

## Čtyři kroky do Karlína

Textová část

**Lávka Holešovice - Karlín**

**Architektonická a konstrukční soutěž**

## Anotace

Most překračuje řeku Vltavu ve čtyřech vyměřených krocích. Čtyři podobné rozpony trvale spojují pěší a cyklotrasy na obou stranách. Bezbariérový přístup je zajištěn v Karlíně, Holešovicích i na Štvanici. Je navrženo propojení cest k Holešovické tržnici a Rohanskému nábřeží.

Celá konstrukce mostovky leží nad doporučenou minimální čistou výškou 190.1 m.n.m. Konstrukce pod touto úrovní je omezena na pouhých pět identických pylonů, což snižuje možnost povodňového poškození.

Snaha o jednoduchost a čistotu proniká do konceptu konstrukce i detailů. Ocelová konstrukce je semi-integrovaná a vyžaduje jen drobnou údržbu. Osvětlení poskytuje pohodlný přechod a propůjčuje konstrukci noční půvab.

## Obsah

Anotace.....	2
Průvodní zpráva.....	4
Kvantifikace.....	6
Statická část.....	8
Panely grafické části.....	44

## Průvodní zpráva

### Koncept

Karlín a Holešovice konečně spolu!

Most trvale propojuje pěší a cyklotrasy na Holešovickém a Karlínském nábřeží. Po cestě poskytuje spojení s jižním břehem ostrova Štvanice. Přechod je rytmicky členěn čtyřmi pečlivě vyměřenými kroky. Páry pylonů překračují řeku Vltavu a plavební kanál, ale též symetricky rámují ostrov Štvanice. Pátý pylon v mělkém korytě řeky Vltavy snižuje rozpětí na přiměřenou úroveň.

Přímočarý rozvrh se snaží vnést jednoduchost do komplikované situace. Pět pylonů je u základů různě zkráceno proměnlivou výškou terénu, ale jejich rozvětvené vrcholy zůstávají všude totožné. Spojitost je zesílena pravidelnou sinusoidní křivkou pohledu. Linie mostovky vytváří horizontální vrchol, který most sdílí s ostatními mosty v centru města.

Toužebná jednoduchost a čistota proniká hluboko do konstrukčního konceptu i detailů. Semi-integrovaný most má pouze dvě uložení (umístěné nad povodňovou úrovní), čímž usnadňuje údržbu. Plošné povrchy jsou redukovány, nicméně vysoké kvality.

### Místo a urbánní kontext

Přístupy na most vychází tangenciálně ze stávajících cyklo a pěších tras. Bezbariérový přístup je zajištěn v Karlíně, Holešovicích a na Štvanici rampami ve sklonu 5%.

Ve světle očekávaného zvýšení pěšího a cyklo provozu, je pomocí nového přechodu pro chodce vytvořen přístup k Holešovické tržnici s úmyslem zklidnění dopravy na Bubenském nábřeží. Toto účinné napojení mostu je navrženo také na jižní straně - trasa pokračuje přímo k Rohanskému nábřeží.

### Úrovně vody

Základním principem návrhu jsou zkušenosti z katastrofálních povodní z roku 2002.

Konstrukce pod 187.15 m.n.m, společnou úrovní Holešovického i Karlínského nábřeží, je účinně minimalizována na pět pevných vertikálních sloupů. V této úrovni se sloupy větví kvůli uložení mostovky, celá konstrukce mostovky však leží nad doporučenou minimální čistou výškou 190.1 m.n.m..

Všechny přístupové rampy i schodiště jsou umístěny ve směru podél říčního toku, čímž se významně snižuje možnost jejich poškození vodou či náplavou během povodní.

## Konstrukce

Mostní konstrukce je semi-integrovaná, v tom smyslu, že prakticky všechny spoje konstrukčních prvků jsou tuhé. S tím spojené vyloučení uložení i jednodušší řešení detailů znamená vyšší trvanlivost, obzvláště v povodňových oblastech.

Čtyři jednotlivé rozpony, zkráceny rozvětvením sloupů, jsou pohodlně překonány svařovanými dutými ocelovými profily. Svařovaná ocel je vyrobena v nejvyšší úrovni kvality a rychle montována. Pozoruhodné poměry rozponu a výšky nosníku jsou docíleny díky tuhému spojení se sloupy. Na severním zakončení je zatížení sloupu vyváženo svislým ocelovým táhlem.

Armovaný beton je odolným a ekonomickým řešením piliřových základů, jež jsou nejnáchylnější rázům nebo hydraulickým silám.

## Detailování a materiály

Mostní superkonstrukce je vyrobena převážně z ocelových dutých profilů s nátěrem (RAL 9016). Použitím oceli most působí vysoce kvalitně a trvanlivě. Betonové části mají vysokou texturní třídu povrchu (SB3 nebo vyšší)

Zábradlí je jednoduché rámové, výplň je zvnějšku zavěšené nerezové ocelové drátěné pletivo. Pletivo je nepřerušené, zdůrazňující kýženou plynulost.

## Osvětlení

Způsob osvětlení láká uživatele k přejití mostu, aby byli bezpečně a pohodlně převedeni na druhou stranu.

