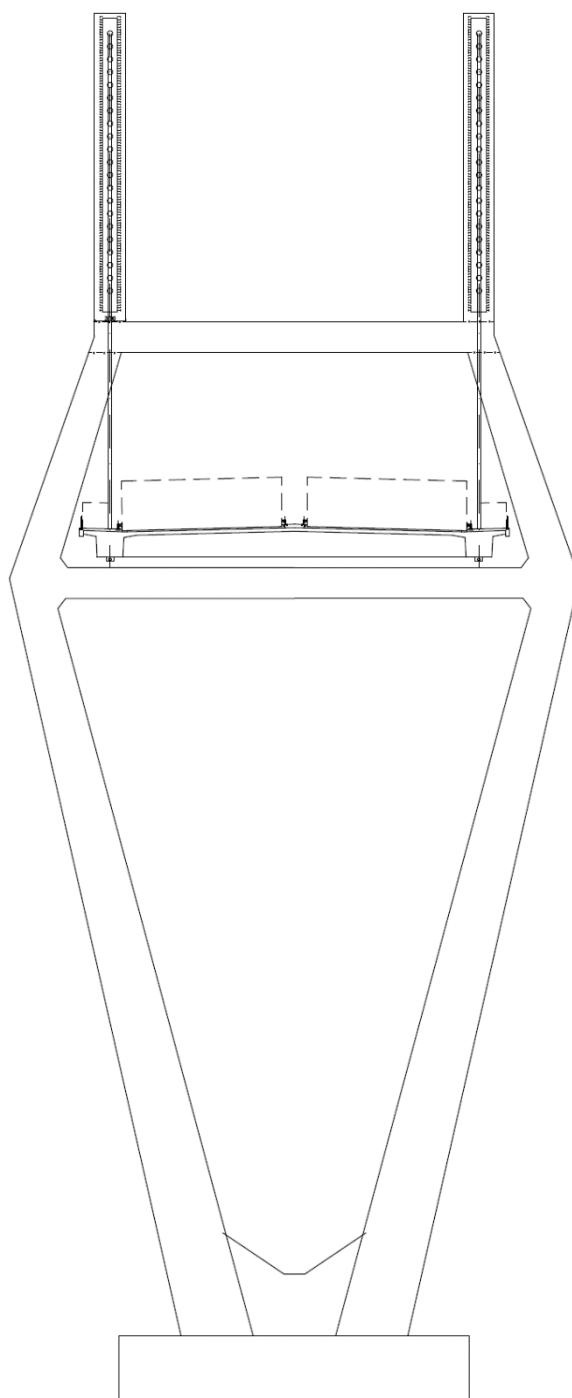
Krajní opěry a navazující křídla jsou založeny na pilotách o průměru 1,5 m vetknutých do skalního podloží.

### **5.3. Spodní stavba**

Opěry jsou řešené jako nízké ve svahu a založené na pilotách. Základový blok je vysoký 1,5 m, úložný práh 2,0 m a celková výška závěrné zídky je 3,68 m.

Krajní pilíře jsou konstantního plného obdélníkového průřezu s rozměry 2,5 x 5 m. Výška pilířů je na levém břehu 28,0 m a 21,0 m na pravém břehu. Mostovka a pilíře jsou spolu monoliticky spojeny a sepnuty předpínací výztuží.

Pylony o celkové výšce 128,5 m mají pod mostovkou tvar obráceného V, které je dole zesílené stěnou tloušťky 1,5 m a výšky 6,0 m. Dřívky mají ve spodní části průřez o rozměrech 7,0 x 4,0 m a směrem vzhůru se zužují na rozměr 4,0 x 4,0 m. V horní části pod mostovkou jsou dřívky spojeny příčným o průřezu 3,0 x 4,0 m. Nad mostovkou pokračují v opačném sklonu než pod mostovkou a dále se zužují na průřez 3,0 x 4,0 m. Zde jsou opět propojeny příčným o rozměrech 3,0 x 4,0 m. Nad příčným dále pokračuje 30,0 m vysoké ocelobetonové spřažené jádro, do kterého jsou kotveny závěsy.

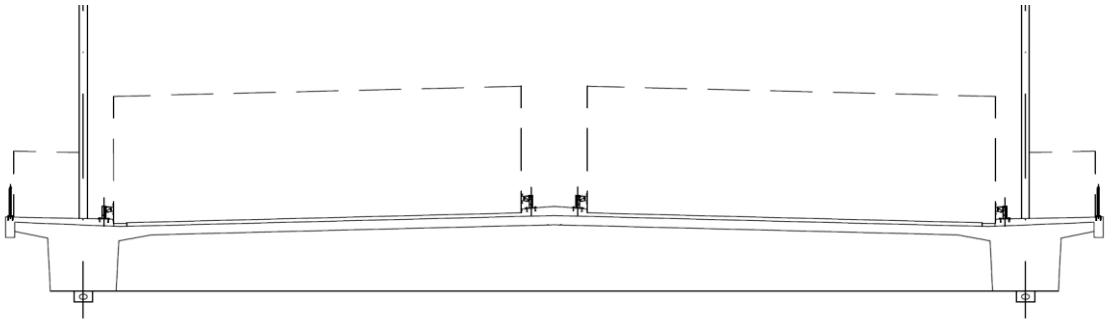


Obr. 5: Pylon



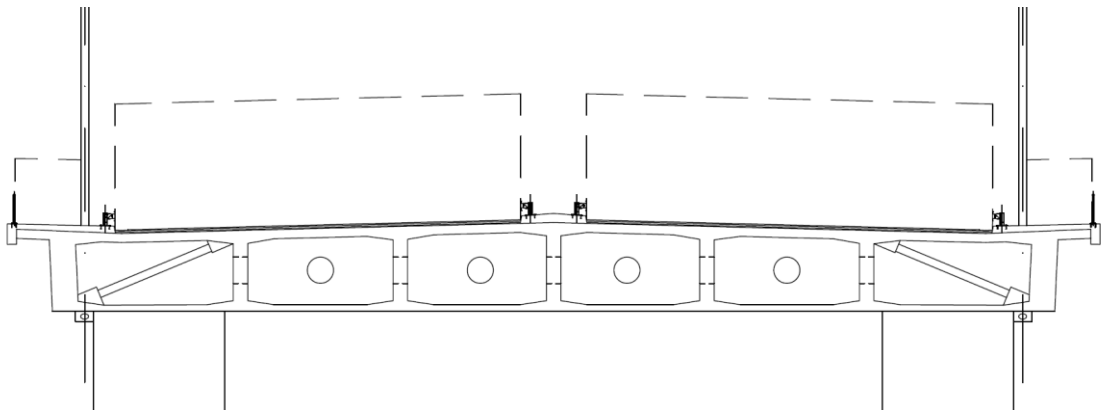
## 5.4. Nosná konstrukce

Nosná konstrukce v hlavním poli je řešena jako monolitická dvoutrámová konstrukce. Trámy dosahují stejné výšky i šířky, a to 2,5 m. Celková šířka mostovky činí 41,0 m. Horní deska má tloušťku 350 mm. Mostovka je každých 5 metrů ztužena příčným příčником o průřezu 1,0 x 2,15 m. Závěsy jsou po 5 metrech kotveny do nálitků na spodní straně trámů.



Obr. 6: Dvoutrám

Ostatní pole tvoří šestikomorový průřez s konstantní výškou 3,0 m. Horní deska komory má tloušťku 350 mm s náběhy na 500 mm. Dolní deska je o tloušťce 250 mm s náběhy na 400 mm. Šířka stěn mezi komorami je 550 mm a krajní stěny mají tloušťku 1000 mm. Závěsy jsou kotveny do nálitků na spodní straně krajní stěny. V krajních komorách se nachází vzpěry, které přenášejí síly od závěsů.



Obr. 7: Šestikomorový průřez

## 5.5. Vybavení mostu

Příčný sklon vozovky je v obou směrech jednostranný, a to 2,5 % s protispádem u obrubníku na nižší straně. Vozovka je třívrstvá, složená z obrusné vrstvy ACO 16 S, ložní vrstvy ACL 16 S a ochranné vrstvy MA 11 IV, o celkové tloušťce 135 mm.

Podél vozovky jsou umístěná ocelová svodidla a na krajích říms pak ocelové zábradlí, do kterého je zabudováno osvětlení přiléhajících chodníků.

Římsy jsou železobetonové monolitické se sklonem 4 % směrem k vozovce. Krajiní římsy jsou široké 4,1 m a střední římsa má šířku 2,5 m. Jejich výška nad vozovkou činí 150 mm a jsou kotveny do desky mostovky.

Odvodnění vozovky zabezpečuje 2,5% příčný sklon a podélný sklon 1,0 % do mostních odvodňovačů v odvodňovacím proužku. Z odvodňovačů bude voda odvedena příčnými a podélnými svody, jež budou v místě nižší opěry zaústěny do dálniční kanalizace. Touto kanalizací bude voda dále vedena k přečištění a vypuštění zpět do přírody.

## 6. Výstavba mostu

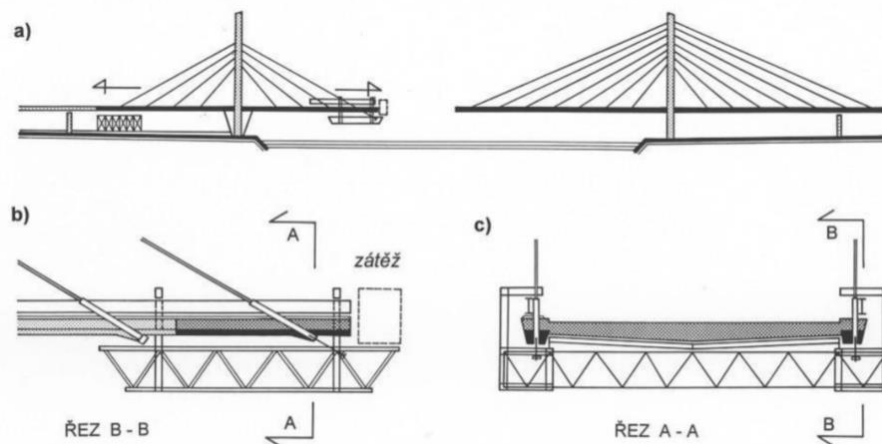
### 6.1. Postup a technologie stavby mostu

Vzhledem k velkému rozpětí konstrukce, přemostování hlubokého údolí s vodním tokem a nepřístupného terénu byla zvolena technologie stavby letmou betonáží. Nevýhodou letmé betonáže je pomalý postup výstavby, především jde o velkou technologickou náročnost.



Obr. 9: Letmá betonáž zavěšeného mostu

Při letmé betonáži se nová část konstrukce betonuje po segmentech do bednění na betonářském vozíku, který je zakotvený do již vybetonované konstrukce, nebo se jako v tomto případě u zavěšeného mostu betonářský vozík zavěsí na definitivní závěs. Závěs je zakotven v prefabrikovaném prvku, jenž je spojen s betonářským vozíkem. Tento prvek dále přenáší vodorovnou složku síly závěsu, do již zhotovené části konstrukce. Pro zajištění lineárního chování závěsu je nutné, aby byl závěs dostatečně napnut. Toho se docílí tak, že se na konci betonářského vozíku navrhne buď zátěž z nádrže s vodou nebo pomocí panelů. Tato zátěž se při betonáži segmentu postupně odebírá.



Obr. 8: Letmá betonáž zavěšeného mostu

a) letmo betonovaná konstrukce b) betonářský vozík – podélný řez c) betonářský vozík – příčný řez

# **STATICKÝ VÝPOČET**

## 7. Statické posouzení navrženého mostu

### 7.1. Materiály

#### 7.1.1. Dílčí součinitele

Materiálové dílčí součinitele pro mezní stavy únosnosti

Návrhová situace	$\gamma_c$ beton	$\gamma_s$ betonářská výztuž	$\gamma_s$ předpínací výztuž
Trvalé a dočasné	1,50	1,15	1,15
Mimořádné	1,20	1,00	1,00

Tab. 1: Dílčí součinitele

#### 7.1.2. Beton

Most je naprojektován z betonu C50/60 – XF2 + XD1:

- Válcová pevnost v tlaku ve stáří 28 dní

$$f_{ck} = 50,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 0,9 \cdot 50 / 1,5 = 30,0 \text{ MPa}$$

- Průměrná hodnota pevnosti v tlaku

$$f_{cm} = 58,0 \text{ MPa}$$

- Krychelná pevnost v tlaku ve stáří 28 dní

$$f_{ck,cube} = 60,0 \text{ MPa}$$

- Dolní hodnota pevnosti v tahu

$$f_{ctk;0,05} = 2,90 \text{ MPa} \quad f_{ctd;0,05} = 1 \cdot 2,9 / 1,5 = 1,93 \text{ MPa}$$

- Horní hodnota pevnosti v tahu

$$f_{ctk;0,95} = 5,30 \text{ MPa} \quad f_{ctd;0,95} = 1 \cdot 5,3 / 1,5 = 3,53 \text{ MPa}$$

- Průměrná hodnota pevnosti v tahu

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

- Sečnový modul pružnosti

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

- Tečnový modul pružnosti

$$E_c = 38,85 \text{ GPa}$$

- Mezní poměrné přetvoření

$$\varepsilon_{cu3} = 50 \text{ MPa}$$

- Přetvoření při dosažení meze kluzu

$$\varepsilon_{c3} = 1,75 \text{ ‰}$$

- Poissonův součinitel

$$\nu = 0,2$$

### 7.1.3. Betonářská výztuž

V projektu je uvažováno s výztuží z ocele B500B:

- Mez kluzu

$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = 500,0/1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

- Pevnost v tahu

$$f_t = 550,0 \text{ MPa}$$

- Modul pružnosti

$$E_s = 200,0 \text{ GPa}$$

### 7.1.4. Předpínací výztuž

Pro průběžné kabely v mostovce a závěsy je uvažováno s ocelí Y1860S7

- Průměr lana

$$\varnothing = 15,7 \text{ mm}$$

- Plocha lana

$$A_{p1} = 150,0 \text{ mm}^2$$

- Pevnost v tahu

$$f_{pk} = 1860,0 \text{ MPa}$$

- Smluvní mez kluzu

$$f_{p0,1k} = 0,88 \cdot 1860 = 1636,8 \text{ MPa}$$

- Návrhové napětí

$$f_{pd} = 1636,8/1,15 = 1423,3 \text{ MPa}$$

- Maximální napětí

$$\sigma_{p,max} = \{0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p0,1k} = 0,8 \cdot 1860; 0,9 \cdot 1636,8\}$$

$$\sigma_{p,max} = 1473 \text{ MPa}$$

- Ztráty předpětí – odhad

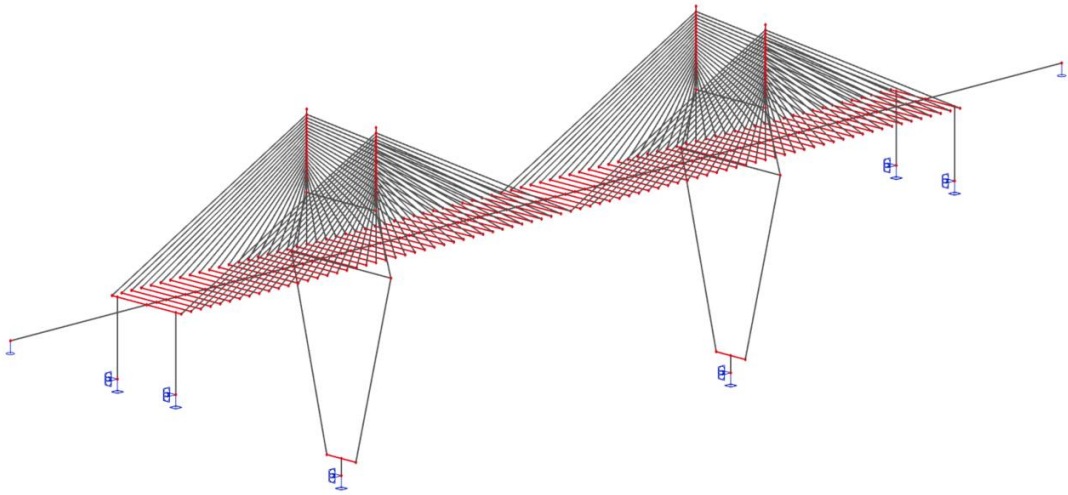
Vnesení předpětí: 5 %

Uvedení do provozu: 15 %

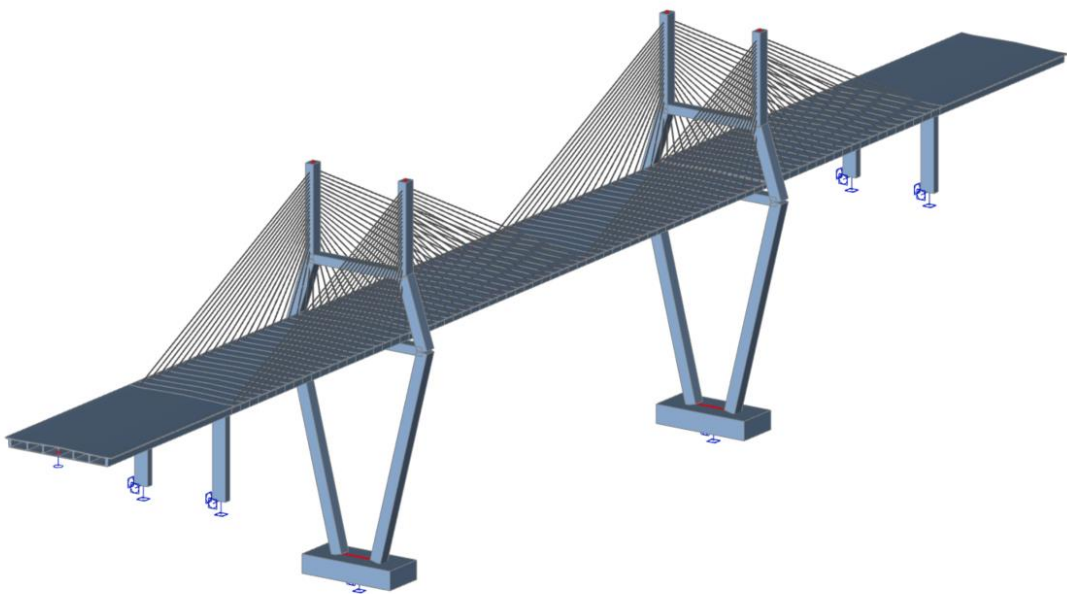
Konec životnosti: 25 %

## 7.2. Výpočetní model

Pro zjištění vnitřních sil na konstrukci byl vytvořen zjednodušený prutový model. Všechny prutové prvky jsou modelovány na těžiště průřezu. Mostovka je modelována jako jeden podélný prut s průřezem dvoutrámu v hlavním poli a ve vedlejších polích s šestikomorovou konstrukcí. Propojení prutu se závěsy je pomocí tuhých ramen. Závěsy nejsou modelovány jako lana, ale jsou nahrazeny ocelovou tyčí s přepočteným průměrem odpovídajícím navrženým lanům v závěsech. Pylony a pilíře uvažujeme jako dokonale vetknuté do únosného podloží. Konce mostu jsou uloženy na všesměrně posuvných ložiscích.



Obr. 10: Prutový model konstrukce



Obr. 11: 3D model konstrukce mostu



## 7.3. Předběžný návrh základů

### 7.3.1. Návrh pilot

Na vymodelované konstrukci byly zjištěny reakce v základech pod oběma pylony od různých kombinací zatížení. Poté byla navržena pilotová skupina, spočteny její průřezové charakteristiky a spočítané síly v krajních pilotách. Bylo nutné ověřit, zda nebude docházet v pilotách k tahu a zda nepřekročí tabulkovou únosnost piloty  $\varnothing 1,5$  m v horninách R1-R3, která je 6,0 MN.