Osvětlení mostovky je integrované do madla zábradlí a vrhá z nízké polohy neoslňivé světlo na mostovku. Zvláštní osvětlení je instalováno v podhledu mostovky nad Y-pylony. Tyto LED světla omývají vnitřní povrch pylonů světlými odstíny.

Všechny instalace osvětlení jsou ukryty pohledu a dosahu, nenáchylné k vandalismu.

## Kvantifikace

Pozice	Jednotka		Celkem
<b>1</b>		<b>Konstrukční ocel</b>	
<b>1,1</b>	<b>t</b>	<b>Ocelová mostovka</b>	<b>503</b>
		Svařované duté profily z ocelových plátů S355 J2(+N) pro ocelovou mostovku pláty mezi t=20 a max. 100 mm approx. Různé velikosti a délky. Včetně veškerých svárů, výztuh, šroubů a detailů spojů. Duté profily svařeny vzduchotěsně a prozkoušeny. Výroba, doprava, osazení.	
<b>1,2</b>	<b>t</b>	<b>V-sloupy</b>	<b>139</b>
		Svařované duté profily z ocelových plátů S355 J2(+N), pro V-Columns pláty mezi t=20 a max. 100 mm approx. Různé velikosti a délky. Včetně veškerých svárů, výztuh, šroubů a detailů spojů. Duté profily svařeny vzduchotěsně a prozkoušeny. Výroba, doprava, osazení.	
<b>1,3</b>	<b>t</b>	<b>Jižní sloup</b>	<b>3,4</b>
		Za tepla tažená dutá trubka (S355), prům. 355.6mm, tloušťka 10mm.	
<b>1,4</b>	<b>m</b>	<b>Severní táhla</b>	<b>8</b>
		Galvanizovaná ocelová táhla (S460) prům. 60mm, odpovídající objímky a 34 CrNiMo 6v čepy.	
<b>1,5</b>	<b>t</b>	<b>Přístupové rampy - mostovka</b>	<b>112</b>
		Svařované duté profily z ocelových plátů S355 J2(+N), t=100. a max 25 mm approx. Různé velikosti a délky. Včetně veškerých svárů, výztuh, šroubů a detailů spojů.	
<b>1,6</b>	<b>t</b>	<b>Přístupové rampy - sloupy</b>	<b>1,3</b>
		Za tepla tažená dutá trubka (S355), prům. 101,6mm, tloušťka 6,3mm.	
<b>2</b>		<b>Doplňková ocel</b>	
<b>2,1</b>	<b>m</b>	<b>Zábradlí</b>	<b>1060</b>
		Madlo zábradlí z ploché oceli 50/20, sloupky zábradlí z ploché oceli 50/10, výplň-ocelová síť prům. 1.5mm (oka 60mm), nerezový ocelový kabel prům.12mm fixovaný ke sloupkům zábradlí, úchyty LED světel mezi sloupky	
<b>3</b>		<b>Posuvná uložení</b>	
<b>3,1</b>	<b>kus</b>	<b>Vedení kulového ložiska</b>	<b>2</b>
		posuvná uložení v osách 13 a 51	
<b>3,2</b>	<b>kus</b>	<b>Volně posuvné kulové ložisko</b>	<b>2</b>
		posuvná uložení v osách 13 a 51	

<b>4</b>		<b>Železobeton</b>	
<b>4,1</b>		<b>Pilíře</b>	
	m <sup>3</sup>	Beton C40/50	<b>63</b>
	t	Armovací ocel B 500 S	<b>12,6</b>
<b>5</b>		<b>Základy</b>	
<b>5,1</b>		<b>Deska pilotů</b>	
	m <sup>3</sup>	bude upřesněno	nA
	t	bude upřesněno	nA
<b>5,2</b>		<b>Piloty</b>	
	m <sup>3</sup>	bude upřesněno	nA
	t	bude upřesněno	nA

## Čtyři kroky do Karlína

Statická část

Lávka Holešovice – Karlín

Architektonická a konstrukční soutěž



## Obsah

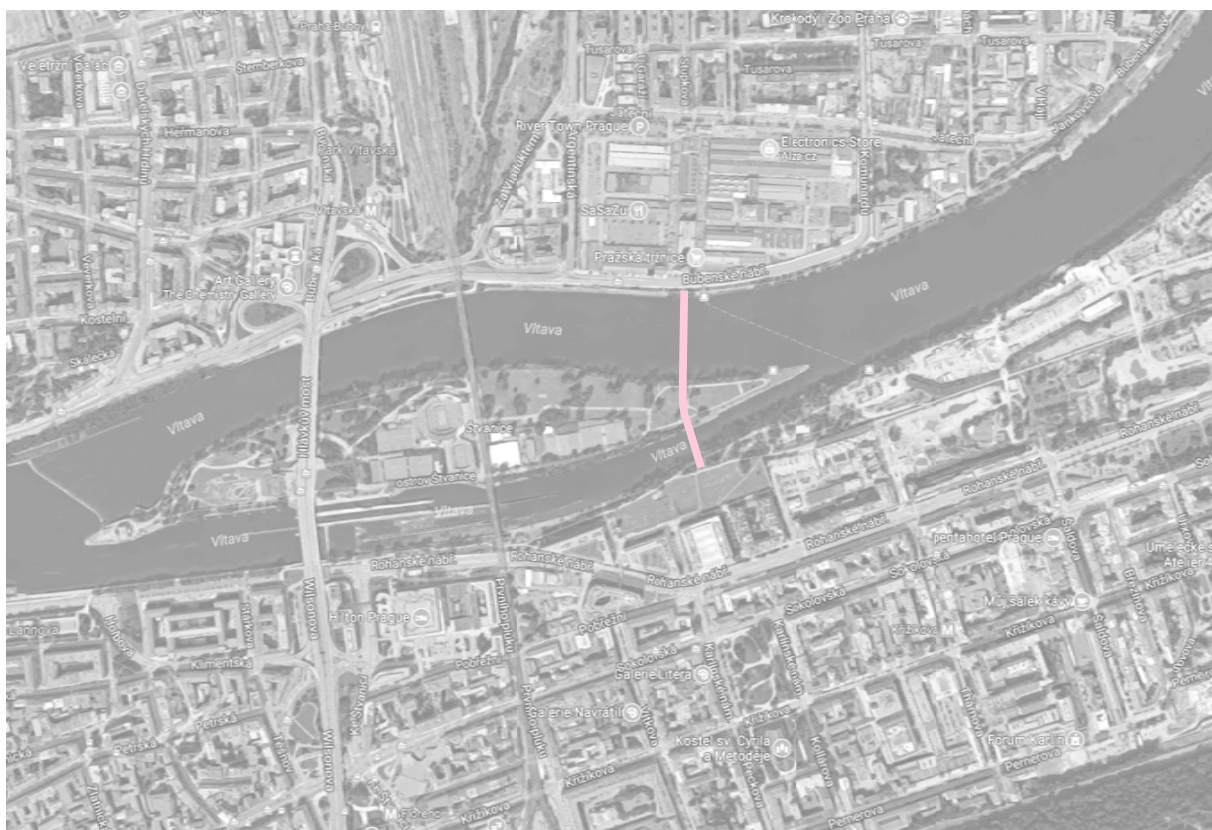
1.	Anotace .....	11
2.	Úvod .....	12
3.	Celkový popis .....	13
3.1.	Geometrie mostu .....	13
3.2.	Mostovka .....	14
3.3.	V-Sloupy .....	15
3.4.	Pilíře .....	15
3.5.	Roztažné klouby .....	15
3.6.	Severní kotevní táhla .....	16
3.7.	Základy .....	16
4.	Materiálové Specifikace .....	17
4.1.	Materiály .....	17
4.1.1.	Ocel .....	17
4.1.1.1.	Šroubové spoje .....	18
4.1.1.2.	Sváry .....	18
4.1.1.3.	Táhla .....	18
4.1.2.	Železobeton .....	19
5.	Východiska návrhu .....	20
6.	Zatížení .....	21
6.1.	Stálé zatížení .....	21
6.1.1.	Vlastní tíha konstrukce .....	21
6.1.2.	Přenesená tíha příslušenství .....	21
6.2.	Pohyblivé zatížení .....	21
6.2.1.	Shrnutí .....	21
6.2.1.1.	Spojité zatížení .....	22
6.2.2.	Automobilová doprava .....	22
6.2.3.	Servisní doprava .....	22
6.3.	Zatížení větrem .....	24
6.3.1.	Ekvivalentní statické síly .....	24
6.4.	Zatížení teplotou .....	26
6.4.1.	Stálá teplotní složka .....	26
6.4.2.	Vertikální lineární složka .....	27
6.5.	Mimořádné zatížení .....	27
6.5.1.	Mimořádné zatížení kolizí .....	27
6.6.	Kombinace zatížení .....	28
7.	Celkový model a hlavní průřezy .....	29
7.1.	Přehled .....	29
7.1.1.	Pilíře .....	30

7.1.2.	V-sloupy .....	31
7.1.3.	Mostovka .....	32
7.1.4.	Severní táhla .....	33
7.1.5.	Jižní sloup .....	33
7.1.6.	Roztažné klouby .....	34
8.	Hlavní výsledky .....	35
8.1.	Vyklenutí (pre-cambering) .....	35
8.2.	Analýza mezních stavů použitelnosti .....	36
8.2.1.	Síly v podporách .....	36
8.2.2.	Síly .....	37
8.2.3.	Průhyby .....	38
8.2.4.	Napětí .....	38
8.3.	Analýza mezních stavů únosnosti .....	39
8.3.1.	Síly v podporách .....	39
8.3.2.	Síly .....	40
8.3.3.	Napětí .....	41
9.	Dynamické posouzení .....	42
9.1.1.	Vlastní frekvence a modální tvary .....	43

## 1. Anotace

Nová pěší lávka se nachází blízko městských památek, severovýchodně od centra Prahy. Spojuje čtvrti Karlín a Holešovice přes jižní nábreží ostrova Štvanice. Navržená lávka poskytne nejen důležité spojení pro chodce a cyklisty mezi dvěma živými městskými částmi, ale také přispěje ke zlepšení cyklotrasy Žižkov-Karlín-Holešovice-Trója a umožní pěší přístup na Štvanici.