Jméno	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
P1, max	754,31	1311,07	420325	62243,8	262127,5	31376,65
P1, min	-1,17	-354,36	375899,1	-37075,36	-10491,7	-25087,6
P2, max	754,27	207,36	419539	41852,7	269436,8	26290,75
P2, min	-1,2	-1389,68	375287,5	-52927,73	-3305,21	-30263,3

Tab. 2: Zjištěné maximální a minimální reakce

Plocha piloty:  $A_k = \pi \cdot 0,75^2 = 1,767146 \text{ m}^2$

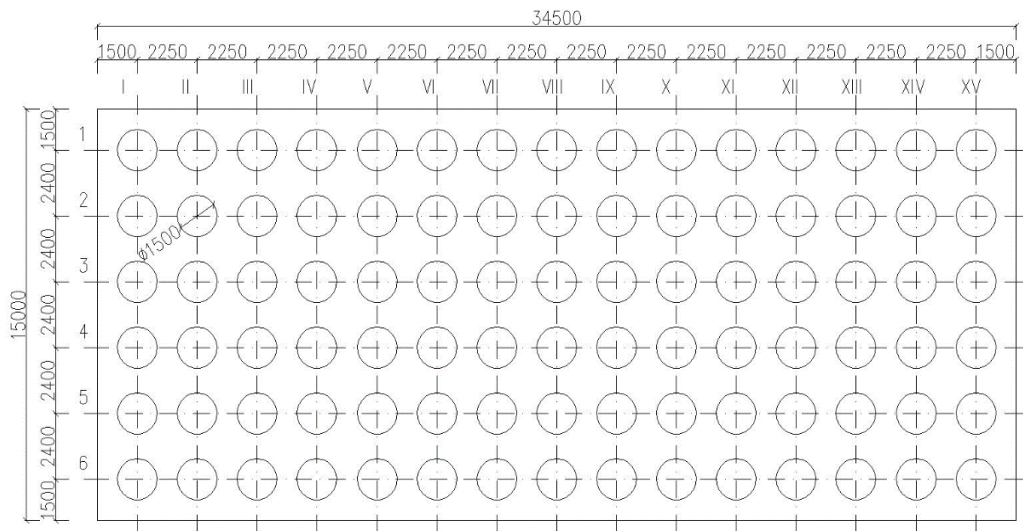
Plocha pilotové skupiny:  $A = \pi \cdot 0,75^2 \cdot 90 = 159,0431 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti kruhu:  $I_{t,kruh} = 1/4 \cdot \pi \cdot r^4$

Moment setrvačnosti skupiny:  $I_{yt} = n \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot r^4 + A_k \cdot x_i^2$

$$I_{yt} = 15051,94 \text{ m}^4$$

$$I_{xt} = 2694,29 \text{ m}^4$$



Tab. 3: Pilotová skupina

Výpočet síly v pilotě:  $N_i = R_z/n + (M_x/I_x \cdot e_i + M_y/I_y \cdot f_i) \cdot A$

$e_i, f_i \dots$  vzdálenost od osy

1-I	$N_{1,max} = 5,797969 \text{ MN}$ $N_{1,min} = 4,579053 \text{ MN}$	1-I	$N_{2,max} = 5,592106 \text{ MN}$ $N_{2,min} = 4,722726 \text{ MN}$
6-I	$N_{1,max} = 4,511987 \text{ MN}$ $N_{1,min} = 3,813061 \text{ MN}$	6-I	$N_{2,max} = 4,727413 \text{ MN}$ $N_{2,min} = 3,629219 \text{ MN}$
1-XV	$N_{1,max} = 4,828568 \text{ MN}$ $N_{1,min} = 4,540252 \text{ MN}$	1-XV	$N_{2,max} = 4,595675 \text{ MN}$ $N_{2,min} = 4,710503 \text{ MN}$
6-XV	$N_{1,max} = 4,828568 \text{ MN}$ $N_{1,min} = 3,774261 \text{ MN}$	6-XV	$N_{2,max} = 3,730982 \text{ MN}$ $N_{2,min} = 3,616995 \text{ MN}$

Piloty vyhoví až při pilotové skupině o 90 pilotách. Vzhledem k únosnému skalnímu podloží bude lepší a výhodnější navrhnout pod pylony plošný základ (viz kapitolu 7.3.2.).

### 7.3.2. Návrh plošného základu

Při výpočtu plošného základu byly použity stejné reakce jako u výpočtu pilot (viz Tab. 2). Svislá únosnost skalního podloží byla uvažována podle vzorce  $R_d = \frac{\sigma_c}{r \cdot p} = \frac{50}{1,8 \cdot 15} = 1,85 \text{ MPa}$ . Napětí pod základem je spočítáno vzorcem  $\sigma_{ds} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$ .

Efektivní plocha základu a kontaktní napětí – pylon 1

$$\begin{aligned}
 A' &= B' \cdot L' = 277,62 \text{ m} & B &= 10 \text{ m} \\
 B' &= B - 2e_y = 9,66 \text{ m} & L &= 30 \text{ m} \\
 L' &= L - 2e_x = 28,73 \text{ m} & v &= 6,5 \text{ m} \\
 e_x &= M_y / V = 0,64 \text{ m} \\
 e_y &= M_x / V = 0,17 \text{ m} & \sigma_{ds1, \max} &= 1,51 \text{ MPa} < R_d
 \end{aligned}$$

Efektivní plocha základu a kontaktní napětí – pylon 1

$$\begin{aligned}
 A' &= B' \cdot L' = 293,17 \text{ m} \\
 B' &= B - 2e_y = 9,79 \text{ m} \\
 L' &= L - 2e_x = 29,94 \text{ m} \\
 e_x &= M_y / V = 0,03 \text{ m} \\
 e_y &= M_x / V = 0,10 \text{ m} & \sigma_{ds1, \min} &= 1,28 \text{ MPa} < R_d
 \end{aligned}$$

Díky únosnému skalnímu podloží třídy R3 je možné pod pylony navrhnout plošný základ o celkových rozměrech 30 x 10 m a není tedy nutné navrhovat pilotovou skupinu.

## 7.4. Základní odhad závěsů

Plocha závěsů bude zjištěná jednoduchým odhadem. Postup je takový, že se závěsy, které fungují v podstatě jako podpory mostovky, nahradí podporami v těch místech, kde jsou uvažovány připojené závěsy. Poté vznikne náhradní spojitý nosník s mnoha podporami.

Obr. 12: Náhradní spojitý nosník

Tuto konstrukci následně zatížíme dvojnásobkem stálého zatížení a vlastní tíhy ( $2 \cdot [g_0 + (g - g_0)_m]$ ), kde je přihlíženo k působení zatížení od dopravy a rektifikace. Zjištěné reakce v podporách následně vydělíme dvěma, protože jsou dvě řady závěsů. Tyto síly přepočítáme na normálové síly v závěsech podle vzorce  $N_i = \frac{R_{z,i}}{\sin \alpha_i}$ . A poté můžeme dopočítat nutnou plochu závěsu podle vzorce  $A_{z,nut,i} = \frac{N_i}{0,45 f_{pk}}$ . Protože závěsy modelujeme jako ocelové tyče, tak je potřeba vypočítat jejich náhradní plochu průřezu podle vzorce  $D_{nahr} = D \cdot \frac{E_p}{E_s}$ .

Návrh závěsů				Potřebný počet lan		Navržený počet lan						Potřebný počet lan		Navržený počet lan	
Závěs	Rz [kN]	Úhel $\alpha$ [°]	Z [kN]	Az,nut [m]	Počet lan	Počet lan	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	Závěs	Rz [kN]	Úhel $\alpha$ [°]	Z [kN]	Az,nut [m]	Počet lan	Počet lan	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
Z1	4729,18	26,90	10452,73	12488	83	2x109	32700	Z42	8226,70	26,67	18328,35	21898	146	2x73	21900
Z2	11754,83	27,56	25406,11	30354	202	2x109	32700	Z43	8226,70	27,31	17930,73	21423	143	2x73	21900
Z3	11150,80	28,28	23535,78	28119	187	2x109	32700	Z44	8226,70	28,03	17506,08	20915	139	2x73	21900
Z4	11071,45	29,08	22779,34	27215	181	2x91	27300	Z45	8226,70	28,82	17065,73	20389	136	2x73	21900
Z5	11061,03	29,97	22142,14	26454	176	2x91	27300	Z46	8226,70	29,69	16609,29	19844	132	2x73	21900
Z6	11059,66	30,96	21498,46	25685	171	2x91	27300	Z47	8226,70	30,67	16127,86	19269	128	2x73	21900
Z7	11059,48	32,07	20829,41	24886	166	2x91	27300	Z48	8226,70	31,76	15629,35	18673	124	2x73	21900
Z8	11059,45	33,32	20133,18	24054	160	2x91	27300	Z49	8226,70	33,00	15104,87	18046	120	2x73	21900
Z9	11059,45	34,75	19402,65	23181	155	2x91	27300	Z50	8226,70	34,41	14557,67	17393	116	2x73	21900
Z10	11059,45	36,38	18645,66	22277	149	2x91	27300	Z51	8226,70	36,03	13986,02	16710	111	2x73	21900
Z11	11059,45	38,26	17859,97	21338	142	2x73	21900	Z52	8226,70	37,89	13395,32	16004	107	2x55	16500
Z12	11059,45	40,46	17042,93	20362	136	2x73	21900	Z53	8226,70	40,07	12779,88	15269	102	2x55	16500
Z13	11059,45	43,04	16204,11	19360	129	2x73	21900	Z54	8226,70	42,64	12144,71	14510	97	2x55	16500
Z14	11059,45	46,11	15346,02	18335	122	2x73	21900	Z55	8226,70	45,69	11496,70	13736	92	2x55	16500
Z15	11059,46	49,78	14483,87	17305	115	2x73	21900	Z56	8226,70	49,36	10841,48	12953	86	2x43	12900
Z16	11059,49	54,23	13630,64	16285	109	2x55	16500	Z57	8226,70	53,84	10189,47	12174	81	2x43	12900
Z17	11059,73	59,60	12822,67	15320	102	2x55	16500	Z58	8226,73	59,31	9566,62	11430	76	2x43	12900
Z18	11061,58	66,15	12094,35	14450	96	2x55	16500	Z59	8226,30	65,99	9005,51	10759	72	2x43	12900
Z19	11075,68	72,27	11627,98	13892	93	2x55	16500	Z60	8232,43	72,21	8645,85	10330	69	2x43	12900
Z20	11183,00	81,53	11306,32	13508	90	2x55	16500	Z61	8144,01	81,54	8233,60	9837	66	2x43	12900
Z21	9578,17	90,00	9578,17	11443	76	2x43	12900	Z62	9578,17	90,00	9578,17	11443	76	2x43	12900
Z22	8144,01	81,52	8234,03	9838	66	2x43	12900	Z63	11183,00	81,59	11304,56	13506	90	2x55	16500
Z23	8232,43	72,26	8643,43	10327	69	2x43	12900	Z64	11075,68	72,40	11619,59	13882	93	2x55	16500
Z24	8226,30	66,18	8992,27	10743	72	2x43	12900	Z65	11061,58	66,36	12074,87	14426	96	2x55	16500
Z25	8226,73	59,66	9532,24	11389	76	2x43	12900	Z66	11059,73	59,86	12788,76	15279	102	2x55	16500
Z26	8226,70	54,35	10124,02	12096	81	2x43	12900	Z67	11059,49	54,56	13574,54	16218	108	2x55	16500
Z27	8226,70	50,01	10737,62	12829	86	2x43	12900	Z68	11059,46	50,22	14390,84	17193	115	2x73	21900
Z28	8226,70	46,44	11352,60	13563	90	2x55	16500	Z69	11059,45	46,64	15211,31	18174	121	2x73	21900
Z29	8226,70	43,46	11960,06	14289	95	2x55	16500	Z70	11059,45	43,66	16019,42	19139	128	2x73	21900
Z30	8226,70	40,96	12549,65	14994	100	2x55	16500	Z71	11059,45	41,15	16806,84	20080	134	2x73	21900
Z31	8226,70	38,84	13117,64	15672	104	2x55	16500	Z72	11059,45	39,02	17566,07	20987	140	2x73	21900
Z32	8226,70	37,01	13666,65	16328	109	2x73	21900	Z73	11059,45	37,18	18300,62	21865	146	2x91	27300
Z33	8226,70	35,43	14191,11	16955	113	2x73	21900	Z74	11059,45	35,60	18998,48	22698	151	2x91	27300
Z34	8226,70	34,06	14688,94	17550	117	2x73	21900	Z75	11059,45	34,21	19670,77	23502	157	2x91	27300
Z35	8226,70	32,85	15166,06	18120	121	2x73	21900	Z76	11059,48	32,99	20311,53	24267	162	2x91	27300
Z36	8226,70	31,77	15624,94	18668	124	2x73	21900	Z77	11059,66	31,91	20923,08	24998	167	2x91	27300
Z37	8226,70	30,82	16057,03	19184	128	2x73	21900	Z78	11061,03	30,95	21507,38	25696	171	2x91	27300
Z38	8226,70	29,96	16473,32	19681	131	2x73	21900	Z79	11071,45	30,09	22082,85	26383	176	2x91	27300
Z39	8226,70	29,19	16868,11	20153	134	2x73	21900	Z80	11150,80	29,31	22778,37	27214	181	2x109	32700
Z40	8226,70	28,49	17246,56	20605	137	2x73	21900	Z81	11754,83	28,61	24548,29	29329	196	2x109	32700
Z41	8226,70	27,85	17610,09	21040	140	2x73	21900	Z82	4729,18	27,97	10083,34	12047	80	2x109	32700

Tab. 4: Dimenzování závěsů

## 7.5. Zatížení konstrukce

### 7.5.1. Stálé zatížení

Zatížení		A	$\gamma$	Zatížení
		[m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]
g <sub>0</sub>	Hlavní pole	26,18	26,00	680,68
	Krajní pole	37,59	26,00	977,34
(g-g <sub>0</sub> ) <sub>m</sub>	Vozovka	4,19	25,00	104,63
	Římsy krajní	2,27	25,00	56,75
	Římsa střední	0,79	25,00	19,73
	Izolace	0,21	23,00	4,80
	Svodidla			2,00
	Zábradlí			1,00
Celkem (g-g <sub>0</sub> ) <sub>m</sub>				188,90

Tab. 5: Výpočet vlastní tíhy a ostatního stálého zatížení

Horní charakteristická hodnota:

$$(g-g_0)_{sup,k} = 56,75 + 19,73 + 1,4 * (104,63 + 4,8) + 2 + 1 = 232,68 \text{ kN/m}$$

Horní charakteristická hodnota:

$$(g-g_0)_{inf,k} = 56,75 + 19,73 + 0,8 * (104,63 + 4,8) + 2 + 1 = 167,02 \text{ kN/m}$$

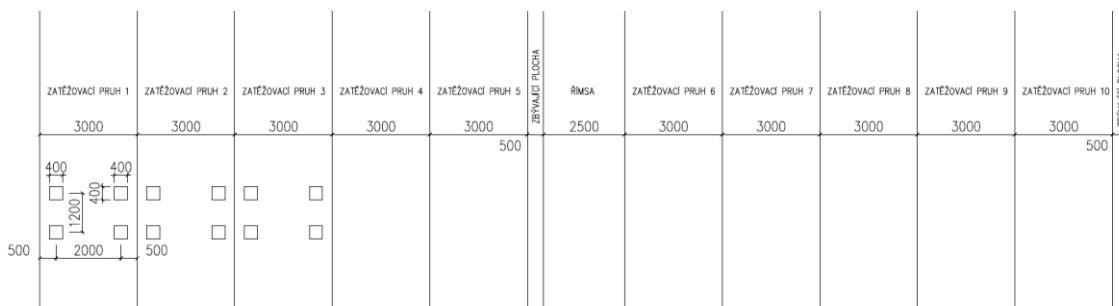
### 7.5.2. Zatížení dopravou

#### 7.5.2.1. Model zatížení 1 – LM1

Most převádí v obou směrech tři jízdní pásy o šířce 15,5 m, ty následně rozdělíme na pět zatěžovacích pruhů o šířce 3,0 m a zbývající plochu o šířce 0,5 m. Pro rozpětí větší než 10 m lze nahradit každou dvojnápravu za jednu nápravu o dvojnásobné tíze.

Umístění	Dvojnáprava TS			Rovnoměrné zatížení UDL			Zatížení na m'	
	Q <sub>ik</sub>	$\alpha_{Qi}$	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	q <sub>ik</sub>	$\alpha_{qi}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$	šířka	$\alpha_{qi}Q_{ik}'$
	[kN]		[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m']
Pruh č. 1	300,00	1,00	300,00	9,00	1,00	9,00	3,00	27,00
Pruh č. 2	200,00	1,00	200,00	2,50	2,40	6,00	3,00	18,00
Pruh č. 3	100,00	1,00	100,00	2,50	1,20	3,00	3,00	9,00
Ostatní pruhy	0,00	-	-	2,50	1,20	3,00	3,00	9,00
Zbývající plocha	0,00	-	-	2,50	1,20	3,00	0,50	1,50

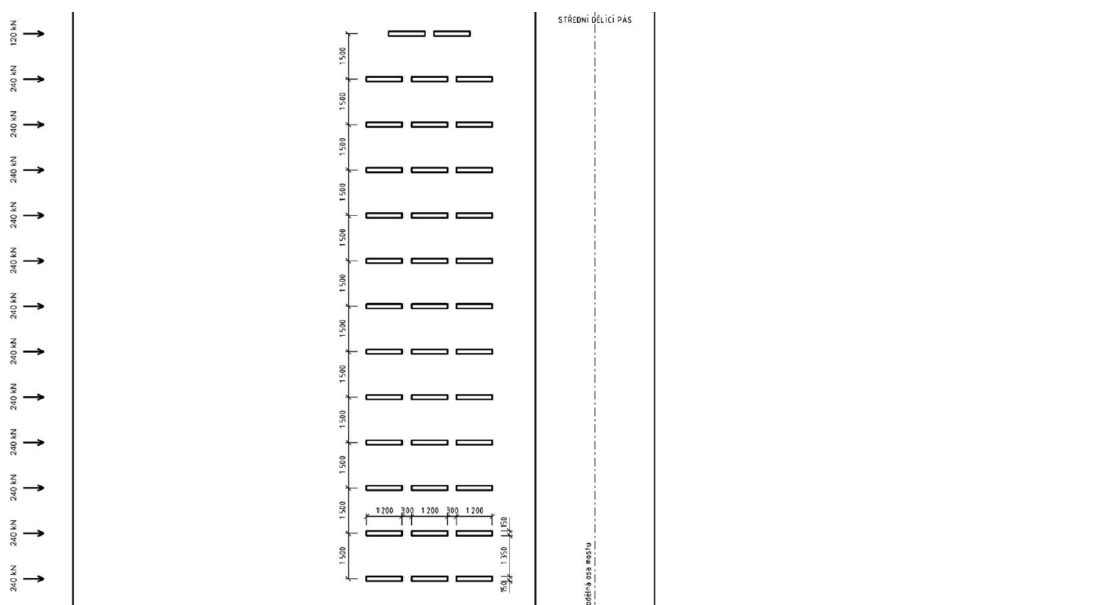
Tab. 6: Model zatížení 1 - charakteristické hodnoty



Obr. 13: Schéma modelu zatížení 1

### 7.5.2.2. Model zatížení 3 – LM3

Model zatížení 3 představuje zvláštní zatěžovací vozidla. V tomto projektu je uvažováno schéma vozidla 3000/240 ( $n = 1 \cdot 120 + 12 \cdot 240$  kN;  $e = 1,50$  m) o šířce 4,5 m pohybující se jako jediné na mostě (vyloučena veškerá ostatní doprava) v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů.



Obr. 14: Schéma modelu zatížení 3 - 3000/240

### 7.5.2.3. Model zatížení 4 – LM4

Model zatížení 4 představuje zatížení davem lidí. Uvažuje se jako rovnoměrné zatížení o hodnotě  $5 \text{ kN/m}^2$ . V tomto zatížení je již zahrnut dynamický součinitel, a to v celé šířce mostu.

### 7.5.3. Zatížení chodci

Zatížení chodníku se uvažuje spojitým rovnoměrným zatížením, které je rovno  $5 \text{ kN/m}^2$ . Kombinační hodnota zatížení se rovná  $3 \text{ kN/m}^2$ .

#### 7.5.4. Zatížení teplotou

Roční maximum ve stínu:	$T_{\max} = 40 \text{ °C}$
Roční minimum ve stínu:	$T_{\min} = -32 \text{ °C}$
Maximální složka rovnoměrné teploty:	$T_{e,\max} = 40+1.5 = 41,5 \text{ °C}$
Minimální složka rovnoměrné teploty:	$T_{e,\min} = -32+8 = -24 \text{ °C}$
Základní teplota:	$T_0 = 10 \text{ °C}$
Rovnoměrné oteplení:	$\Delta T_{N,\text{exp}} = 41,5-10 = 31,5 \text{ °C}$
Rovnoměrné ochlazení:	$\Delta T_{N,\text{con}} = -24-10 = -34 \text{ °C}$
Nerovnoměrné oteplení mostovky:	$\Delta T_{M,\text{heat,dvoutrám}} = 15 \text{ °C}$
	$\Delta T_{M,\text{heat,komora}} = 10 \text{ °C}$
Nerovnoměrné ochlazení mostovky:	$\Delta T_{M,\text{cool,dvoutrám}} = -8 \text{ °C}$
	$\Delta T_{M,\text{cool,komora}} = -5 \text{ °C}$
Rovnoměrné ohřátí závěsů:	$\Delta T_z = 10 \text{ °C}$
Rovnoměrné ochlazení závěsů:	$\Delta T_z = -10 \text{ °C}$

#### 7.5.5. Nerovnoměrný pokles podpor

V návrhu je uvažováno s nerovnoměrným poklesem jednotlivých podpor. U pylonu je uvažováno s poklesem o 10 mm, u ostatních podpor s poklesem o 5 mm.

## 7.6. Kombinace

Kombinace zatížení budou rozepsány pro mezní stavy únosnosti a mezní stavy použitelnosti pro řez v místě pylonu a pro řez v polovině hlavního rozpětí. Kombinace jsou sestavené s využitím sestav gr1a, gr4 a gr5 s proměnným hlavním zatížením od dopravy.

		VOZOVKA						CHODNÍKY A CYKLISTICKÉ PRUHY
Typ zatížení		svtlé síly				vodorovné síly		pouze svtlé zatížení
Odkaz		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Zatěžovací systém		LM1 (dvojnáprava a rovnoměrné zatížení)	LM2 (jednotlivá náprava)	LM3 (zvláštní vozidla)	LM4 (zatížení davem lidi)	brzdné a rozjezdové síly	odstředivé síly a příčné síly	rovnoměrné zatížení
Sestavy zatížení	gr1a	charakteristické hodnoty				"	"	kombinační hodnota <sup>b)</sup>
	gr1b		charakteristická hodnota					
	gr2	časlé hodnoty <sup>b)</sup>				charakteristická hodnota	charakteristická hodnota	
	gr3 <sup>d)</sup>							charakteristická hodnota <sup>d)</sup>
	gr4				charakteristická hodnota			charakteristická hodnota <sup>b)</sup>
	gr5	viz příloha A		charakteristická hodnota				
		Hlavní složka zatížení (označená jako složka příslušející k sestavě)						
		<sup>a)</sup> Lze definovat v národní příloze. <sup>b)</sup> Lze definovat v národní příloze. Doporučená hodnota je 3 kN/m <sup>2</sup> . <sup>c)</sup> Viz 5.3.2.1(2). Pokud je účinek od zatížení pouze jednoho chodníku nepříznivější než při zatížení obou chodníků, má se uvažovat zatížení pouze na jednom chodníku. <sup>d)</sup> Tato sestava nemá praktický význam, pokud se uvažuje sestava gr4.						

Tab. 7: Sestavy zatížení (zdroj ČSN EN 1991-2)

### 7.6.1. Kombinace pro MSÚ

Podrobný výpočet kombinací pro mezní stav únosnosti podle rovnic 6.10, 6.10a a 6.10b je přiložen jako Příloha č. 1 – Kombinace MSÚ.

$$\text{Rovnice 6.10:} \quad \sum \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\text{Rovnice 6.10a:} \quad \sum \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\text{Rovnice 6.10b:} \quad \sum \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Řez	$M_{\max}$			$M_{\min}$		
	(6.10)	(6.10a)	(6.10b)	(6.10)	(6.10a)	(6.10b)
20	108,546	97,511	98,269	-96,550	-52,942	-95,027
25	90,182	59,646	88,915	-35,166	-33,875	-33,689

Tab. 8: Celkové výsledky kombinací pro MSÚ

### 7.6.2. Kombinace pro MSP

Podrobný výpočet charakteristické, časté a kvazistálé kombinace pro mezní stav použitelnosti je přiložen v Příloze č. 2 – Kombinace MSP

Charakteristická kombinace:  $\Sigma G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Častá kombinace:  $\Sigma G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Kvazistálá kombinace:  $\Sigma G_{k,j} "+" P "+" \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Řez	$M_{\max}$			$M_{\min}$		
	charakt.	častá	kvazist.	charakt.	častá	kvazist.
20	37,215	30,111	24,253	-70,023	-35,451	-18,887
25	65,089	39,756	19,925	-26,836	-23,365	-22,331

Tab. 9: Celkové výsledky kombinací pro MSP



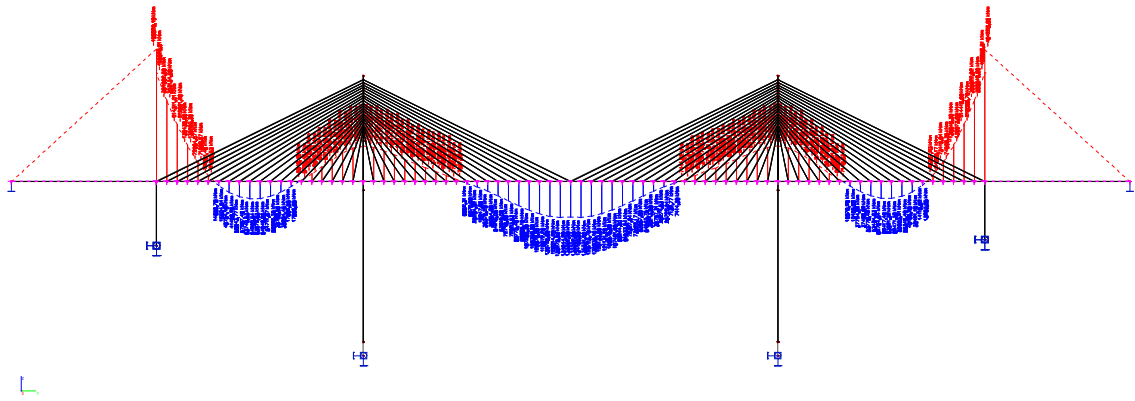
## 7.7. Vnitřní síly

V této kapitole jsou vykresleny vnitřní síly od zatěžovacích stavů a kombinací spočtených na prutovém modelu. Vykreslení vnitřních sil je provedeno pro prut nahrazující mostovku. Vnitřní síly jsou spočítány pro stále zatížení a pohyblivé zatížení, které bylo umístěno do různých poloh na prutu jako několik zatěžovacích stavů. Následně jsou z těchto stavů zjištěny maximální a minimální hodnoty vnitřních sil a z nich obalové křivky.

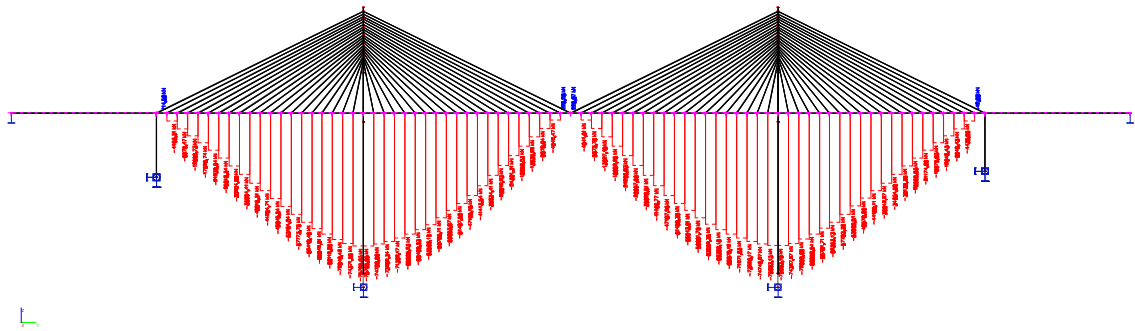
Zatížení	$M_{20,k}$		$M_{25,k}$		$N_{20,k}$		$N_{25,k}$		
	[kNm]		[kNm]		[kN]		[kN]		
	max	min	max	min	max	min	max	min	
$g_0$	-132814,8		133352,9		-75706,0		227,0		
$(g - g_0)_m$	-39283,2		37570,9		-20027,8		885,6		
$(g - g_0)_{k,sup}$	-47015,1		44965,7		-23969,8		1059,9		
$(g - g_0)_{k,inf}$	-31551,3		30176,0		-16085,9		711,3		
$g_m = g_0 + (g - g_0)_m$	-172098,0		170923,8		-95733,8		1112,6		
<b>Poklesy</b>	50,5	-163,5	869,5	-452,7	473,9	-516,9	63,1	-132,2	
<b>Rektifikace</b>	172456,8		-172834,5		-7117,4		-352,7		
<b>LM1</b>	<b>Q-TS</b>	5607,8	-4964,4	11568,3	-825,6	7,4	-1206,2	159,2	-188,9
	<b>q-UDL</b>	3673,0	-28534,8	24788,4	-921,2	-13198,4		2730,9	-2168,3
	<b>Σ</b>	9280,8	-33499,2	36356,7	-1746,9	-13191,0	-14404,6	2890,1	-2357,1
<b>LM3</b>	8173,5	-12240,0	22550,3	-1990,1	12,4	-2993,0	394,1	-467,6	
<b>LM4</b>	6290,0	-48865,9	42450,1	-1577,6	-22602,2		4676,6	-3713,2	
<b>Chodci</b>	765,2	-5944,8	5164,3	-191,9	-2749,7		568,9	-451,7	
<b>Konstantní teplota</b>	21030,7	-22699,8	27140,9	-25145,2	12479,1	-11561,5	12003,8	-11121,2	
<b>Lineární průběh teploty</b>	46031,8	-19754,2	25627,7	-19224,6	-3227,6		-2868,4		
<b>Ochlazení/ohřátí táhel</b>	10453,1	-10453,1	11389,8	-11389,8	480,1	-480,1	161,4	-161,4	

Tab. 10: Přehled vnitřních sil v řezech

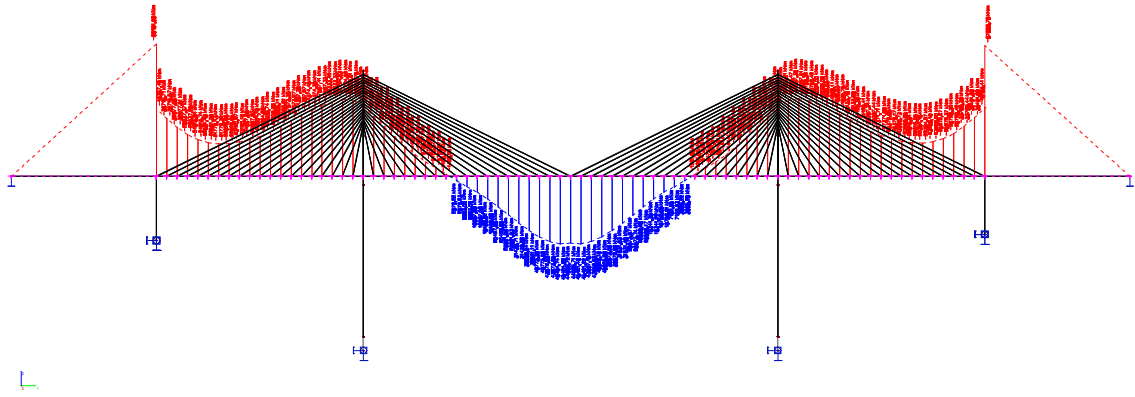
### 7.7.1. Vnitřní síly – stáله zatížení



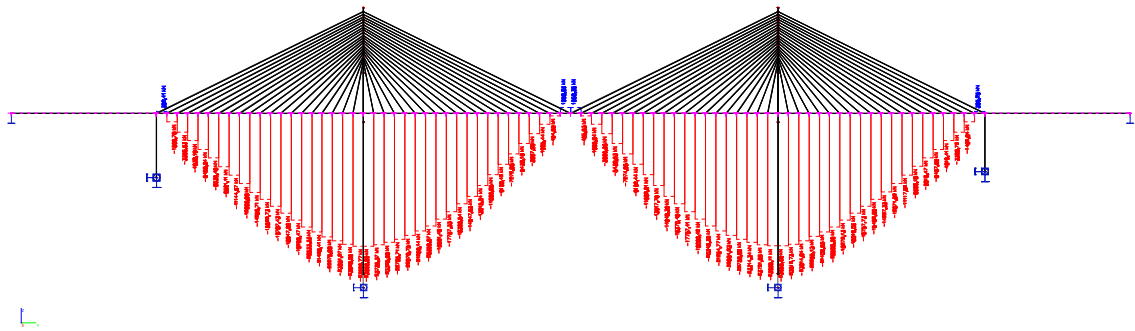
Obr. 15: Průběh ohybového momentu – vlastní tíha



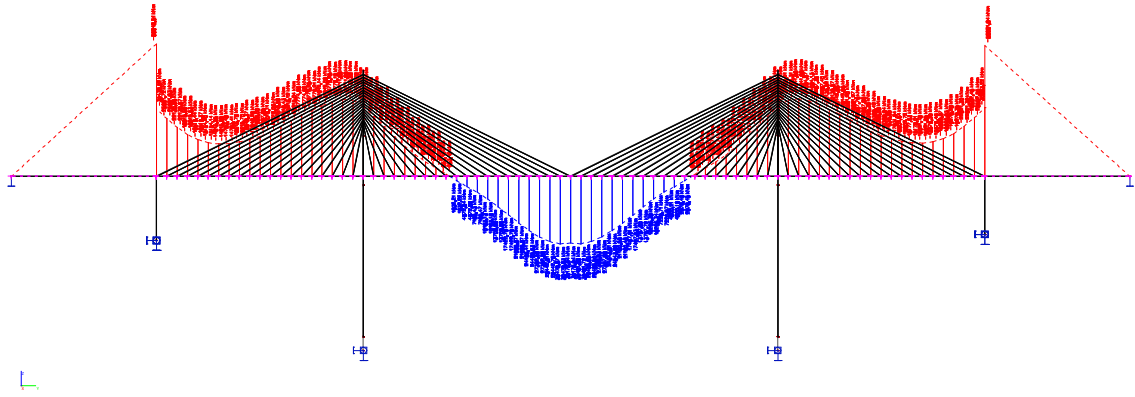
Obr. 16: Průběh normálové síly – vlastní tíha



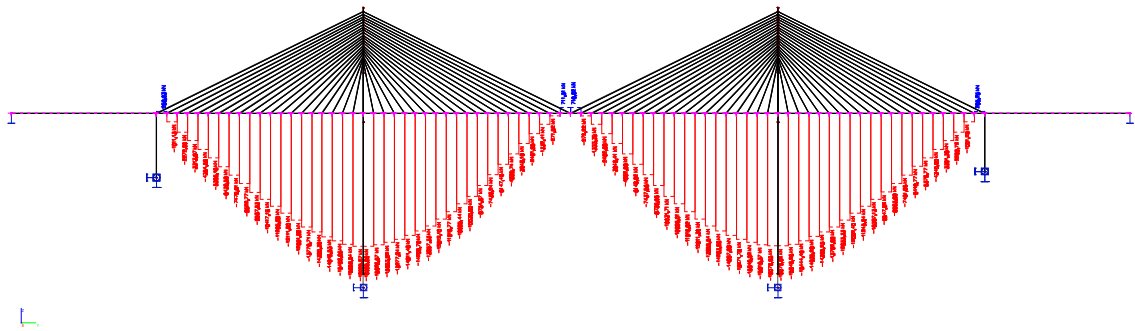
Obr. 17: Průběh ohybového momentu -  $(g-g_0)_{sup}$



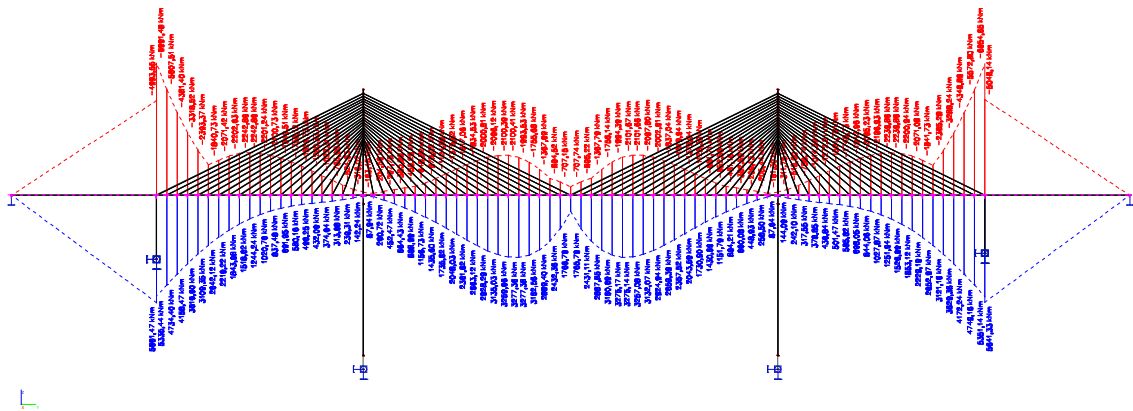
Obr. 18: Průběh normálové síly -  $(g-g_0)_{sup}$



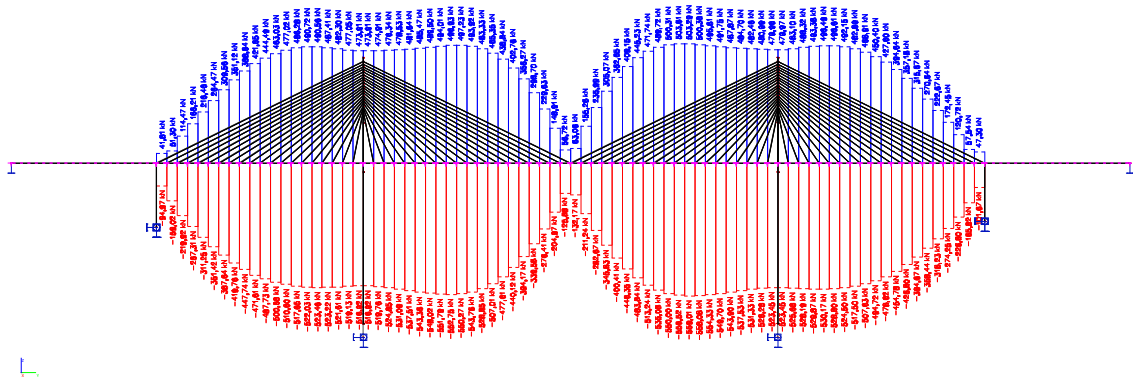
Obr. 19: Průběh ohybového momentu -  $(g-g_0)inf$



Obr. 20: Průběh normálové síly -  $(g-g_0)inf$

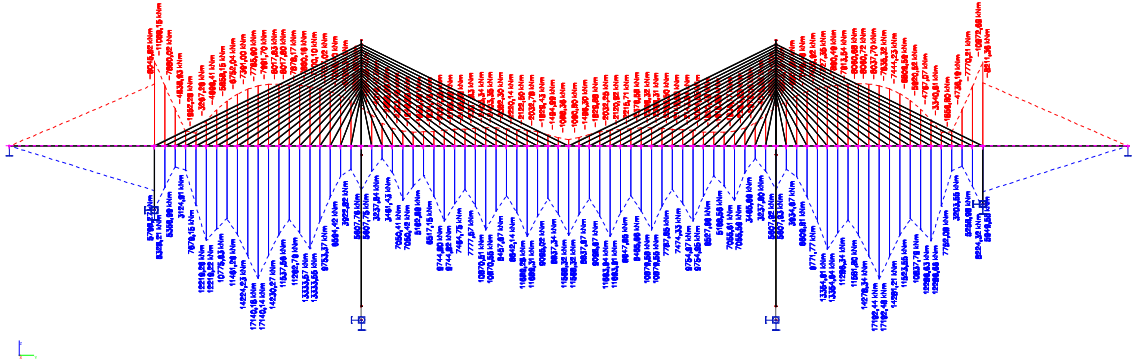


Obr. 21: Průběh ohybového momentu – pokles podpor

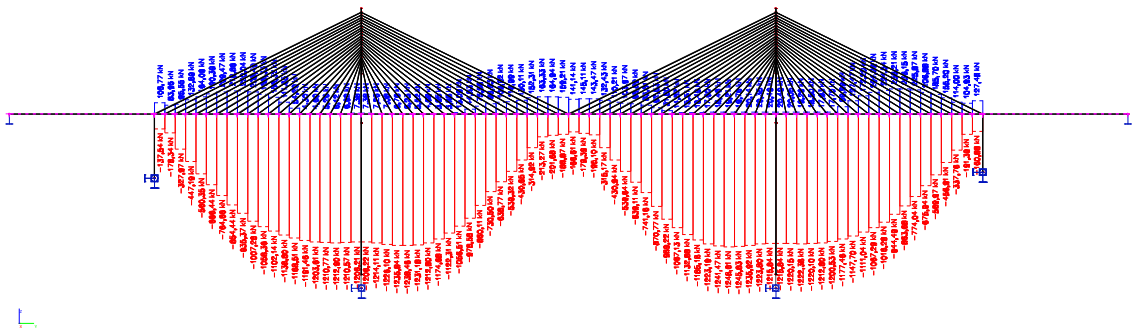


Obr. 22: Průběh normálové síly – pokles podpor

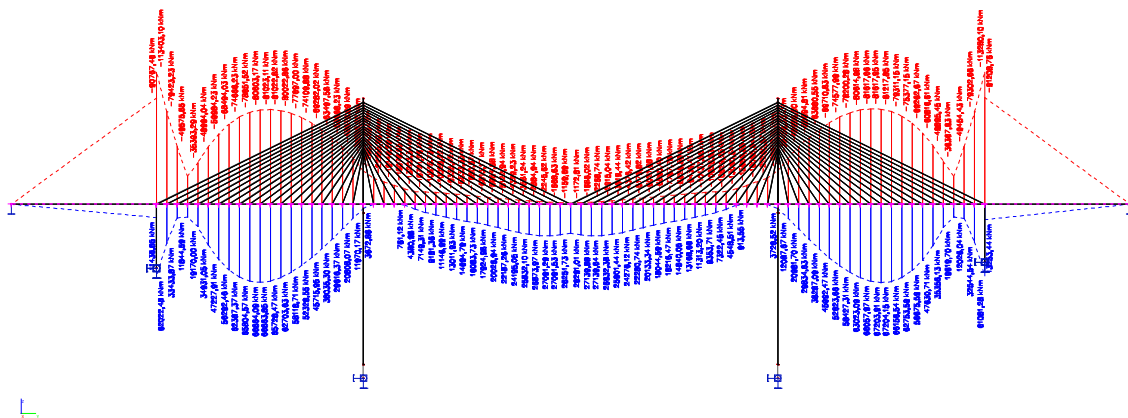
## 7.7.2. Vnitřní síly – zatížení dopravou



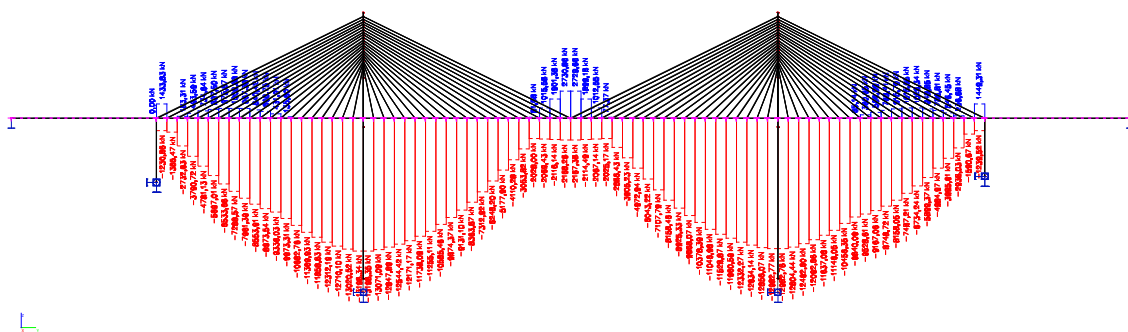
Obr. 23: Průběh ohybového momentu – LM1 – TS