V tomto místě má koryto Vltavy mezi břehy celkovou šířku zhruba 275m s 80m přerušením na Štvanici. Oba břehy mají v místě lávky shodnou výšku (187m n.m.) – Štvanice leží zhruba 3m pod úrovní břehů.



Obr. 1 - Situace umístění nové pěší lávky

Most byl pečlivě navržen aby získal silný charakter, nejen jako důležitý infrastrukturní bod města Prahy, ale aby byl sám o sobě výrazný. Nikoli přebujelým designem, ale spíše vyvážeností vůči řece a ostatním pražským mostům díky jemné a elegantní kompozici.

## 2. Úvod

Most je semi-integrovaný více rozponový. Je navržen pro spojení pěších a cyklotras mezi čtvrtěmi Karlín a Holešovice.

Tato statická zpráva obsahuje technický popis návrhu, jakož i předběžné posouzení věrohodnosti jeho statického řešení podle příslušných norem a standardů. Zprávu je nutno vnímat jako součást předloženého architektonického a konstrukčního návrhu, v souladu s jeho výkresovou částí.

Členění statické zprávy:

Kapitola 3 obsahuje celkový popis konstrukčního systému mostu, včetně jeho geometrických a konstrukčních vlastností.

Kapitola 4 obsahuje údaje materiálových specifikací.

Kapitola 5 shrnuje východiska návrhu

Kapitola 6 shrnuje druhy a působení zatížení, s nimiž je v rámci analýzy uvažováno

Kapitola 7 představuje celkovou analýzu metodou konečných prvků (FEM)

Kapitola 8 shrnuje výsledky analýzy s ukázkami nejdůležitějších výsledků různých návrhových situací. Kapitola představuje i prověření hlavních konstrukčních prvků.

Kapitola 9 představuje analýzu dynamického chování mostu, uvádí výsledky a doporučení pro další návrhové fáze.

### 3. Celkový popis

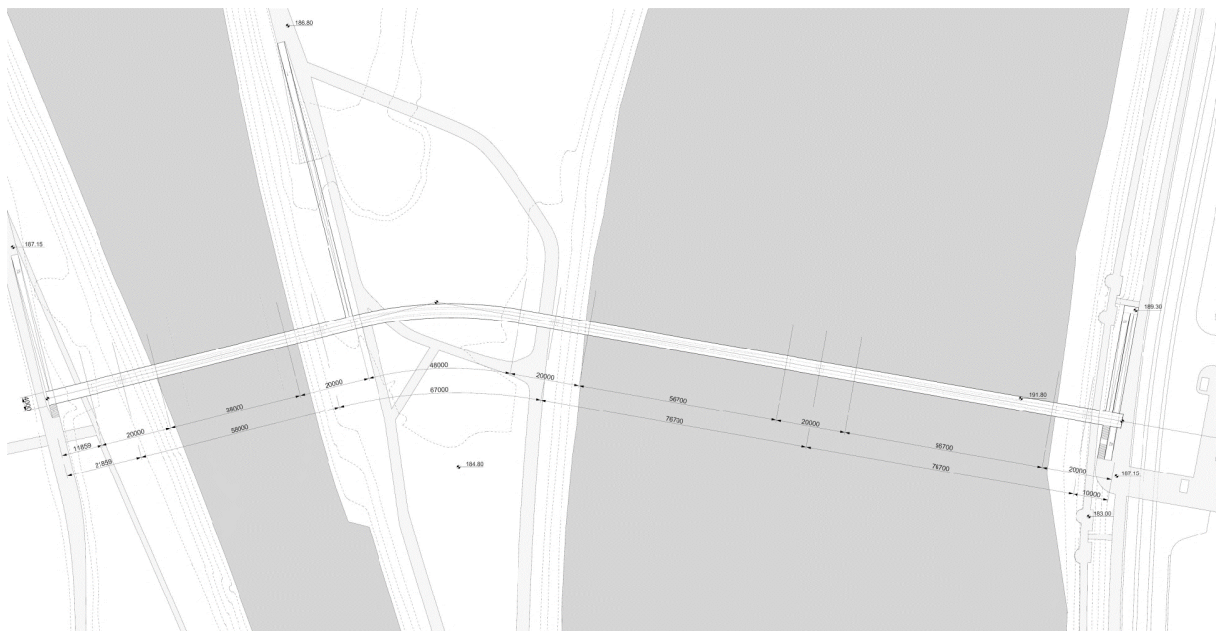
Nová lávka překlenuje Vltavu čtyřmi hlavními rozpony, které jsou zkráceny díky štíhlým rozvětveným sloupům. Rozpony jsou překonány svařovanými ocelovými dutými profily. Piliře, nejnáchylnější namáhání během povodní a nahodilému zatížení, jsou navrženy jako masivní železobetonové průřezy. Piliře i rozvětvené sloupy jsou řešeny jako šestiúhelníkové profily za účelem optimalizace tahových sil říčního proudu.

Vzhledem k požadavkům vysoké hladiny povodňové vody je mostovka, v celé své délce dokonale rovná, umístěna nad nejvyšší úroveň hladiny povodně.