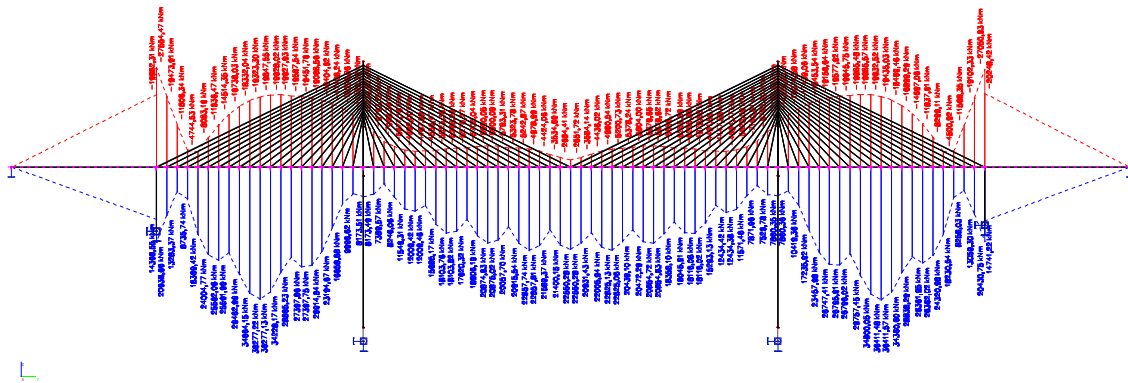
Obr. 24: Průběh normálové síly – LM1 – TS



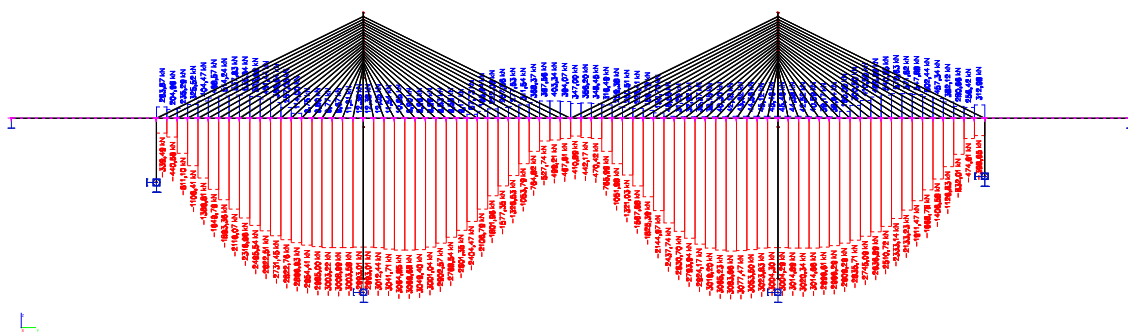
Obr. 25: Průběh ohybového momentu – LMI – UDL



Obr. 26: Průběh normálové síly – LMI – UDL

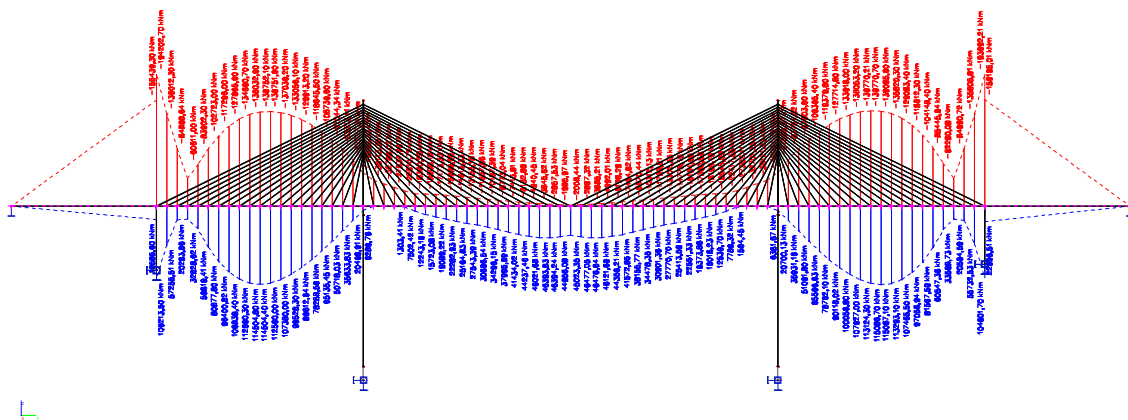


Obr. 27: Průběh ohybového momentu – LM3

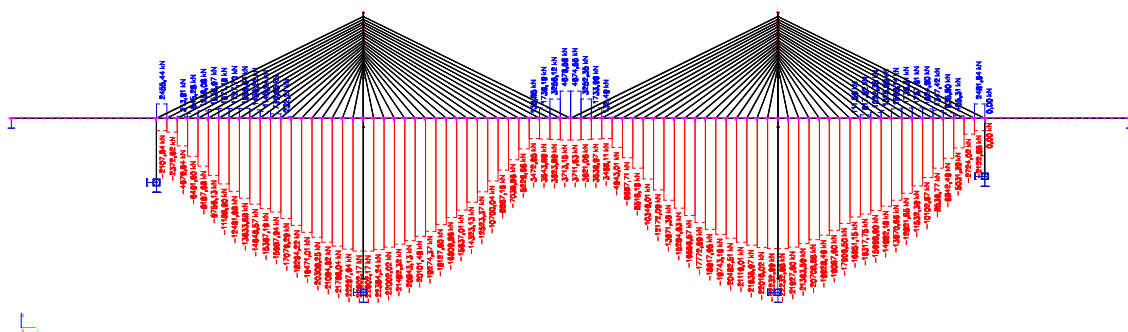


Obr. 28: Průběh normálové síly – LM3

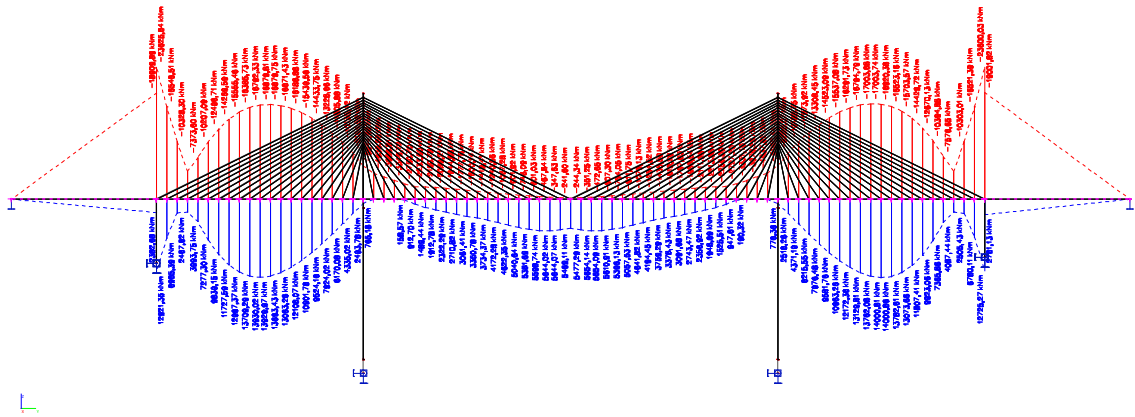




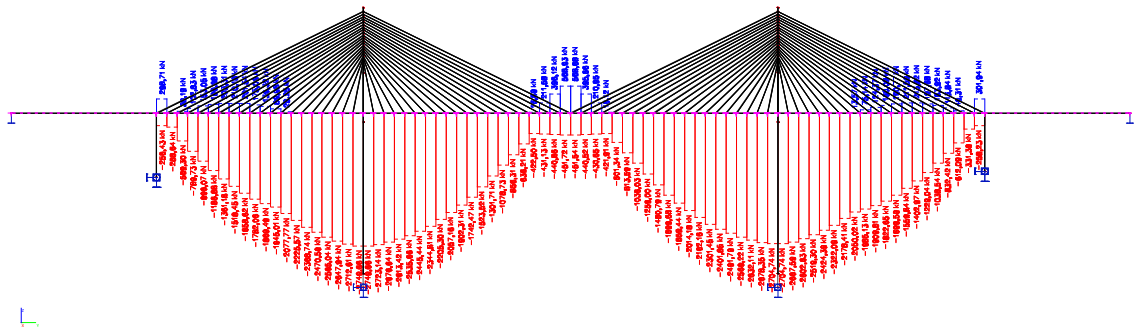
Obr. 29: Průběh ohybového momentu – LM4



Obr. 30: Průběh normálové síly – LM4

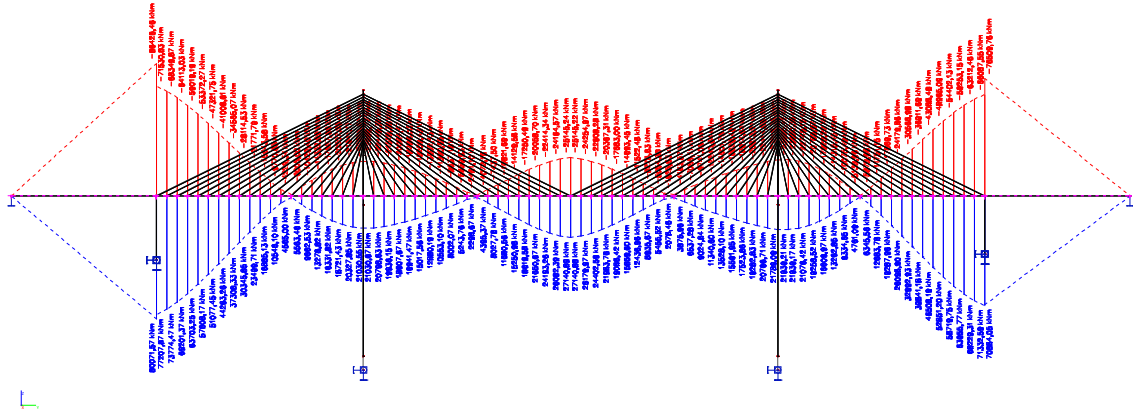


Obr. 31: Průběh ohybového momentu – chodci

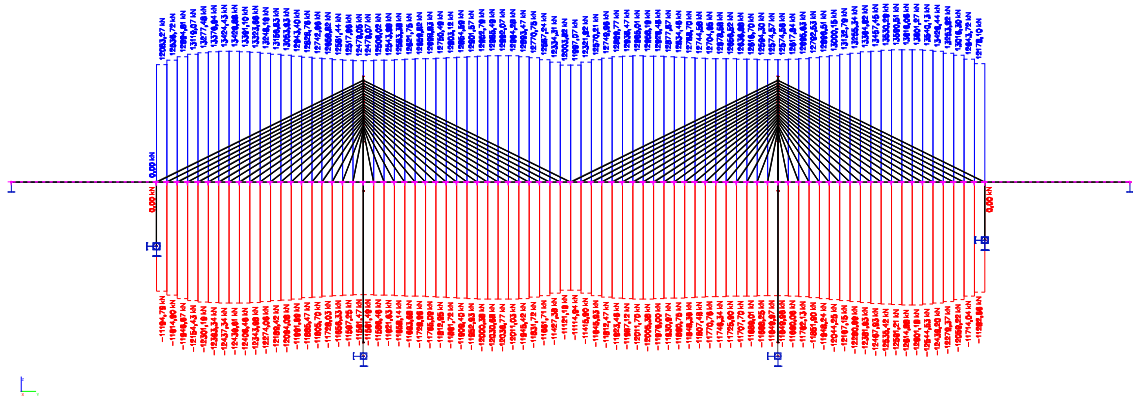


Obr. 32: Průběh normálové síly – chodci

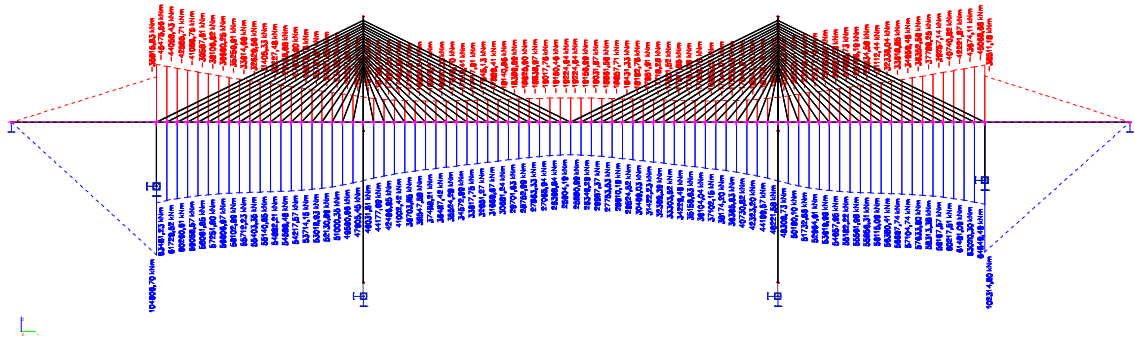
### 7.7.3. Vnitřní síly – teplota



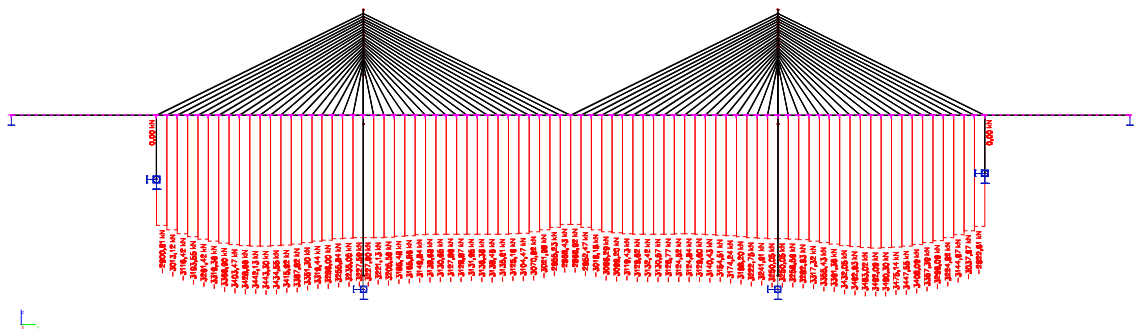
Obr. 33: Průběh ohybového momentu – konstantní teplota



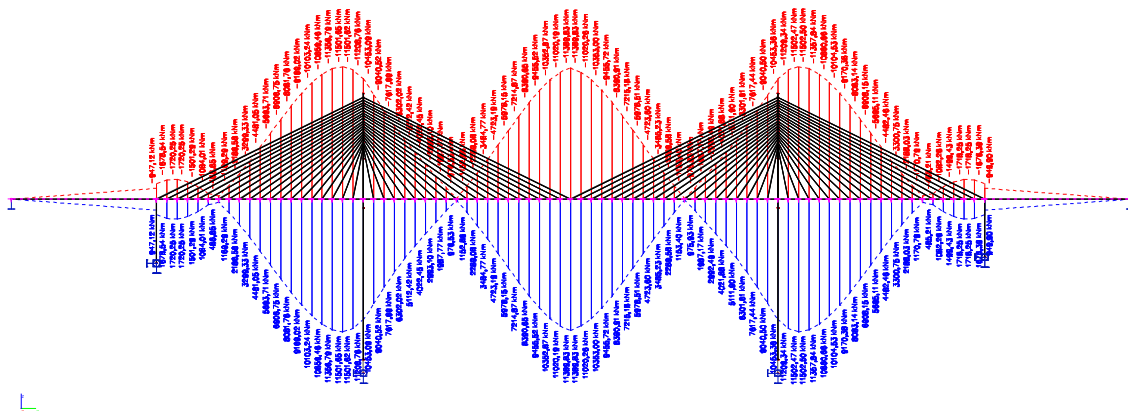
Obr. 34: Průběh normálové síly – konstantní teplota



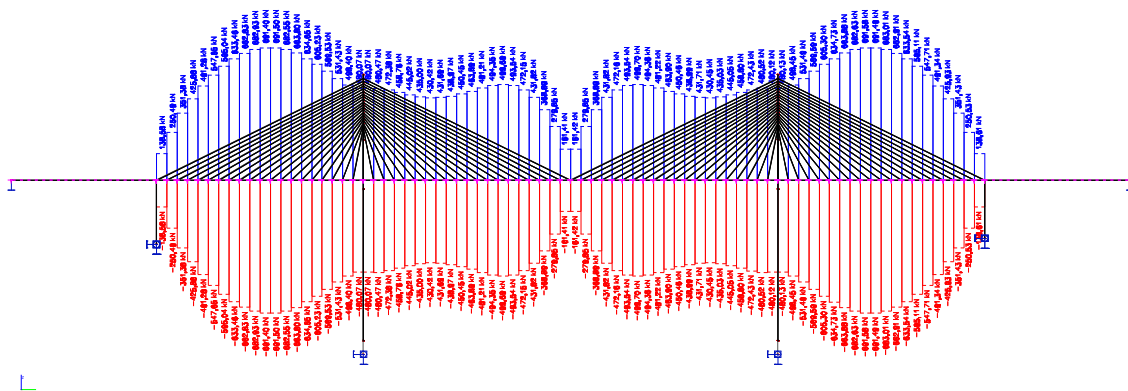
Obr. 35: Průběh ohybového momentu – lineární teplota



Obr. 36: Průběh normálové síly – lineární teplota



Obr. 37: Průběh ohybového momentu – změna teploty závěsů



Obr. 38: Průběh normálové síly – změna teploty závěsů

## 7.8. Návrh předpětí

Při návrhu předpětí v podélném směru vycházíme z provozního stavu. Předpokládáme, že konstrukce působí pružně a normálová napětí jsou po výšce průřezu lineárního průběhu a přímo úměrná vzdálenosti od neutrální osy.

Při návrhu předpětí je nutné splnit požadavky mezního stavu použitelnosti – mezní stav omezení trhlin. Při kvazistálé kombinaci je požadavek na dekompresi a při časté kombinace je tahové napětí omezeno hodnotou  $f_{ctm} = 4,10$  MPa. Vliv ochabnutí smykem zahrneme do výpočtu jako  $W_{el,y,red} = 0,8 * W_{el,y}$ .

Řez	$A_c$	$I_c$	$z_T$	$W^h$	$W^d$
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>4</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
20	37,59100	56,65400	1,723	-44,3788	32,8734
25	26,17900	16,72000	1,871	-26,5777	8,9369

Tab. 11: Průřezové charakteristiky





























## 7.9. Mezní stavy použitelnosti

### 7.9.1. Mezní stav omezení napětí a trhlin

Omezující podmínky při provozním stavu:

- Uvedení do provozu – kvazistálá kombinace

$$\sigma_c > 0,45 \cdot f_{ck} = -0,45 \cdot 50 = -22,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c \leq 0,00 \text{ Mpa} \dots \text{dekomprese}$$

- Uvedení do provozu – charakteristická kombinace

$$\sigma_c > 0,6 \cdot f_{ck} = -0,6 \cdot 50 = -30,00 \text{ MPa}$$

Bez omezení tahu

- Uvedení do provozu – častá kombinace

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

- Konec životnosti – kvazistálá kombinace

$$\sigma_c > 0,45 \cdot f_{ck} = -0,45 \cdot 50 = -22,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c \leq 0,00 \text{ Mpa} \dots \text{dekomprese}$$