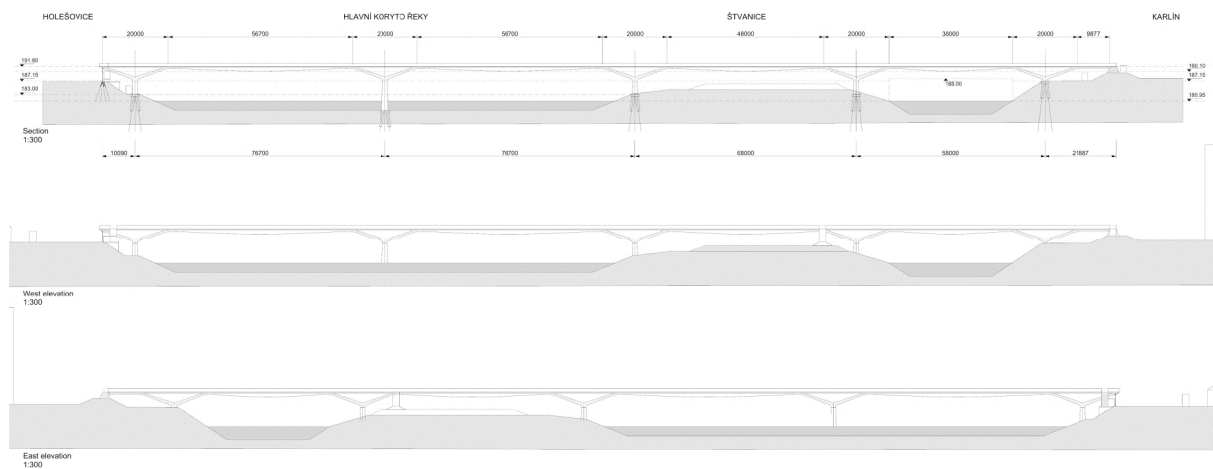
Semi-integrovaný konstrukční systém umožňuje velmi nízké náklady na údržbu a zvyšuje trvanlivost všech částí konstrukce. Užití posuvných uložení je minimalizováno pouze na jižní a severní břeh, z důvodu zamezení velkých tažných sil na posledních pilířích. Jedná se o standardní posuvná uložení, která jsou dobře přístupná pro kontrolu, údržbu i případnou náhradu.

#### 3.1. Geometrie mostu

Těleso mostu se táhne v celkové délce 310m, s kolmými přístupovými rampami umístěnými na jižním a severním nábreží a na Štvanici. Na jižním nábreží se osa mostu rozvíjí přímo dokud se nesetká s rampou na ostrově, odkud se osa stáčí do obloukového segmentu až ke třetímu hlavnímu pilíři. Další prodloužení osy až k severnímu břehu je přímé. Výška mostu je po celé délce konstantní.



Obr. 2 - Půdorys mostu s hlavními kótami



Obr. 3 - Pohledy

Betonové pilíře mají různou výšku podle terénního profilu v daném místě a vzdálenosti mezi nimi jsou 58m, 67m, 77m a 77m od jihu k severu. Svařované duté ocelové V-sloupky na vrcholu pilířů dělí mostovku na jednotlivé rozpory, díky rozvětveným sloupům zkrácené, čímž se výrazně snižují ohybové momenty částí mostovky.

Rozvětvení V-sloupů je shora svázáno mostovkou, což vytváří pevný trojúhelník, v němž se snižuje ohybový moment a zmenšuje průřez.

Jižní rampa je umístěna zhruba 22m od prvního jižního pilíře, je orientována na západ a leží rovnoběžně se stávající cestou. Má celkovou délku cca 40m a 5% sklon vhodný pro cyklisty i vozíčkáře. Na protější straně mostovky je umístěno schodiště pro chodce, taktéž rovnoběžně se stávající cestou.

Ostrovní rampa leží zhruba 90m od jižní rampy, na jižním nábreží Štvanice. Umístěna rovnoběžně se stávající cestou a tokem řeky Vltavy, umožní přirozený přechod z mostu na ostrov a zároveň minimalizuje případné vlivy vodního proudu během povodní.

Severní rampa na Holešovickém nábreží je řešena analogicky k jižní rampě.

### 3.2. Mostovka

Ocelová mostovka má proměnnou výšku průřezu a konstantní šířku 4,0m. Proměnlivost průřezu není pouze estetickým rozhodnutím, je spíše výsledkem a záměrem statického návrhu, kde průřez odpovídá působícím silám.

Průřez mostovky je tvořen svařovaným dutým profilem, jehož horní strana zůstává po celé délce nezměněna a změnu průřezu (různou hloubku) zajišťuje spodní strana profilu. Nejvyšší řez v polovině rozpory má celkovou výšku 1400 mm, zatímco část nad V-sloupky má celkovou výšku 300 mm. Uzavřený ocelový profil má vysokou odolnost vůči zkrutu, nezbytnou při překonání obloukové části nad Štvanicí.

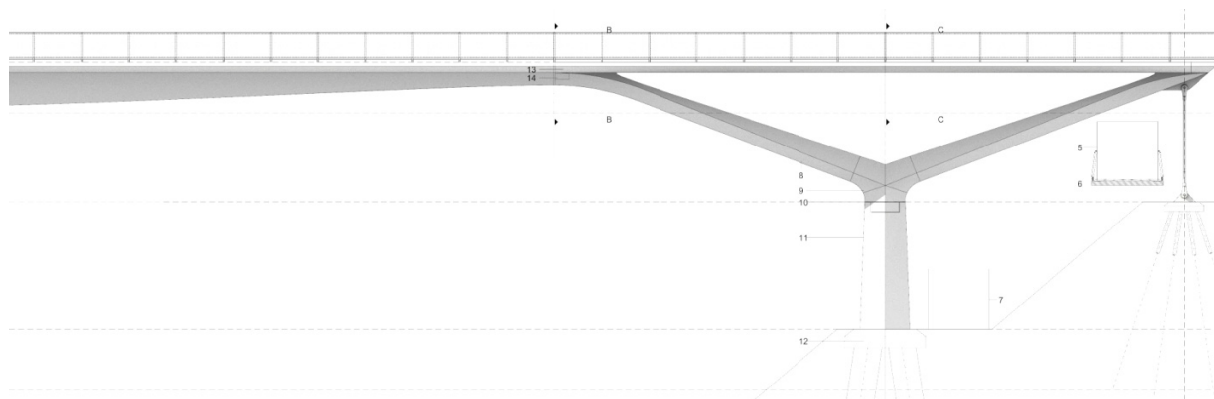
Z důvodu zamezení místního ohybu (vyboulení) stěn nosníku, jsou plechy namáhané tlakem zesíleny podélnými výztuhami proměnného průřezu, podle požadované tuhosti.

### 3.3. V-Sloupy

V-sloupy jsou vyrobeny ze svařovaných dutých nosníků proměnného průřezu. Průřez má plochý šestiúhelníkový tvar za účelem snížení odporu obtékání vody při povodni. Všechny V-sloupy na všech betonových pilířích mají stejné geometrické uspořádání. Každý V-sloup má zhruba 12m na délku od vrcholu pilíře ke spoji s mostovkou.

### 3.4. Pilíře

Pilíře jsou vytvořeny z monolitického železobetonu, podobného tvaru průřezu jako V-sloupy nad nimi. Použití betonu zvyšuje odolnost proti nahodilému zatížení během povodní. Celkově je pilířů pět.



Obr. 4 - Pohled na hlavní konstrukční části

### 3.5. Roztažné klouby

Na obou koncích mostu se předpokládá použití roztažných kloubů, které zamezí působení velkých tahových sil od teplotního zatížení. Rozhodnutí použít roztažné klouby padlo po pečlivé celkové analýze superkonstrukce a její základové interakce se zemí. Zhruba 350m dlouhý integrovaný most by generoval velmi vysoké dodatečné síly v systému, což by vyústilo v extrémně vysoký ohybový moment na severním pilíři. Tento efekt by zvýšil potřebu použití kotevních lan na severním konci, aby se zamezilo pootočení V-sloupu, což by způsobilo další dodatečné tahové síly a zvýšení ohybových momentů na pilířích.

Z těchto důvodů jsou roztažné klouby navrženy na obou koncích mostu, na spojích mezi mostovkou a jižním a severním V-pilířem. Pro každý kloub je počítáno se dvěma standardními posuvnými uloženími.

### 3.6. Severní kotevní táhla

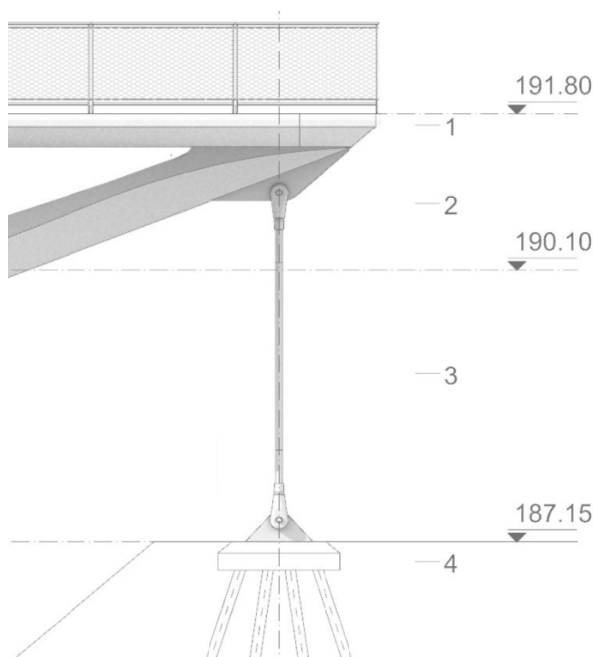
Kvůli nevyváženému uspořádání severního V-sloupu (asymetrické zatížení mostovkou), je nutno vyrovnat svislou sílu na konci V-sloupu. Za tímto účelem jsou navržena dvě ocelová táhla průměru 60 mm. Ta jsou spojena se stěnou V-sloupu a základovým blokem standardní objímkou a čepovým spojem, který umožňuje volné pootočení.

### 3.7. Základy

Základy jsou koncipovány jako skupiny pilotů s piloty diagonální orientace, spojenými na vrcholu tlustou deskou. Základy vnitřních třech pilířů budou výrazně namáhány ohybovým momentem podél své tenší osy a budou tudíž potřebovat vyšší odolnost v porovnání s vnějšími pilíři, které budou především zatíženy svislými silami.