- Konec životnosti – charakteristická kombinace

$$\sigma_c > 0,6 \cdot f_{ck} = -0,6 \cdot 50 = -30,00 \text{ MPa}$$

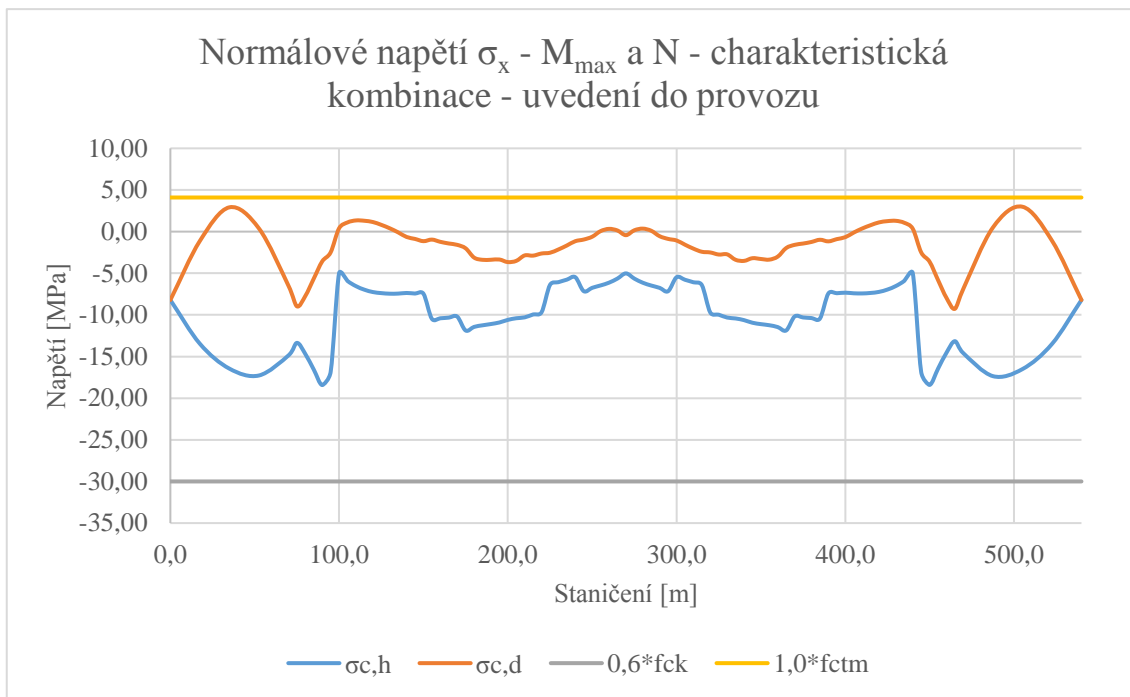
Bez omezení tahu

- Konec životnosti – častá kombinace

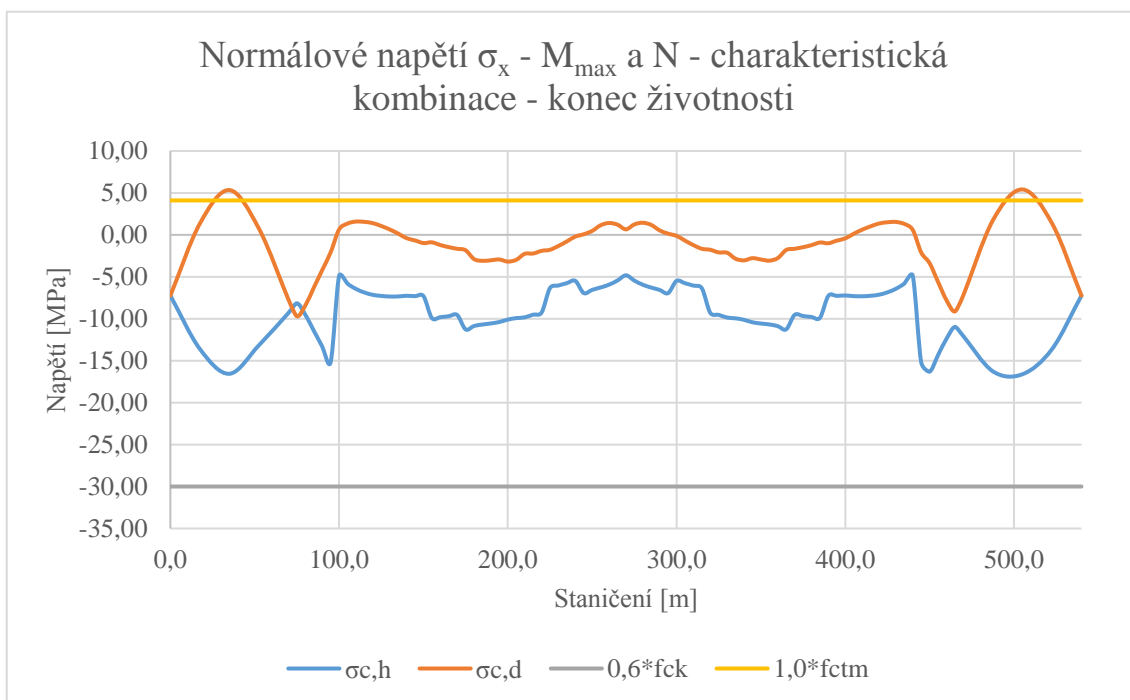
$$\sigma_c \leq f_{ctm} = 4,10 \text{ MPa}$$

Hodnota  $f_{ctm}$  při časté kombinaci je uvažována v předběžném výpočtu pro zjednodušení. Podle normy se při této kombinaci neomezuje napětí, ale šířka trhliny v betonu.

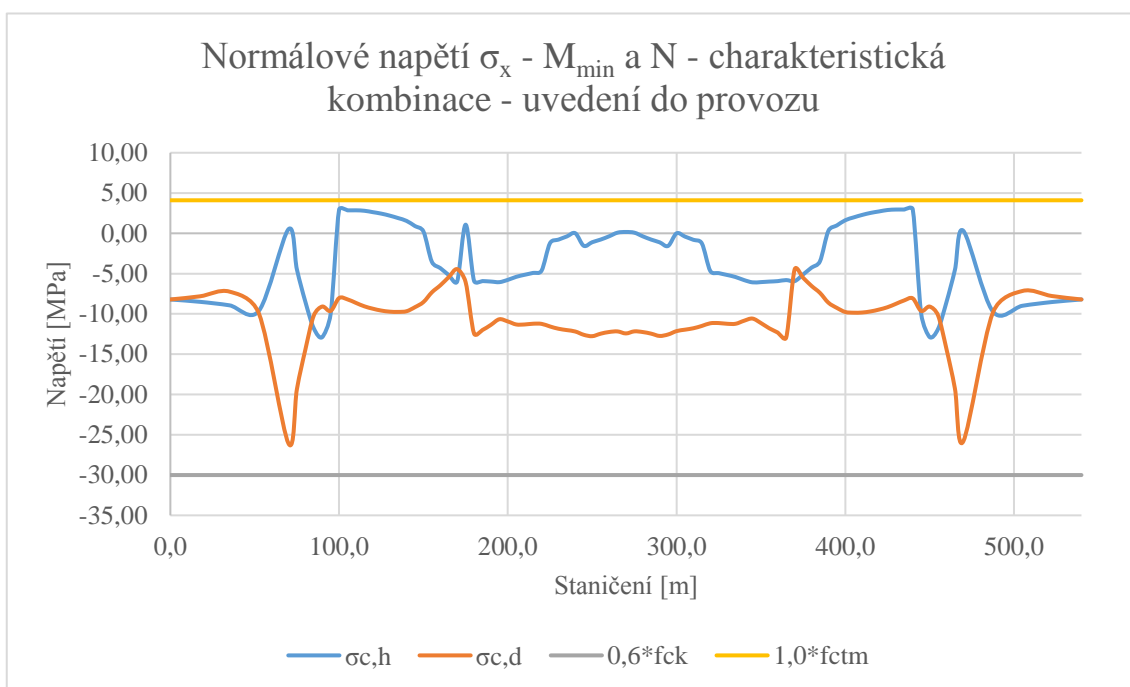
Při mezním stavu použitelnosti je uvažováno s rektifikací závěsů, která je podrobně rozebrána v kapitole 7.11.



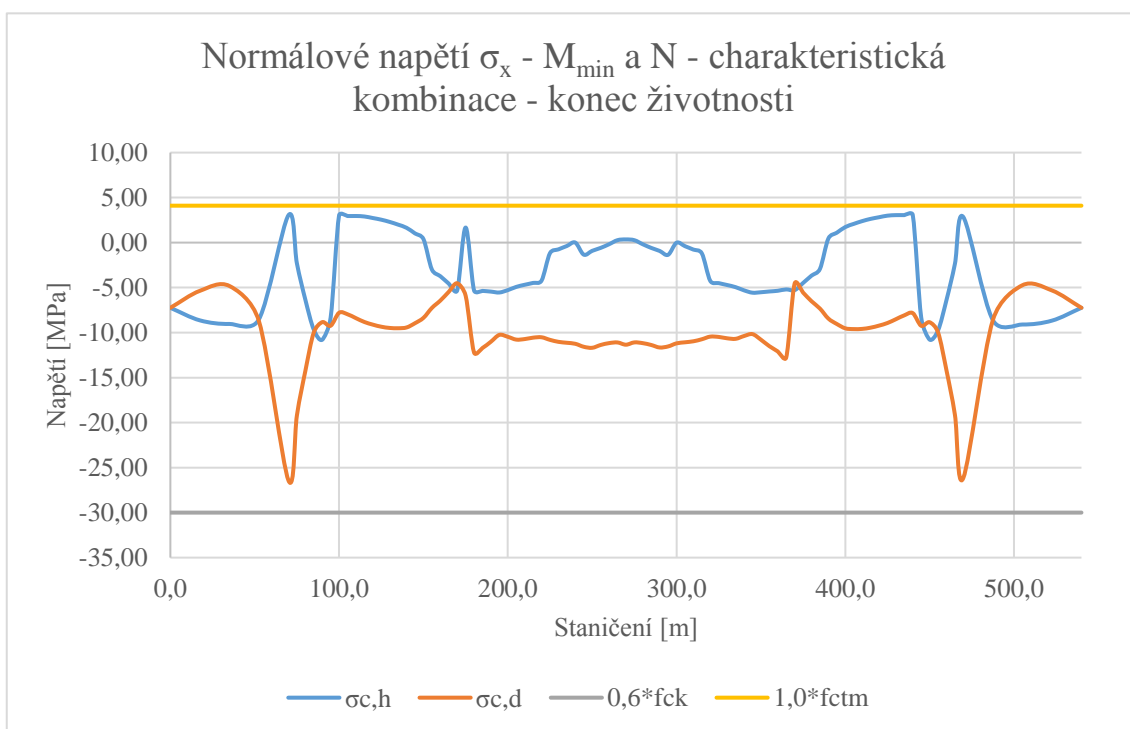
Obr. 39: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{max}$  a  $N$  – charakteristická kombinace – uvedení do provozu



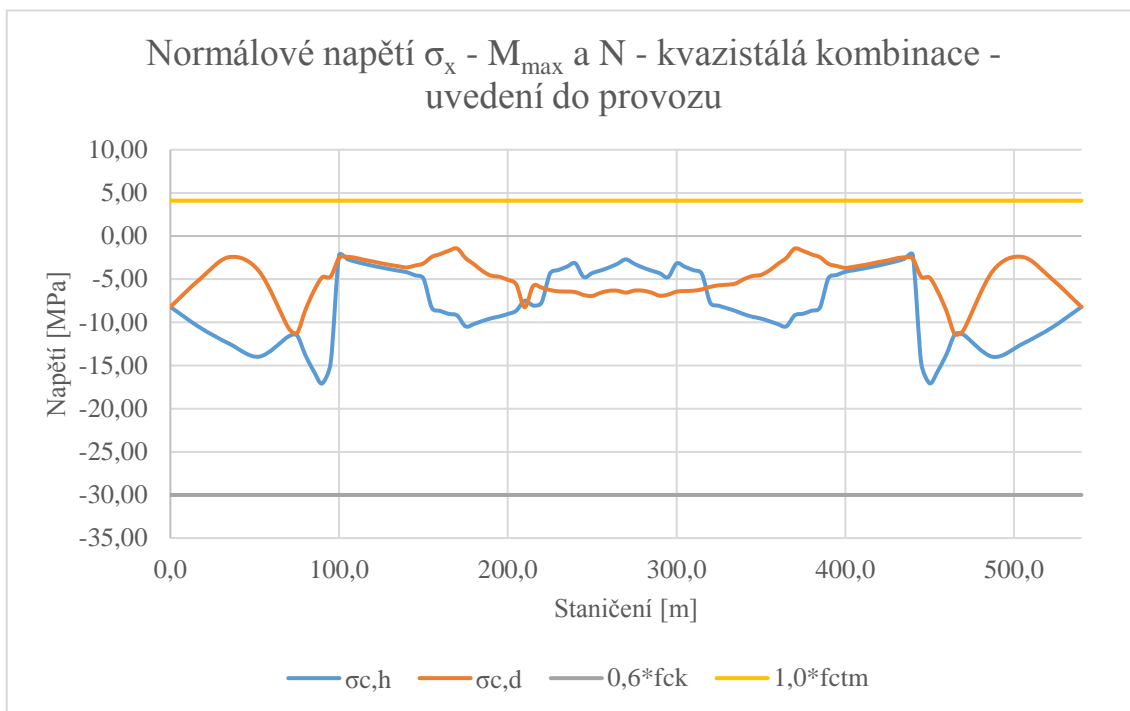
Obr. 40: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{max}$  a  $N$  – charakteristická kombinace – konec životnosti



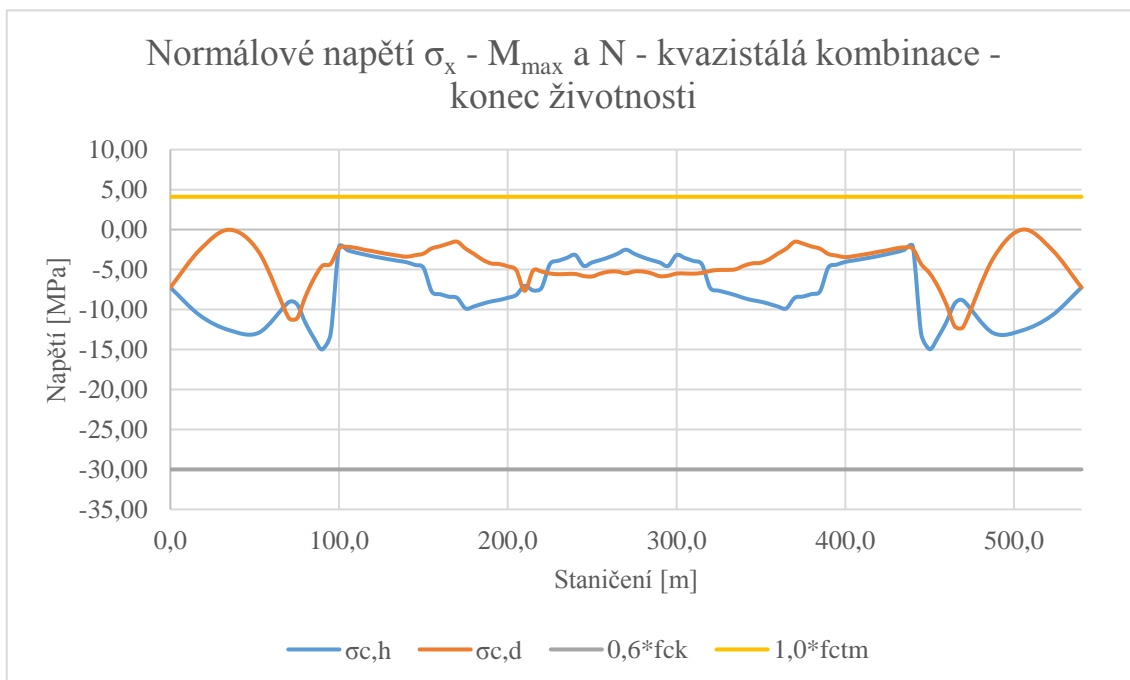
Obr. 41: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{min}$  a  $N$  - charakteristická kombinace - uvedení do provozu



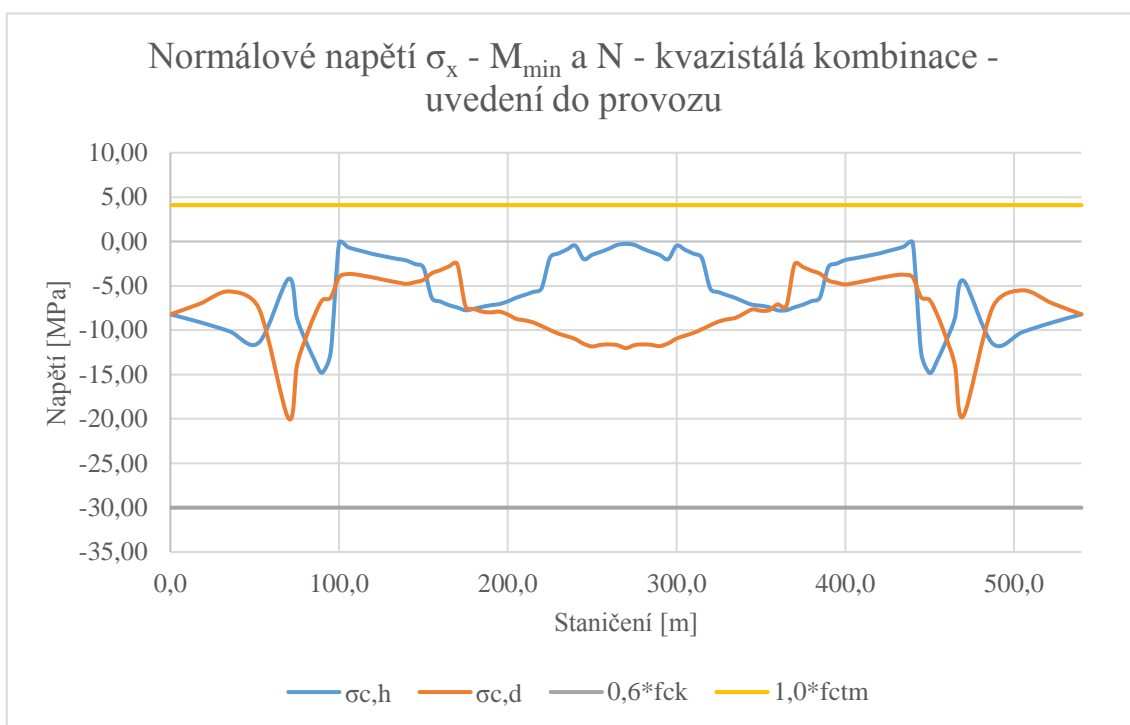
Obr. 42: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{min}$  a  $N$  - charakteristická kombinace - konec životnosti



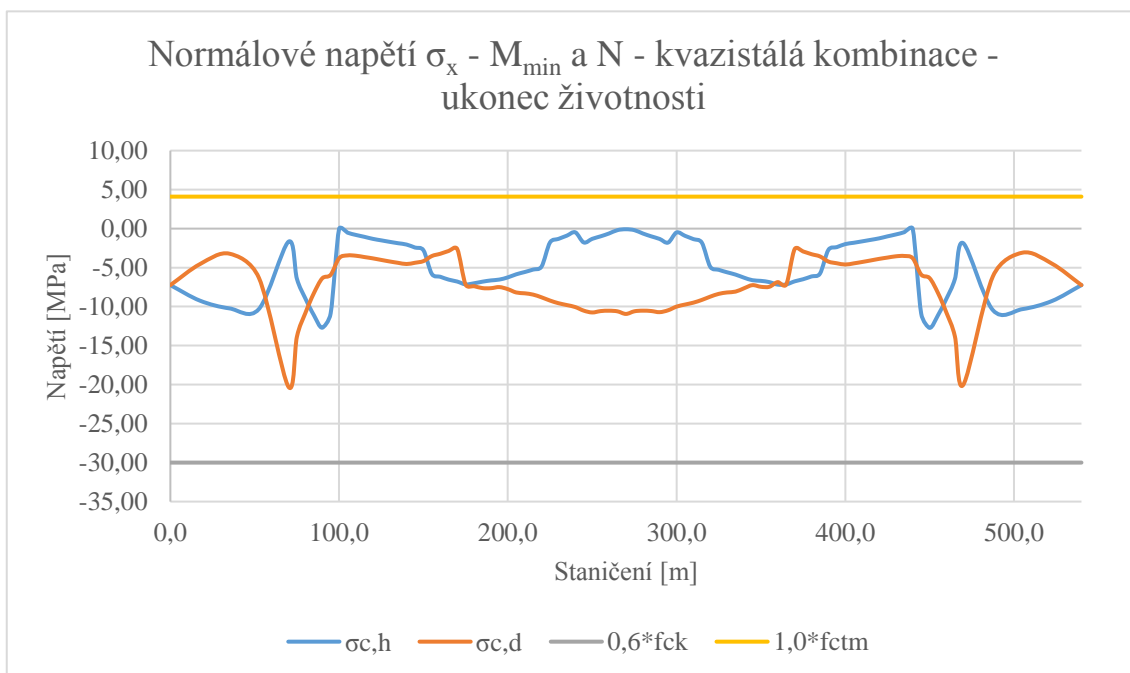
Obr. 43: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{max}$  a  $N$  - kvazistálá kombinace - uvedení do provozu



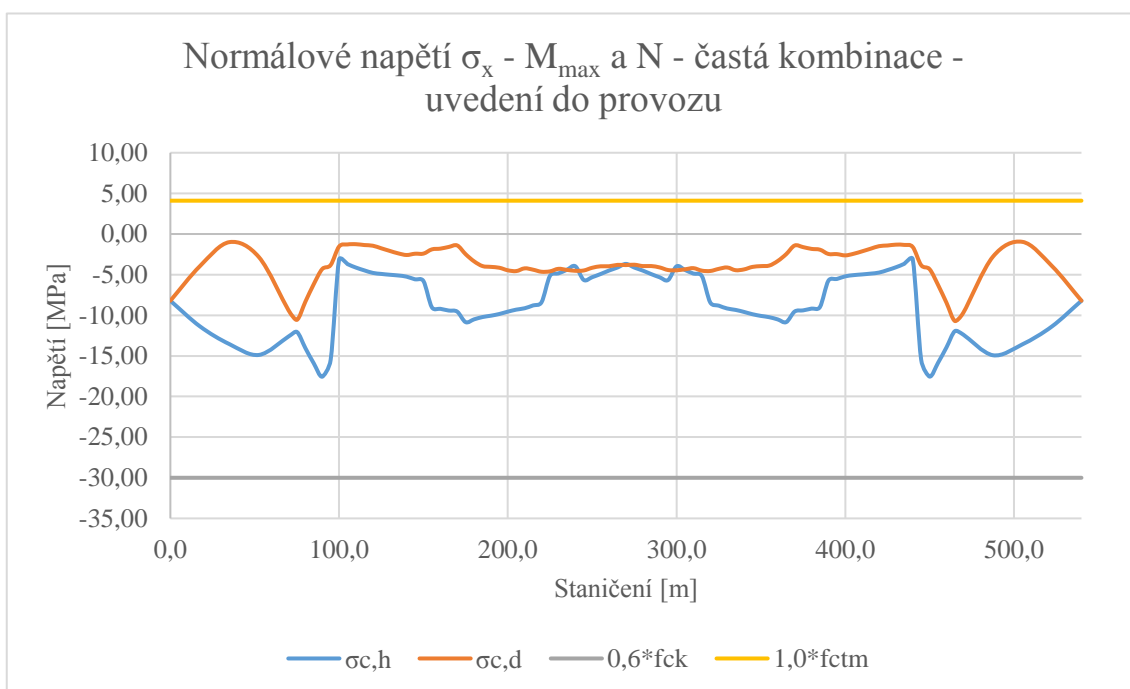
Obr. 44: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{max}$  a  $N$  - kvazistálá kombinace - konec životnosti