Základy pro ukotvení severních táhel budou řešeny skupinou mikropilotů.

Konkrétní základové poměry a dimenzování základů nebyly pro návrh mostu zohledněny, budou předmětem zevrubného prošetření v dalších fázích návrhu.



Obr. 5 - Detailní vyobrazení severního kotevního táhla



## 4. Materiálové Specifikace

### 4.1. Materiály

#### 4.1.1. Ocel

Konstrukční ocel bude navržena a realizována v souladu s odpovídajícími normami, regulacemi a národními dodatky jejich aktuálních vydání.

- EN 1993: Design of steel structures
- EN 10025: Hot-rolled products of structural steels
- EN 12010: Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels
- EN 10219: Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels

Dodatečně k předešlým normám je nutno dodržet i následující normy/standardy pro všechny konstrukční i doplňkové prvky mostu:

- EN 10204: Metallic products - types of inspection documents;
- EN 10343: Steels for quenching and tempering for construction purposes
- EN 14399: High-strength structural bolting assemblies for preloading
- EN 10088: Stainless steels

Třída oceli, pevnost materiálu a vlastnosti průřezu je nutno posuzovat podle normy EN 10025 pro konstrukční profily a plechy, podle EN 10210 pro duté profily tvářené za tepla a pro duté profily podle EN 102019.

	Minimum yield strength (MPa) for thickness $t$ (mm)				Tensile strength (MPa) for thickness $t$ (mm)		Elongation (%)						Charpy V-notch impact test <sup>1,2</sup>	
							80 mm						Test Temperature (°C)	Minimum Average energy (J)
							5,65 $\sqrt{S_0}$							
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$63 < t \leq 100$	$t < 3$	$3 \leq t \leq 100$	$1,5 < t \leq 2$	$2 < t \leq 2,5$	$2,5 < t < 3$	$3 \leq t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$63 < t \leq 100$		
S 235 JR +N	235	225	215	215	360 - 510	340 - 510	17	18	19	24	23	22	20	27
S 235 JR +AR <sup>1</sup>													20	27
S 235 JO +N													0	27
S 235 JO +AR													0	27
S 235 J2 +N													-20	27
S 235 J2 +AR													-20	27
S 275 JR +N	275	265	255	245	430 - 580	410 - 560	15	16	17	21	20	19	20	27
S 275 JR +AR													20	27
S 275 JO +N													0	27
S 275 JO +AR													0	27
S 275 J2 +N													-20	27
S 275 J2 +AR													-20	27
S 355 JR +N	355	345	335	325	510 - 680	490 - 630	14	15	16	20	19	18	20	27
S 355 JR +AR													20	27
S 355 JO +N													0	27
S 355 JO +AR													0	27
S 355 J2 +N													-20	27
S 355 J2 +AR													-20	27

Obr. 6 - Specifikace mechanických vlastností dle EN 10025-2

#### 4.1.1.1. Šroubové spoje

Vysokopevnostní šrouby podle EN 1993-1-8 s nejnižší třídou 8.8. Předpjeté šrouby, matice a podložky budou ošetřeny galvanizováním. Je podmínkou, že všechny použité šroubové sady budou dodány stejným výrobcem.

Předpjetí šroubů bude provedeno dle specifikací EN 1090-2, nebude-li jasně určeno jinak. Obecné dodací podmínky splní třídu tolerance 2.

třída šroubů	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
Min.Yield Strength [N/mm <sup>2</sup> ]	320	300	400	480	640	900
Min. Tensile Strength [N/mm <sup>2</sup> ]	400	500	500	600	800	1000

#### 4.1.1.2. Sváry

Veškeré sváry budou provedeny a prověřeny dle specifikací EN 1090. Pro všechny nepřístupné uzavřené duté profily musí být sváry provedeny tak, aby zajistily naprostou vzduchotěsnost vnitřku, neboť v průběhu životnosti konstrukce nebude možný přístup ani aplikace protikorozní ochrany. Místa povrchového opracování svárů obroušením určí architekt.

#### 4.1.1.3. Táhla

Mohou být použity pouze schválené systémy táhel, která musí být povrchově galvanizována, třída oceli S 460, E-Modulus 210.000 N/m<sup>2</sup>, dle EN 10025. Táhla, jim odpovídající objímky a čepové spoje musí být součástí téhož schváleného systému a dodány jedním výrobcem. Čepy by ideálně měly být z kalené temperované oceli, 34 CrNiMo 6v, dle EN 10083-1.

Tloušťka	40-100mm	100-160mm	160-250mm	>250mm
Min.Yield Strength [N/mm <sup>2</sup> ]	800	700	600	600
Min. Tensile Strength [N/mm <sup>2</sup> ]	1000	900	800	800
Min. Strain at Fracture [%]	11	12	13	13

## 4.1.2. Železobeton

Všechny betonové materiály musí být v souladu s EN 1992 a jejich provedení se specifikacemi uvedenými v EN 13670 (Provádění betonových konstrukcí).

Mechanické vlastnosti betonu budou zajištěny podle EN 1992-1-1:2004, tabulky 3.1 - Charakteristiky pevnosti a přetvoření betonu. Armovací ocel bude standardu B 500, v souladu s EN 1992-1-1 a EN 10080 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$ ).