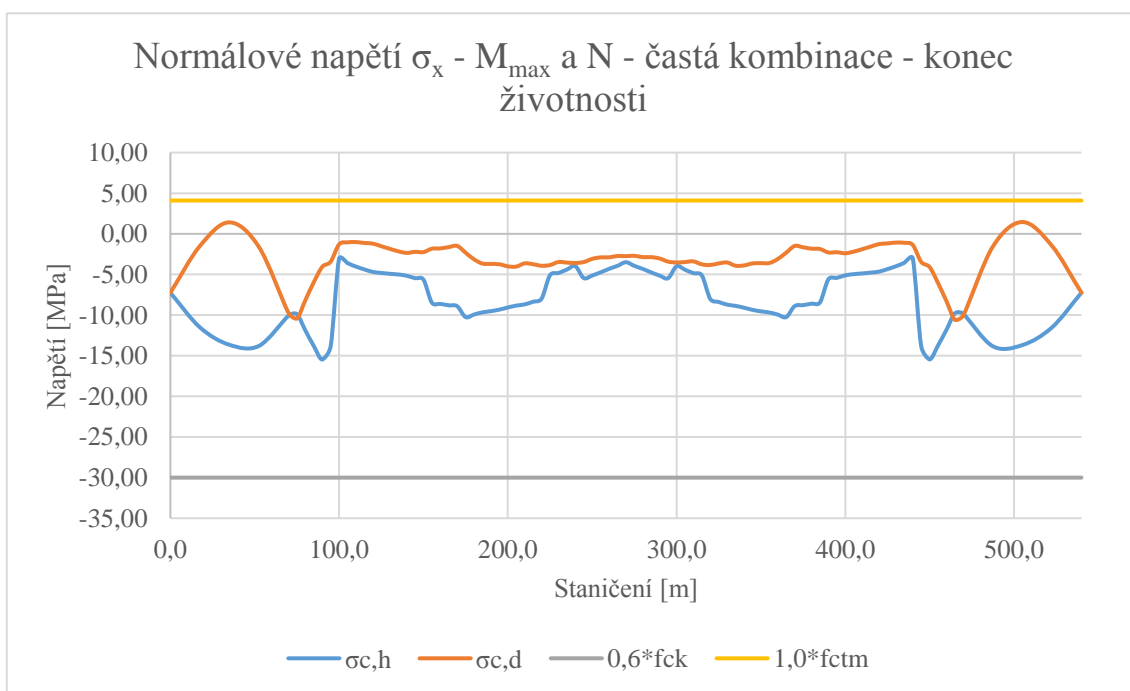
Obr. 45: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{min}$  a  $N$  - kvazistálá kombinace - uvedení do provozu



Obr. 46: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{min}$  a  $N$  - kvazistálá kombinace - konec životnosti

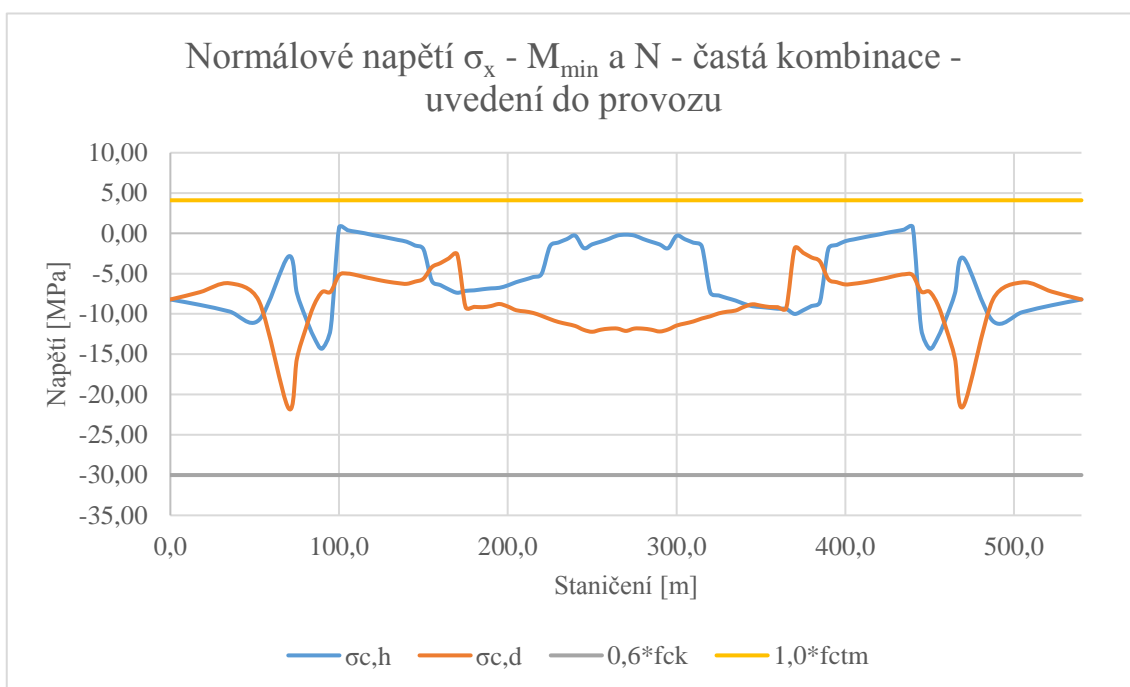


Obr. 47: Normálové napětí  $\sigma_x$  -  $M_{max}$  a  $N$  - častá kombinace - uvedení do provozu

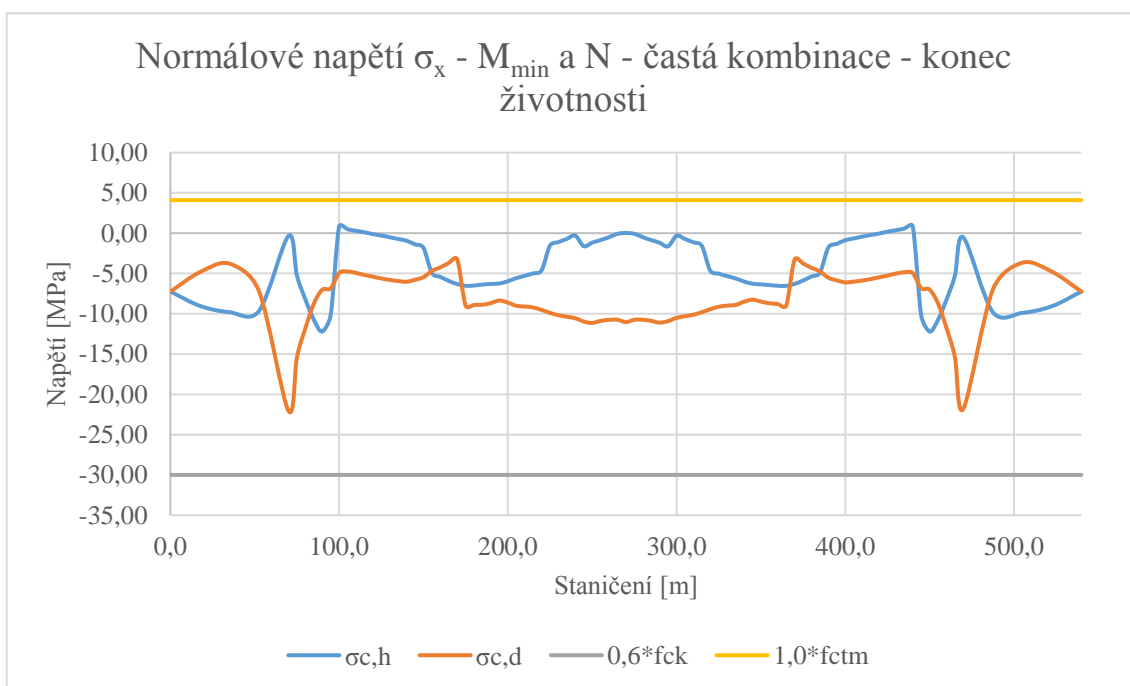


Obr. 48: Normálové napětí  $\sigma_x$  -  $M_{max}$  a  $N$  - častá kombinace - konec životnosti





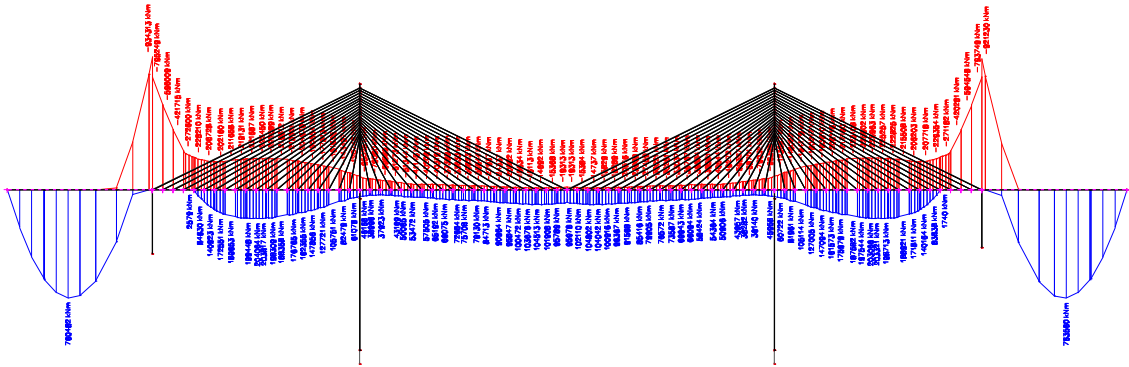
Obr. 49: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{\min}$  a  $N$  - častá kombinace - uvedení do provozu



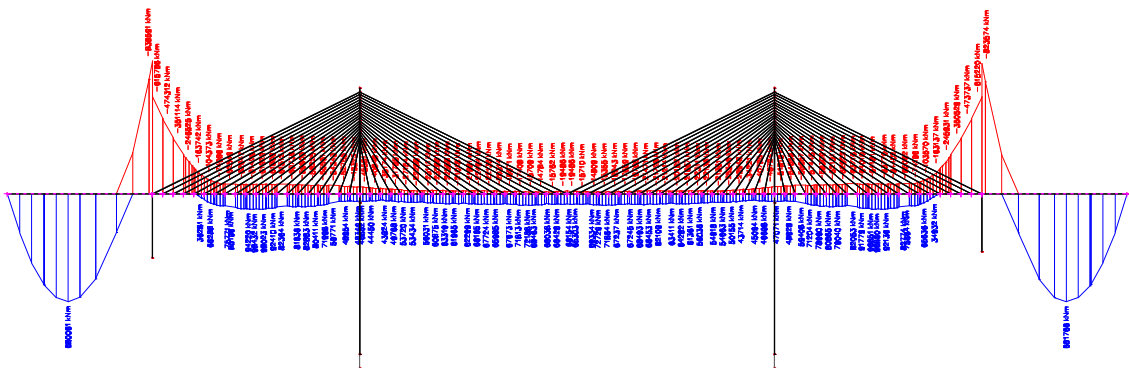
Obr. 50: Normálové napětí  $\sigma_x - M_{\min}$  a  $N$  - častá kombinace - konec životnosti

## 7.10. Mezní stav únosnosti

Posouzení na mezní stav únosnosti bude vyšetřováno v průřezu uprostřed hlavního pole a v průřezu v místě pylonu, a to v čase na konci životnosti. Je uvažováno s rektifikací závěsů, která je podrobně rozebrána v kapitole 7.11. Pro posouzení postačí zjednodušený tvar průřezu složený z obdélníků.



Obr. 51: Obálka ohybových momentů pro MSÚ – sestava zatížení gr1a, gr4



Obr. 52: Obálka ohybových momentů pro MSÚ – sestava zatížení gr5

### 7.10.1. Průřez v poli

Zjednodušený tvar konstrukce:

Výška:	2,45 m
Šířka horní desky:	41,00 m
Tloušťka horní desky:	0,39 m
Těžiště výztuže:	1,68 m

1) Mezní únosnost – plné zplastizování

Síly ve výztuži:

Průběžné zvedané kabely

$$N_{pd,zv} = A_{p,zv} \cdot f_{pd} = 0,0405 \cdot 1423,3 = 57,644 \text{ MN}$$

$$z_{p,zv} = 0,871 \text{ m}$$

Příložky

$$N_{pd,p} = A_{p,p} \cdot f_{pd} = 0,03255 \cdot 1423,3 = 46,328 \text{ MN}$$

$$z_{p,p} = 2,121 \text{ m}$$

Síla ve výztuži na mezi únosnosti

$$N_{pd,zv} + N_{pd,p} = 57,644 + 46,328 = 103,972 \text{ MN}$$

Při prostém ohybu platí  $N_{pd,zv} + N_{pd,p} = N_{cd}$

$$N_{pd} = b \cdot x_u \cdot \eta \cdot f_{cd} \Rightarrow 103,972 = 41 \cdot 0,8 \cdot x \cdot 1,0 \cdot 30$$

$$x = 103,972 / (41 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 30) = 0,10566 \text{ m} < 0,389 \text{ m}$$

⇒ napětí působí v desce

$$x_u = 0,8 \cdot 0,10566 = 0,08453 \text{ m}$$

$$N_{cd} = b \cdot x_u \cdot \eta \cdot f_{cd} = 41 \cdot 0,08453 \cdot 1,0 \cdot 30 = 103,972 \text{ MN}$$

$$z_{cd} = 2,45 - 0,08453 / 2 = 2,4077 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = N_{cd} \cdot z_{cd} + N_{pd,zv} \cdot z_{p,zv} + N_{pd,p} \cdot z_{p,p} = 103,972 \cdot 2,4077 - 57,644 \cdot 0,871 - 46,328 \cdot 2,121 = 101,864 \text{ MNm} > M_{Ed} = 88,91 \text{ MNm}$$

⇒ vyhoví

2) Výchozí stav

$$\sigma_c^h = -4,72 \text{ MPa} \quad \sigma_c^d = 11,90 \text{ MPa}$$

$$P_{max} = 1473 \cdot 27 \cdot 10 \cdot 150 / 1000000 = 59,657 \text{ MN}$$

$$P_{max,p} = 1473 \cdot 31 \cdot 7 \cdot 150 / 1000000 = 47,946 \text{ MN}$$

$$P_{m,kz} = 0,75 \cdot P_{max} = 0,75 \cdot 59,657 = 44,743 \text{ MN}$$

$$P_{p,kz} = 0,75 \cdot P_{max,p} = 0,75 \cdot 47,946 = 35,960 \text{ MN}$$

$$\sigma_{p,zv,kz} = 0,75 \cdot \sigma_p = 0,75 \cdot 1473 = 1104,75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,p,kz} = 0,75 * \sigma_p = 0,75 * 1473 = 1104,75 \text{ MPa}$$

Napětí v místě předpínací výztuže

$$\sigma_c^{p,zv} = 11,90 - (11,90 - (-4,72)) / 2,45 * 0,871 = 5,991 \text{ MPa}$$

Napětí v místě příložek

$$\sigma_c^{p,p} = 11,90 - (11,90 - (-4,72)) / 2,45 * 2,121 = -2,488 \text{ MPa}$$

Poměrná přetvoření

$$\epsilon_c^h = \sigma_c^h / E_{cm} = -4,72 / 37 = -0,1276 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_c^d = \sigma_c^d / E_{cm} = 11,90 / 37 = 0,3216 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_c^{p,zv} = \sigma_c^{p,zv} / E_{cm} = 5,991 / 37 = 0,1619 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_c^{p,p} = \sigma_c^{p,p} / E_{cm} = -2,488 / 37 = -0,0672 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{pm,zv,kz} = \sigma_{p,zv,kz} / E_p = 1104,75 / 195 = 5,665 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{pm,p,kz} = \sigma_{p,p,kz} / E_p = 1104,75 / 195 = 5,665 \text{ ‰}$$

3) První krok přetížení – dosažení pružného odlehčení

Základní poměrné přetvoření výztuže

$$\epsilon_{p,z,zv} = \epsilon_{pm,zv,kz} - \epsilon_c^p = 5,665 - 0,1619 = 5,5031 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{p,z,p} = \epsilon_{pm,p,kz} - \epsilon_c^p = 5,665 + 0,0672 = 5,7322 \text{ ‰}$$

4) Druhý krok přetížení – dosažení meze kluzu

Přírůstek poměrného přetvoření v předpínací výztuži

$$\Delta \epsilon_{p,zv} = \epsilon_{cu3/x} * (h - x - z_p) = 3,5 / 0,10566 * (2,45 - 0,10566 - 0,871) = 48,805 \text{ ‰}$$

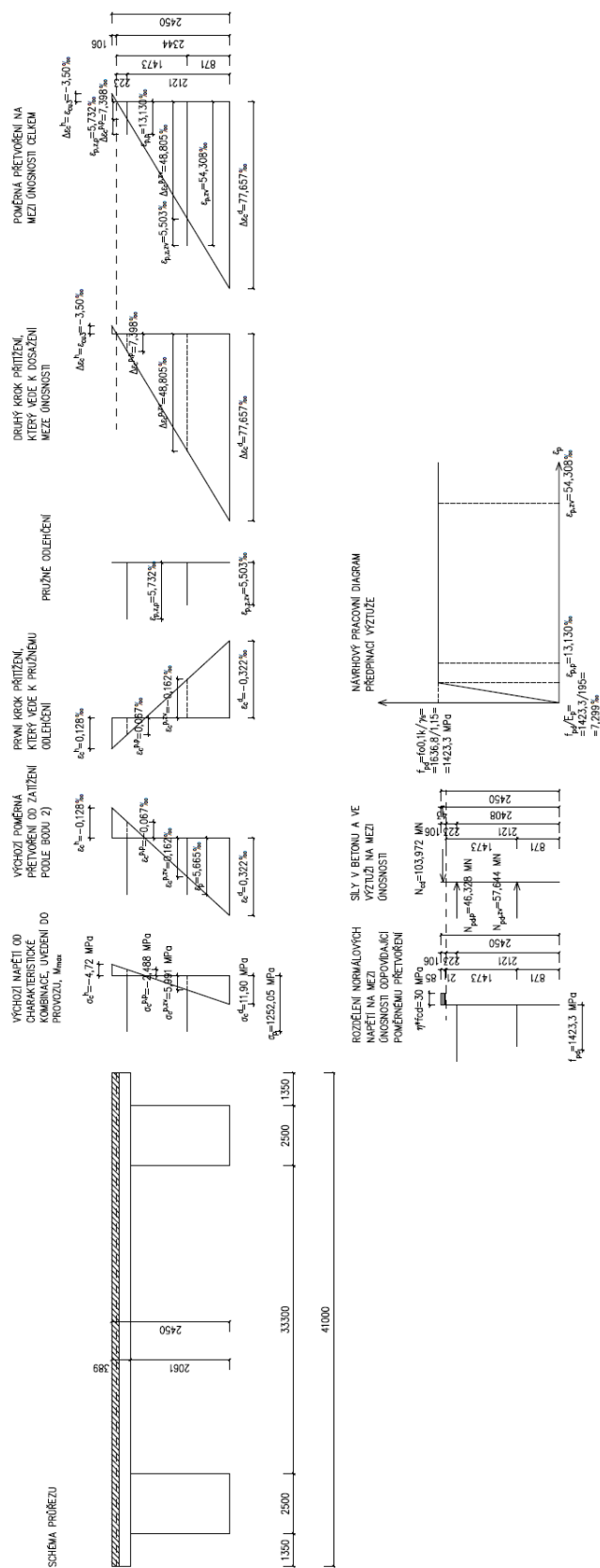
$$\Delta \epsilon_{p,p} = \epsilon_{cu3/x} * (h - x - z_p) = 3,5 / 0,10566 * (2,45 - 0,10566 - 2,121) = 7,398 \text{ ‰}$$

Celkové poměrné přetvoření v předpínací výztuži

$$\Sigma \epsilon_{p,zv} = 5,5031 + 48,805 = 54,308 \text{ ‰} > f_{pd} / E_p = 1423 / 195 = 7,297 \text{ ‰}$$

$$\Sigma \epsilon_{p,p} = 5,7322 + 7,398 = 13,130 \text{ ‰} > f_{pd} / E_p = 1423 / 195 = 7,297 \text{ ‰}$$

⇒ předpínací výztuž je zplastizována



Obr. 53: Přehled normálových napětí, poměrných přetvoření a normálových sil pro posouzení na mezi únosnosti – řez v poli

### 7.10.1.1. Průřez v místě pylonu

Zjednodušený tvar konstrukce:

Výška: 2,95 m

Šířka horní desky: 41,00 m

Tloušťka horní desky: 0,39 m

Těžiště výztuže: 2,523 m

1) Mezní únosnost – plné zplastizování

Síly ve výztuži:

Průběžné zvedané kabely

$$N_{pd,zv} = A_{p,zv} * f_{pd} = 0,0405 * 1423,3 = 57,644 \text{ MN}$$

$$z_{p,zv} = 2,523 \text{ m}$$

Příložky

$$N_{pd,p} = A_{p,p} * f_{pd} = 0,0465 * 1423,3 = 66,183 \text{ MN}$$

$$z_{p,p} = 2,623 \text{ m}$$

Betonářská výztuž

předpoklad  $\varnothing$  16 mm po 150 mm

$$n = 2 * b / 0,15 = 2 * 41 / 0,15 = 546,6 \rightarrow 547 \text{ ks}$$

$$A_s = 547 * 200,1 = 109455 \text{ mm}^2 = 0,109455 \text{ m}^2$$

$$N_{sd} = A_s * f_{yd} = 0,109455 * 434,78 = 47,589 \text{ MN}$$

$$z_s = 3,0 - 0,39 / 2 = 2,805 \text{ m}$$

Síla ve výztuži na mezi únosnosti

$$N_{pd,zv} + N_{pd,p} + N_{sd} = 57,644 + 66,183 + 47,589 = 171,416 \text{ MN}$$

Při prostém ohybu platí  $N_{pd,zv} + N_{pd,p} + N_{sd} = N_{cd}$

Rovnoměrné rozdělení normálového napětí v betonu

$$\sigma_c = \eta * f_{cd} = 1,0 * 30,0 = 30,0 \text{ MPa}$$

Nutná plocha betonu

$$A_{cc,nut} = 171,416 / 30 = 5,714 \text{ m}^2$$

Plocha dolní desky

$$A_{dd} = 9,467 \text{ m}^2 > 5,714 \text{ A}_{\text{lem}}^2$$

Výška horního okraje tlačené plochy

$$x_u = A_{cc, \text{nut}}/b_{dd} = 5,714/38,255 = 0,1494$$

Síla v betonu

$$N_{cd} = 0,149366 * 38,255 * 30 = 171,419 \text{ MN}$$

Výška neutrální osy

$$x = x_u/0,8 = 0,1494/0,8 = 0,18675 \text{ m}$$

$$z_{cc} = 0,1494/2 = 0,0747 \text{ m}$$

Moment únosnosti

$$M_{Rd} = N_{c,d} * z_c - N_{pd,zv} * z_{p,vz} - N_{pd,p} * z_{p,p} - N_{sd} * z_s = 171,419 * 0,0747 - 57,644 * 2,523 - 66,183 * 2,623 - 47,589 * 2,805 = -439,716 \text{ MNm} < M_{Ed} = -292,921 \text{ MNm}$$

⇒ Vyhoví

2) Výchozí stav

$$\sigma_c^h = -1,70 \text{ MPa} \quad \sigma_c^d = -7,99 \text{ MPa}$$

$$P_{\text{max}} = 1473 * 27 * 10 * 150 / 1000000 = 59,657 \text{ MN}$$

$$P_{\text{max,p}} = 1473 * 31 * 10 * 150 / 1000000 = 75,123 \text{ MN}$$

$$P_{m,kz} = 0,75 * P_{\text{max}} = 0,75 * 59,657 = 44,743 \text{ MN}$$

$$P_{p,kz} = 0,75 * P_{\text{max,p}} = 0,75 * 75,123 = 56,342 \text{ MN}$$

$$\sigma_{m,kz} = 0,75 * \sigma_p = 0,75 * 1473 = 1104,75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,kz} = 0,75 * \sigma_p = 0,75 * 1473 = 1104,75 \text{ MPa}$$

Napětí v místě předpínací výztuže

$$\sigma_c^{p,zv} = -1,70 - (-1,70 - (-7,99)) / 3,0 * (3,0 - 2,523) = -2,700 \text{ MPa}$$

Napětí v místě příložek

$$\sigma_c^{p,p} = -1,70 - (-1,70 - (-7,99)) / 3,0 * (3,0 - 2,623) = -2,490 \text{ MPa}$$

Napětí v místě betonářské výztuže

$$\sigma_c^s = -1,70 - (-1,70 - (-7,99)) / 3,0 * (3,0 - 2,805) = -2,109 \text{ MPa}$$

Poměrná přetvoření

$$\varepsilon_c^h = \sigma_c^h / E_{cm} = -1,70/37 = -0,046 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_c^d = \sigma_c^d / E_{cm} = -7,99/37 = -0,216 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_c^{p,zv} = \sigma_c^{p,zv} / E_{cm} = -2,700/37 = -0,073 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_c^{p,p} = \sigma_c^{p,p} / E_{cm} = -2,490/37 = -0,067 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_c^s = \sigma_c^s / E_{cm} = -2,109/37 = -0,057 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{pm,zv,kz} = \sigma_{p,up} / E_p = 1104,75/195 = 5,6654 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{pm,p,kz} = \sigma_{p,up} / E_p = 1104,75/195 = 5,6654 \text{ ‰}$$

3) První krok přetížení – dosažení pružného odlehčení

Základní poměrné přetvoření výztuže

$$\varepsilon_{p,z,zv} = \varepsilon_{pm,zv,kz} - \varepsilon_c^{p,zv} = 5,665 + 0,073 = 5,738 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{p,z,p} = \varepsilon_{pm,p,kz} - \varepsilon_c^{p,p} = 5,665 + 0,067 = 5,732 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{s,z} = 0,000 \text{ ‰}$$

4) Druhý krok přetížení – dosažení meze únosnosti

Přírůstek poměrného přetvoření v předpínací výztuži

$$\Delta\varepsilon_{p,zv} = \varepsilon_{cu3} / x^* (h - x - z_{p,zv}) = 3,5/0,187 * (3,0 - 0,187 - 0,477) = 43,722 \text{ ‰}$$

Přírůstek poměrného přetvoření v příložkách

$$\Delta\varepsilon_{p,p} = \varepsilon_{cu3} / x^* (h - x - z_{p,p}) = 3,5/0,187 * (3,0 - 0,187 - 0,377) = 45,594 \text{ ‰}$$

Přírůstek poměrného přetvoření v betonářské výztuži

$$\Delta\varepsilon_s = \varepsilon_{cu3} / x^* (h - x - z_p) = 3,5/0,187 * (3,0 - 0,187 - 0,195) = 49,000 \text{ ‰}$$

Celkové poměrné přetvoření v předpínací výztuži

$$\Sigma\varepsilon_{p,zv} = 5,738 + 43,722 = 49,460 \text{ ‰} > f_{pd} / E_p = 1423/195 = 7,299 \text{ ‰}$$

Celkové poměrné přetvoření v příložkách

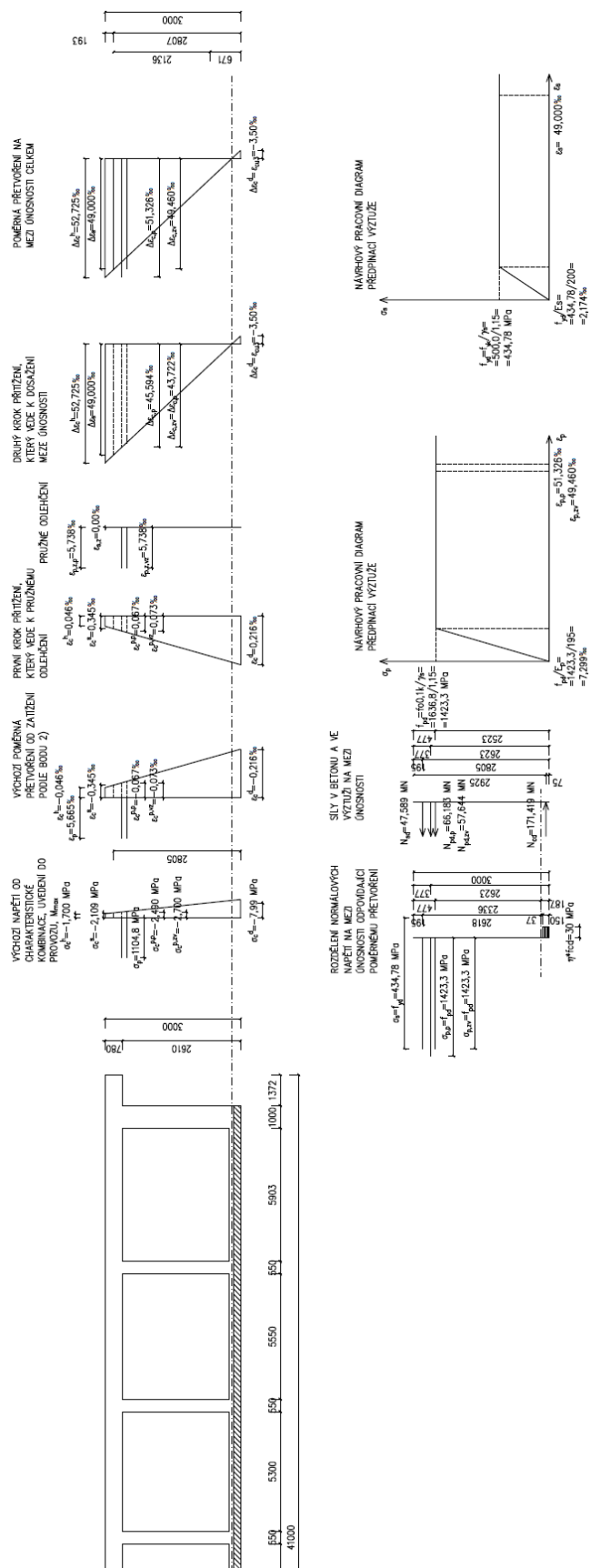
$$\Sigma\varepsilon_{p,p} = 5,732 + 45,594 = 51,326 \text{ ‰} > f_{pd} / E_p = 1423/195 = 7,299 \text{ ‰}$$



Celkové poměrné přetvoření v betonářské výztuži výztuži

$$\Sigma \varepsilon_s = 0,000 + 49,000 = 49,000 \text{ ‰} > f_{yd}/E_y = 434,78/200 = 2,174 \text{ ‰}$$

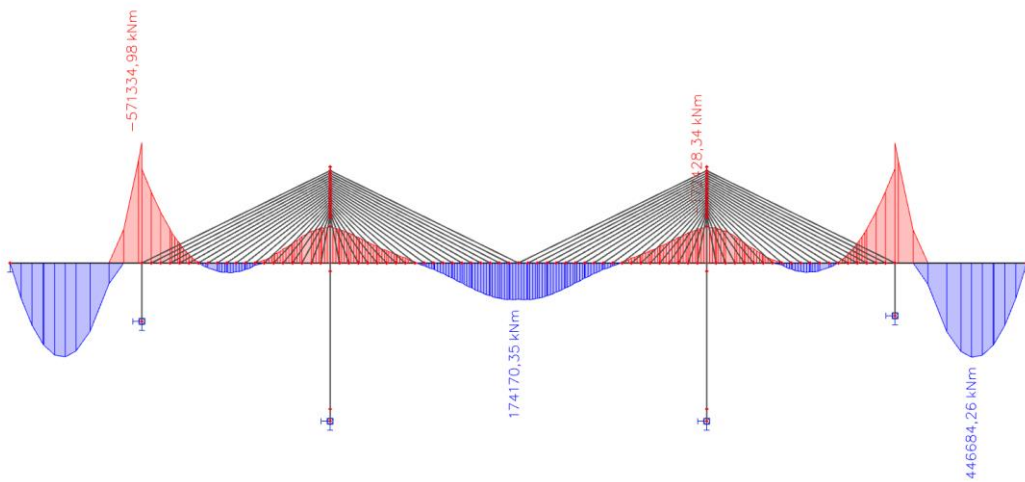
⇒ všechna výztuž je zplastizována



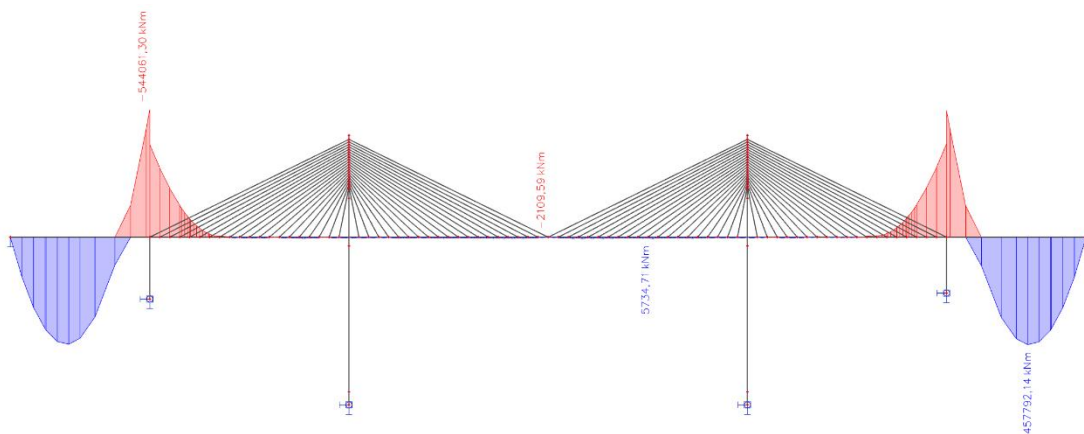
Obr. 54: Přehled normálových napětí, poměrných přetvoření a normálových sil pro posouzení na mez únosnosti – řez v místě pylonu

## 7.11. Rektifikace závěsů

Šikmým závěsům je předepsáno určité zkrácení nebo prodloužení. Tím se docílí toho, že se konstrukce následně chová jako spojitý nosník. Pro rektifikaci závěsů je uvažováno s vlastní tíhou konstrukce a střední hodnotou ostatního stálého zatížení v charakteristických hodnotách. Z časových důvodu není v rektifikaci přihlédnuto na průběh ohybového momentu od dopravy, který v polích dosahuje větších kladných hodnot.



Obr. 55: Průběh momentů před rektifikací



Obr. 56: Průběh momentů po rektifikaci

Závěs	Počet lan v jednom závěsu	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	Délka závěsu [m]	Zkrácení závěsu [mm]	Závěs	Počet lan v jednom závěsu	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	Délka závěsu [m]	Zkrácení závěsu [mm]
Z1	109	16350	111,362	0,00	Z42	73	10950	111,362	-307,36
Z2	109	16350	106,325	0,00	Z43	73	10950	106,325	-370,01
Z3	109	16350	101,305	0,00	Z44	73	10950	101,305	-352,54
Z4	91	13650	96,267	0,00	Z45	73	10950	96,267	-335,01
Z5	91	13650	91,304	0,00	Z46	73	10950	91,304	-317,74
Z6	91	13650	86,331	0,00	Z47	73	10950	86,331	-300,43
Z7	91	13650	81,38	0,00	Z48	73	10950	81,38	-263,67
Z8	91	13650	76,456	-45,87	Z49	73	10950	76,456	-247,72
Z9	91	13650	71,564	-60,11	Z50	73	10950	71,564	-231,87
Z10	91	13650	66,712	-64,04	Z51	73	10950	66,712	-216,15
Z11	73	10950	61,908	-74,29	Z52	55	8250	61,908	-208,01
Z12	73	10950	57,166	-68,60	Z53	55	8250	57,166	-192,08
Z13	73	10950	52,501	-56,70	Z54	55	8250	52,501	-176,40
Z14	73	10950	47,937	-46,02	Z55	55	8250	47,937	-161,07
Z15	73	10950	43,504	-41,76	Z56	43	6450	43,504	-146,17
Z16	55	8250	39,248	-42,39	Z57	43	6450	39,248	-117,74
Z17	55	8250	35,232	-42,28	Z58	43	6450	35,232	-109,92
Z18	55	8250	31,55	-34,07	Z59	43	6450	31,55	-87,08
Z19	55	8250	28,329	-33,99	Z60	43	6450	28,329	-61,19
Z20	55	8250	25,746	-30,90	Z61	43	6450	25,746	-46,34
Z21	43	6450	24,006	-34,57	Z62	43	6450	24,006	-34,57
Z22	43	6450	25,746	-46,34	Z63	55	8250	25,746	-30,90
Z23	43	6450	28,329	-61,19	Z64	55	8250	28,329	-33,99
Z24	43	6450	31,55	-87,08	Z65	55	8250	31,55	-34,07
Z25	43	6450	35,232	-109,92	Z66	55	8250	35,232	-42,28
Z26	43	6450	39,248	-117,74	Z67	55	8250	39,248	-42,39
Z27	43	6450	43,504	-146,17	Z68	73	10950	43,504	-41,76
Z28	55	8250	47,937	-161,07	Z69	73	10950	47,937	-46,02
Z29	55	8250	52,501	-176,40	Z70	73	10950	52,501	-56,70
Z30	55	8250	57,166	-192,08	Z71	73	10950	57,166	-68,60
Z31	55	8250	61,908	-208,01	Z72	73	10950	61,908	-74,29
Z32	73	10950	66,712	-216,15	Z73	91	13650	66,712	-64,04
Z33	73	10950	71,564	-231,87	Z74	91	13650	71,564	-60,11
Z34	73	10950	76,456	-247,72	Z75	91	13650	76,456	-45,87
Z35	73	10950	81,38	-263,67	Z76	91	13650	81,38	0,00
Z36	73	10950	86,331	-300,43	Z77	91	13650	86,331	0,00
Z37	73	10950	91,304	-317,74	Z78	91	13650	91,304	0,00
Z38	73	10950	96,267	-335,01	Z79	91	13650	96,267	0,00
Z39	73	10950	101,305	-352,54	Z80	109	16350	101,305	0,00
Z40	73	10950	106,325	-370,01	Z81	109	16350	106,325	0,00
Z41	73	10950	111,362	-307,36	Z82	109	16350	111,362	0,00

Tab. 24: Výpis rektifikace závěsů

## 8. Závěr

Předmětem této bakalářské práce bylo provedení předběžného návrhu vybraného druhu mostu pro přemostění plánovaného severního okruhu kolem Prahy Suchdol – Březiněves. Tento návrh byl vybrán z několika možných variant, jež byly řešené už v minulém semestru v projektu K. Vybraná konstrukce byla zkoumána jako zjednodušený prutový model, na kterém byly pomocí výpočetního softwaru Scia Engineer 17.1 zjištěny vnitřní síly.

V rámci této bakalářské práce byly předběžně navrženy závěsy z reakcí náhradního spojitého nosníku. Dále byla provedena rektifikace těchto závěsů, tak aby se most se závěsy choval přibližně jako spojitý nosník. Současně bylo navrženo předpětí a přibližné vedení zvedaných kabelů, tak aby posouzení na mezní stav použitelnosti z hlediska omezení napětí vyhovělo. Tím se dodržela podmínka dekomprese při kvazistálé kombinaci a nepřekročení tahové pevnosti betonu při časté kombinaci, která je uvažována v předběžném výpočtu pro zjednodušení. Podle normy se při této kombinaci neomezuje napětí, ale šířka trhlin. Následně byla mostovka posouzena na mezní stav únosnosti v řezu uprostřed hlavního pole a v místě pylonu. Součástí této práce je vypracování výkresové dokumentace, jež je hlavní součástí příloh.

## **9. Použitá literatura**

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou

ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

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

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

Betonové mosty 2 – Cvičení – Návrh předpjatého mostu podle Eurokódů Ing. Roman Šafář, Ph.D., 2015

Betonové mosty 2 – Přednášky Ing. Roman Šafář, Ph.D., 2017

Betonové mosty 1 – Přednášky Ing. Roman Šafář, Ph.D., doc. Ing. Vlastimil Kukáň, CSc., Ing. Michal Drahorád, Ing. Marek Foglar, Ph.D., 2010

Firemní materiály – Freyssinet

## **10. Použité programy**

K vypracování této bakalářské práce byly použity následující programy:

- AutoCAD 2016
- Scia Engineer 17.1
- Microsoft Office Excel
- Microsoft Office Word
- Výstřižky

## 11. Seznam obrázků

Obr. 1: Údolí řeky Vltavy v místě vedení trasy .....	9
Obr. 2: Vybraná varianta přemostění .....	12
Obr. 3: Různé varianty přemostění .....	13
Obr. 4: Mocnost hornin pokravných útvarů .....	14
Obr. 5: Pylon .....	16
Obr. 6: Dvoutrám .....	17
Obr. 7: Šestikomorový průřez .....	17
Obr. 8: Letmá betonáž zavěšeného mostu a) letmo betonovaná konstrukce b) betonářský vozík – podélný řez c) betonářský vozík – příčný řez .....	19
Obr. 9: Letmá betonáž zavěšeného mostu .....	19
Obr. 10: Prutový model konstrukce .....	24
Obr. 11: 3D model konstrukce mostu .....	24
Obr. 12: Náhradní spojitý nosník .....	27
Obr. 13: Schéma modelu zatížení 1 .....	29
Obr. 14: Schéma modelu zatížení 3 - 3000/240 .....	29
Obr. 15: Průběh ohybového momentu – vlastní tíha .....	34
Obr. 16: Průběh normálové síly – vlastní tíha .....	34
Obr. 17: Průběh ohybového momentu - $(g-g_0)_{sup}$ .....	35
Obr. 18: Průběh normálové síly - $(g-g_0)_{sup}$ .....	35
Obr. 19: Průběh ohybového momentu - $(g-g_0)_{inf}$ .....	36
Obr. 20: Průběh normálové síly - $(g-g_0)_{inf}$ .....	36
Obr. 21: Průběh ohybového momentu – pokles podpor .....	37
Obr. 22: Průběh normálové síly – pokles podpor .....	37
Obr. 23: Průběh ohybového momentu – LM1 – TS .....	38
Obr. 24: Průběh normálové síly – LM1 – TS .....	38
Obr. 25: Průběh ohybového momentu – LM1 – UDL .....	39
Obr. 26: Průběh normálové síly – LM1 – UDL .....	39
Obr. 27: Průběh ohybového momentu – LM3 .....	40
Obr. 28: Průběh normálové síly – LM3 .....	40
Obr. 29: Průběh ohybového momentu – LM4 .....	41
Obr. 30: Průběh normálové síly – LM4 .....	41
Obr. 31: Průběh ohybového momentu – chodci .....	42

Obr. 32: Průběh normálové síly – chodci .....	42
Obr. 33: Průběh ohybového momentu – konstantní teplota .....	43
Obr. 34: Průběh normálové síly – konstantní teplota .....	43
Obr. 35: Průběh ohybového momentu – lineární teplota.....	44
Obr. 36: Průběh normálové síly – lineární teplota.....	44
Obr. 37: Průběh ohybového momentu – změna teploty závěsů .....	45
Obr. 38: Průběh normálové síly – změna teploty závěsů .....	45
Obr. 39: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\max}$ a $N$ – charakteristická kombinace – uvedení do provozu .....	60
Obr. 40: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\max}$ a $N$ – charakteristická kombinace – konec životnosti .....	60
Obr. 41: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\min}$ a $N$ – charakteristická kombinace – uvedení do provozu .....	61
Obr. 42: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\min}$ a $N$ – charakteristická kombinace – konec životnosti .....	61
Obr. 43: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\max}$ a $N$ – kvazistálá kombinace – uvedení do provozu .....	62
Obr. 44: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\max}$ a $N$ – kvazistálá kombinace – konec životnosti .	62
Obr. 45: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\min}$ a $N$ – kvazistálá kombinace – uvedení do provozu .....	63
Obr. 46: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\min}$ a $N$ – kvazistálá kombinace – konec životnosti..	63
Obr. 47: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\max}$ a $N$ – častá kombinace – uvedení do provozu....	64
Obr. 48: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\max}$ a $N$ – častá kombinace – konec životnosti .....	64
Obr. 49: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\min}$ a $N$ – častá kombinace – uvedení do provozu ....	65
Obr. 50: Normálové napětí $\sigma_x$ – $M_{\min}$ a $N$ – častá kombinace – konec životnosti.....	65
Obr. 51: Obálka ohybových momentů pro MSÚ – sestava zatížení gr1a, gr4 .....	66
Obr. 52: Obálka ohybových momentů pro MSÚ – sestava zatížení gr5 .....	66
Obr. 53: Přehled normálových napětí, poměrných přetvoření a normálových sil pro posouzení na mezi únosnosti – řez v poli .....	69
Obr. 54: Přehled normálových napětí, poměrných přetvoření a normálových sil pro posouzení na mez únosnosti – řez v místě pylonu.....	74
Obr. 55: Průběh momentů před rektifikací .....	75
Obr. 56: Průběh momentů po rektifikaci .....	75



## 12. Seznam tabulek

Tab. 1: Dílčí součinitele	21
Tab. 2: Zjištěné maximální a minimální reakce	25
Tab. 3: Pilotová skupina	25
Tab. 4: Dimenzování závěsů	27
Tab. 5: Výpočet vlastní tíhy a ostatního stálého zatížení	28
Tab. 6: Model zatížení 1 - charakteristické hodnoty	28
Tab. 7: Sestavy zatížení (zdroj ČSN EN 1991-2)	31
Tab. 8: Celkové výsledky kombinací pro MSÚ	31
Tab. 9: Celkové výsledky kombinací pro MSP	32
Tab. 10: Přehled vnitřních sil v řezech	33
Tab. 11: Průřezové charakteristiky	46
Tab. 12: Napětí od charakteristické kombinace – $M_{max}$ a $N$ – uvedení do provozu	47
Tab. 13: Napětí od charakteristické kombinace – $M_{max}$ a $N$ – konec životnosti	48
Tab. 14: Napětí od charakteristické kombinace – $M_{min}$ a $N$ – uvedení do provozu	49
Tab. 15: Napětí od charakteristické kombinace – $M_{min}$ a $N$ – konec životnosti	50
Tab. 16: Napětí od kvazistálé kombinace – $M_{max}$ a $N$ – uvedení do provozu	51
Tab. 17: Napětí od kvazistálé kombinace – $M_{max}$ a $N$ – konec životnosti	52
Tab. 18: Napětí od kvazistálé kombinace – $M_{min}$ a $N$ – uvedení do provozu	53
Tab. 19: Napětí od kvazistálé kombinace – $M_{min}$ a $N$ – konec životnosti	54
Tab. 20: Napětí od časté kombinace – $M_{max}$ a $N$ – uvedení do provozu	55
Tab. 21: Napětí od časté kombinace – $M_{max}$ a $N$ – konec životnosti	56
Tab. 22: Napětí od časté kombinace – $M_{min}$ a $N$ – uvedení do provozu	57
Tab. 23: Napětí od časté kombinace – $M_{min}$ a $N$ – konec životnosti	58
Tab. 24: Výpis rektifikace závěsů	76

### **13. Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Kombinace MSÚ

Příloha č. 2 – Kombinace MSP

Příloha č. 3 – Půdorys 1:500

Příloha č. 4 – Příčný řez A-A' 1:50

Příloha č. 5 – Příčný řez B-B' 1:50

Příloha č. 6 – Příčný řez C-C'; D-D'; E-E', F-F'; G-G' 1:250; 1:100

Příloha č. 7 – Podélný řez H-H' 1:500

Příloha č. 8 – Podélný řez I-I' 1:500

Příloha č. 9 – Schéma předpínací výztuže



1.2.  $M_{max}$  Hlavní proměnné zatížení - zatížení dopravou - gr4

1.2.1. Vzhah (6.10)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce				Ostanní stálé				Poklesy				Rektifikace				LM4				Teplota				Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k,exp</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]			
25	1,00	1,35	133,353	180,027	1,00	1,35	44,966	60,704	1,00	1,20	0,870	1,044	1,00	1,35	-172,835	-233,327	1,35	1,00	1,35	-172,835	-233,327	1,35	1,00	1,35	1,50	0,60	1,00	27,141	24,427	1,50	0,60	1,00	27,141	24,427	90,182

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce				Ostanní stálé				Poklesy				Rektifikace				LM4				Teplota				Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k,wt</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]			
20	1,00	1,00	-132,815	-132,815	1,00	1,00	-31,551	-31,551	1,00	1,20	0,050	0,060	1,00	1,35	172,457	232,817	1,35	0,00	1,35	172,457	232,817	1,35	0,00	1,35	1,50	0,60	0,70	46,032	29,000	1,50	0,60	0,70	46,032	29,000	106,002

1.2.2. Vzhah (6.10b)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce				Ostanní stálé				Poklesy				Rektifikace				LM4				Teplota				Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k,exp</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]			
25	1,00	1,35	133,353	180,027	1,00	1,35	44,966	60,704	1,00	1,20	0,870	1,044	1,00	1,35	-172,835	-233,327	1,35	0,00	1,35	-172,835	-233,327	1,35	0,00	1,35	1,50	0,60	1,00	27,141	24,427	1,50	0,60	1,00	27,141	24,427	32,875

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce				Ostanní stálé				Poklesy				Rektifikace				LM4				Teplota				Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k,wt</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]			
20	1,00	1,00	-132,815	-132,815	1,00	1,00	-31,551	-31,551	1,00	1,20	0,050	0,060	1,00	1,35	172,457	232,817	1,35	0,00	1,35	172,457	232,817	1,35	0,00	1,35	1,50	0,60	0,70	46,032	29,000	1,50	0,60	0,70	46,032	29,000	97,511

1.2.3. Vzhah (6.10b)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce				Ostanní stálé				Poklesy				Rektifikace				LM4				Teplota				Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k,exp</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]			
25	0,85	1,35	133,353	153,023	0,85	1,35	44,966	51,998	0,85	1,20	0,870	0,887	0,85	1,35	-172,835	-198,328	1,35	1,00	1,35	-172,835	-198,328	1,35	1,00	1,35	1,50	0,60	1,00	27,141	24,427	1,50	0,60	1,00	27,141	24,427	88,915

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce				Ostanní stálé				Poklesy				Rektifikace				LM4				Teplota				Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k,wt</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	γ <sub>0</sub>	g Q	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]			
20	0,85	1,00	-132,815	-112,893	0,85	1,00	-31,551	-26,818	0,85	1,20	0,050	0,051	0,85	1,35	172,457	197,894	1,35	1,00	1,35	172,457	197,894	1,35	1,00	1,35	1,50	0,60	0,70	46,032	29,000	1,50	0,60	0,70	46,032	29,000	95,726





1.5.  $M_{\text{min}}$  Hlavní proměnné zatížení - zatížení dopravou - gr4

1.5.1. Vzhah (6.10)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM4			Teplota			Celkem $M_d$ [MNm]						
	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$M_{k,br}$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$y_0$	$M_{FSK}$ [MNm]		$M_d$ [MNm]	$g_q$	$y_0$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]
25	1,00	1,00	133,353	1,00	1,00	30,176	30,176	30,176	1,00	1,20	-0,453	-0,544	1,00	1,00	-172,835	-172,835	1,00	-1,578	-2,130	1,50	0,60	1,00	-25,145	-22,631	-34,610

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM4			Teplota			Celkem $M_d$ [MNm]						
	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$M_{k,br}$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$y_0$	$M_{FSK}$ [MNm]		$M_d$ [MNm]	$g_q$	$y_0$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]
20	1,00	1,35	-132,815	1,00	1,35	-179,300	-63,470	-63,470	1,00	1,20	-0,164	-0,197	1,00	1,35	172,457	232,817	1,00	-48,866	-65,969	1,50	0,60	1,00	-22,700	-20,430	-96,550

1.5.2. Vzhah (6.10b)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM4			Teplota			Celkem $M_d$ [MNm]						
	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$M_{k,br}$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$y_0$	$M_{FSK}$ [MNm]		$M_d$ [MNm]	$g_q$	$y_0$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]
25	1,00	1,00	133,353	1,00	1,00	30,176	30,176	30,176	1,00	1,20	-0,453	-0,544	1,00	1,00	-172,835	-172,835	0,00	-1,578	0,000	1,50	0,60	1,00	-25,145	-22,631	-32,480

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM4			Teplota			Celkem $M_d$ [MNm]						
	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$M_{k,br}$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$y_0$	$M_{FSK}$ [MNm]		$M_d$ [MNm]	$g_q$	$y_0$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]
20	1,00	1,35	-132,815	1,00	1,35	-179,300	-63,470	-63,470	1,00	1,20	-0,164	-0,197	1,00	1,35	172,457	232,817	1,00	-48,866	0,000	1,50	0,60	1,00	-22,700	-20,430	-30,381

1.5.3. Vzhah (6.10b)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM4			Teplota			Celkem $M_d$ [MNm]						
	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$M_{k,br}$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$y_0$	$M_{FSK}$ [MNm]		$M_d$ [MNm]	$g_q$	$y_0$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]
25	0,85	1,00	113,350	0,85	1,00	25,650	25,650	25,650	0,85	1,20	-0,453	-0,462	0,85	1,00	-172,835	-146,909	1,00	-1,578	-2,130	1,50	0,60	1,00	-25,145	-22,631	-53,133

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM4			Teplota			Celkem $M_d$ [MNm]						
	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_d$ [MNm]	$M_{k,br}$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$x_g$	$g_g$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]	$y_0$	$M_{FSK}$ [MNm]		$M_d$ [MNm]	$g_q$	$y_0$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_d$ [MNm]
20	0,85	1,35	-132,815	0,85	1,35	-152,405	-53,950	-53,950	0,85	1,20	-0,164	-0,167	0,85	1,35	172,457	197,894	1,00	-48,866	-65,969	1,50	0,60	1,00	-22,700	-20,430	-95,027

1.6.  $M_{\text{min}}$  Hlavní proměnné zatížení - zatížení dopravou - gr5

1.6.1. Vzhah (6.10)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM3			Teplota			Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	M <sub>k,br</sub> [MNm]	M <sub>d,br</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]
25	1,00	1,00	133,353	133,353	1,00	1,00	1,00	1,20	-0,453	-0,544	1,00	1,00	-172,835	-172,835	1,00	1,35	1,00	-1,990	-2,687	1,50	1,50	0,60	1,00	-25,145	-22,631	-35,166	-35,166		

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM3			Teplota			Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	M <sub>k,br</sub> [MNm]	M <sub>d,br</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]
20	1,00	1,35	-132,815	-179,300	1,00	1,35	1,00	1,20	-0,164	-0,197	1,00	1,35	172,457	232,817	1,00	1,35	1,00	-12,240	-16,524	1,50	1,50	0,60	1,00	-22,700	-20,430	-47,105	-47,105		

1.6.2. Vzhah (6.10b)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM3			Teplota			Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	M <sub>k,br</sub> [MNm]	M <sub>d,br</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]
25	1,00	1,00	133,353	133,353	1,00	1,00	1,00	1,20	-0,453	-0,544	1,00	1,00	-172,835	-172,835	1,00	1,35	1,00	-1,990	0,000	1,50	1,50	0,60	1,00	-25,145	-22,631	-32,480	-32,480		

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM3			Teplota			Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	M <sub>k,br</sub> [MNm]	M <sub>d,br</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]
20	1,00	1,35	-132,815	-179,300	1,00	1,35	1,00	1,20	-0,164	-0,197	1,00	1,35	172,457	232,817	1,00	1,35	1,00	-12,240	0,000	1,50	1,50	0,60	1,00	-22,700	-20,430	-30,381	-30,381		

1.6.3. Vzhah (6.10b)

Průřez v poli:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM3			Teplota			Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	M <sub>k,br</sub> [MNm]	M <sub>d,br</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]
25	0,85	1,00	133,353	113,350	0,85	1,00	1,20	-0,453	-0,462	0,85	1,00	-172,835	-146,909	0,85	1,35	1,00	-1,990	-2,687	1,50	1,50	0,60	1,00	-25,145	-22,631	-33,689	-33,689			

Průřez nad pilonem:

Rež	Vlastní tíha nosné konstrukce			Ostanní stáje			Poklesy			Rektifikace			LM3			Teplota			Celkem										
	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	M <sub>k,br</sub> [MNm]	M <sub>d,br</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]	M <sub>d</sub> [MNm]	x G	g G	M <sub>k</sub> [MNm]
20	0,85	1,35	-132,815	-152,405	0,85	1,35	1,20	-0,164	-0,167	0,85	1,35	172,457	197,894	0,85	1,35	1,00	-12,240	-16,524	1,50	1,50	0,60	1,00	-22,700	-20,430	-45,382	-45,382			



## Příloha č. 2 – Kombinace MSP

### 2. KOMBINACE OHYBOVÝCH MOMENTŮ PRO MSP (BEZ PŘEDPĚTÍ) - DOKONČENÁ KONSTRUKCE

#### 2.1. $M_{max}$ Hlavní proměnné zatížení - zatížení dopravou - gr1a

##### 2.1.1. Charakteristická kombinace

Průřez v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k, sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{UDL,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	koef. (3/5)	$M_{skNim2,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	1,00	11,568	11,568	1,00	24,788	24,788	1,00	0,60	5,164	3,098	0,60	1,00	27,141	16,285	62,094

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k, inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{UDL,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	koef. (3/5)	$M_{skNim2,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	1,00	5,608	5,608	1,00	3,673	3,673	1,00	0,60	0,765	0,459	0,60	0,70	46,032	19,333	37,215

##### 2.1.2. Častá kombinace

Průřez v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k, sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{UDL,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	koef. (3/5)	$M_{skNim2,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	0,75	11,568	8,676	0,40	24,788	9,915	0,40	0,60	5,164	1,239	0,50	1,00	27,141	13,571	39,756

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k, inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{UDL,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	koef. (3/5)	$M_{skNim2,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	0,75	5,608	4,206	0,40	3,673	1,469	0,40	0,60	0,765	0,184	0,50	0,70	46,032	16,111	30,111

##### 2.1.3. Kvažistálá kombinace

Průřez v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k, sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{UDL,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	koef. (3/5)	$M_{skNim2,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	0,00	11,568	0,000	0,00	24,788	0,000	0,00	0,60	5,164	0,000	0,50	1,00	27,141	13,571	19,925

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k, inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$M_{UDL,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	koef. (3/5)	$M_{skNim2,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$\gamma_1$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	0,00	5,608	0,000	0,00	3,673	0,000	0,00	0,60	0,765	0,000	0,50	0,70	46,032	16,111	24,253

## 2.2. $M_{max}$ Hlavní proměnné zatížení - zatížení dopravou - gr4

### 2.2.1. Charakteristická kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	1,00	42,450	42,450	0,60	1,00	27,141	16,285	65,089

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	1,00	6,290	6,290	0,60	0,70	46,032	19,333	33,765

### 2.2.2. Častá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	0,00	42,450	0,000	0,50	1,00	27,141	13,571	19,925

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
:	-132,815	-31,551	0,051	172,457	0,00	6,290	0,000	0,50	0,70	46,032	16,111	24,253

### 2.2.3. Kvazistálá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	0,00	42,450	0,000	0,50	1,00	27,141	13,571	19,925

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	0,00	6,290	0,000	0,50	0,70	46,032	16,111	24,253

### 2.3. $M_{max}$ Hlavní proměnné zatížení - zatížení dopravou - gr5

#### 2.3.1. Charakteristická kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	1,00	22,550	22,550	0,60	1,00	27,141	16,285	45,189

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	1,00	8,174	8,174	0,60	0,70	46,032	19,333	35,649

#### 2.3.2. Častá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	0,00	22,550	0,000	0,50	1,00	27,141	13,571	19,925

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	0,00	8,174	0,000	0,50	0,70	46,032	16,111	24,253

#### 2.3.3. Kvazistálá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	44,966	0,870	-172,835	0,00	22,550	0,000	0,50	1,00	27,141	13,571	19,925

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-31,551	0,051	172,457	0,00	8,174	0,000	0,50	0,70	46,032	16,111	24,253

**2.4.  $M_{min}$  HLAVNÍ PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - ZATÍŽENÍ DOPRAVOU - gr1a**

**2.4.1. Charakteristická kombinace**

Průřez v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]			$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{UDLk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	koef. (3/5)	$M_{skN=2k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$k_{sr}$	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	1,00	-0,826	-0,826	1,00	-0,921	-0,921	1,00	0,60	-0,192	-0,115	0,60	1,00	-25,145	-15,087	-26,708

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,up}$ [MNm]			$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{UDLk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	koef. (3/5)	$M_{skN=2k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$k_{sr}$	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	1,00	-4,964	-4,964	1,00	-28,535	-28,535	1,00	0,60	-5,945	-3,567	0,60	1,00	-22,700	-13,620	-58,223

**2.4.2. Částečná kombinace**

Průřez v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]			$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{UDLk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	koef. (3/5)	$M_{skN=2k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$k_{sr}$	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	0,75	-0,826	-0,620	0,40	-0,921	-0,368	0,40	0,60	-0,192	-0,046	0,50	1,00	-25,145	-12,573	-23,365

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,up}$ [MNm]			$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{UDLk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	koef. (3/5)	$M_{skN=2k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$k_{sr}$	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	0,75	-4,964	-3,723	0,40	-28,535	-11,414	0,40	0,60	-5,945	-1,427	0,50	1,00	-22,700	-11,350	-35,451

**2.4.3. Kvažistálá kombinace**

Průřez v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]			$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{UDLk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	koef. (3/5)	$M_{skN=2k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$k_{sr}$	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	0,00	-0,826	0,000	0,00	-0,921	0,000	0,00	0,60	-0,192	0,000	0,50	1,00	-25,145	-12,573	-22,331

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM1 - TS			LM1 - UDL			Chodníky				Teplota				Celkem
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,up}$ [MNm]			$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{TSk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$M_{UDLk}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	koef. (3/5)	$M_{skN=2k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_1$	$k_{sr}$	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	0,00	-4,964	0,000	0,00	-28,535	0,000	0,00	0,60	-5,945	0,000	0,50	1,00	-22,700	-11,350	-18,887

## 2.5. $M_{min}$ , HLAVNÍ PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - ZATÍŽENÍ DOPRAVOU - gr4

### 2.5.1. Charakteristická kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	1,00	-1,578	-1,578	0,60	1,00	-25,145	-15,087	-26,424

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	1,00	-48,866	-48,866	0,60	1,00	-22,700	-13,620	-70,023

### 2.5.2. Častá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	0,00	-1,578	0,000	0,50	1,00	-25,145	-12,573	-22,331

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	0,00	-48,866	0,000	0,50	1,00	-22,700	-11,350	-18,887

### 2.5.3. Kvazistálá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	0,00	-1,578	0,000	0,50	1,00	-25,145	-12,573	-22,331

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM4			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	0,00	-48,866	0,000	0,50	1,00	-22,700	-11,350	-18,887

## 2.6. $M_{min}$ , HLAVNÍ PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - ZATÍŽENÍ DOPRAVOU - gr5

### 2.6.1. Charakteristická kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	1,00	-1,990	-1,990	0,60	1,00	-25,145	-15,087	-26,836

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	1,00	-12,240	-12,240	0,60	1,00	-22,700	-13,620	-33,397

### 2.6.2. Častá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	0,00	-1,990	0,000	0,50	1,00	-25,145	-12,573	-22,331

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	0,00	-12,240	0,000	0,50	1,00	-22,700	-11,350	-18,887

### 2.6.3. Kvazistálá kombinace

Průřezy v poli:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,inf}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
25	133,353	30,176	-0,453	-172,835	0,00	-1,990	0,000	0,50	1,00	-25,145	-12,573	-22,331

Průřez nad pylonem:

Řez	$g_0$	$(g - g_0)$	Poklesy	Rektifikace	LM3			Teplota				Celkem $M_k$ [MNm]
	$M_k$ [MNm]	$M_{k,sup}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$M_{TS,k}$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	$y_i$	$k_{sur}$	$M_k$ [MNm]	$M_k$ [MNm]	
20	-132,815	-47,015	-0,164	172,457	0,00	-12,240	0,000	0,50	1,00	-22,700	-11,350	-18,887