Strength classes for concrete														Analytical relation / Explanation	
$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	2.8
$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
$f_{ctm}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)) > C50/60$
$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0,05} = 0,7 \times f_{ctm}$ 5% fractile
$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk,0,95} = 1,3 \times f_{ctm}$ 95% fractile
$E_{cm}$ (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ ( $f_{cm}$ in MPa)
$\varepsilon_{c1}$ (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	see Figure 3.2 $\varepsilon_{c1}^{(0/100)} = 0,7 f_{cm}^{0,31} \leq 2,8$ (‰)
$\varepsilon_{cu1}$ (‰)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	see Figure 3.2 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{cu1}^{(0/100)} = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
$\varepsilon_{c2}$ (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{c2}^{(0/100)} = 2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,53}$
$\varepsilon_{cu2}$ (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{cu2}^{(0/100)} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
$n$	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$
$\varepsilon_{c3}$ (‰)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{c3}^{(0/100)} = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$
$\varepsilon_{cu3}$ (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{cu3}^{(0/100)} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$

Obr. 7 - Charakteristiky pevnosti a přetvoření betonu, Tabulka 3.1, EN 1992-1-1:2004.

## 5. Východiska návrhu

Hlavním východiskem návrhu pěší lávky byly dokumenty soutěžního zadání a soutěžní podmínky (859567-01\_soutezni\_podminky), vydané Magistrátem hlavního města Prahy.

Veškeré předpoklady zatížení, jakož i metody statického návrhu jednotlivých konstrukčních prvků, byly zpracovány dle evropských normových standardů (Eurokódy), konkrétně:

- Eurocode 0: Basis of Structural Design
- Eurocode 1: Actions on Structures
- Eurocode 2: Design of Concrete Structures
- Eurocode 3: Design of Steel Structures
- Eurocode 7: Geotechnical Design
- Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance

## 6. Zatížení

### 6.1. Stálé zatížení

#### 6.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha konstrukčních prvků je automaticky vypočtena a zakomponována celkovým konstrukčním modelem, podle zadaných materiálových vlastností. Vlastní váha železobetonu je předpokládána  $25,0 \text{ kN/m}^3$  a vlastní váha oceli  $78,5 \text{ kN/m}^3$ . Tloušťka některých plátů byla uměle navýšena, zejména na mostovce, čímž byly zahrnuty dodatečné ztužovací prvky uvnitř dutých profilů. Podrobnější vyhodnocení vlastní tíhy konstrukce by mělo být provedeno v budoucích fázích návrhu.

#### 6.1.2. Přenesená tíha příslušenství

Všechny nekonstrukční prvky, které jsou součástí mostu, musí být zahrnuty a jejich tíha musí být pozorně vyhodnocena. Aktuální návrh obsahuje tři hlavní typy přenesené tíhy příslušenství, konkrétně:

Druh zatížení	hmotnost na jednotku
Pochozí kryt mostovky (40mm tloušťka asfaltu s 5mm izolační PU vrstvy)	4,32 kN/m
Zábradlí (zábradlí z plochých prvků, výplň ocelovou sítí a odpovídající osvětlení)	2*0,80 kN/m
Balast (betonová výplň některých částí dutých nosníků za účelem lokálního vyvážení excentrického zatížení V-sloupů)	25kN/m <sup>3</sup>

### 6.2. Pohyblivé zatížení

#### 6.2.1. Shrnutí

Podle En 1991-2:2003, je pro stanovení statického působení chodců a cyklistů určeno charakteristické zatížení, související s prověřením mezního stavu únosnosti a obzvláště s prověřením použitelnosti. Proto by měly být analyzovány tři různé možnosti zatížení, jmenovitě:

- spojitě zatížení,  $q_{fk}$
- soustředěné zatížení,  $Q_{,fwk}$
- zatížení představující servisní vozidla,  $Q_{,serv}$

### 6.2.1.1. Spojité zatížení

Pro návrh pěších lávek by mělo být určeno spojitě zatížení  $q_{fk}$ , uplatněné pouze na nepříznivých částech ovlivňovaného povrchu, podélně i příčně. Základní charakteristická hodnota zatížení může být snížena v závislosti na délce rozpětí, podle EN 1991-2:2003, 5.3.2.1 - (2).

$$q_{fk} = 2,0 + 120 / (L+30) \text{ [in kN/m}^2\text{]}$$

$$q_{fk} \geq 2,5 \text{ kN/m}^2; q_{fk} \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$$

kde:

L je zatěžovaná délka [m]

Pro konkrétní případ lávky Holešovice-Karlín, byla zatěžovaná délka mezi pilíři určena průměrnou hodnotou 40m, s následujícím výsledkem:

$$q_{fk} = 3,7 \text{ kN/m}^2$$

Pro pěší lávky předepisuje EN 1991-2 užití horizontální síly působící podél osy mostu v úrovni chodníku. Toto bylo zahrnuto do výpočtů celkového modelu.

Nadto byly propočítány různé kombinace spojitěho zatížení, vzhledem k možnosti asymetrického zatížení jak na podélné, tak na příčné ose mostovky.

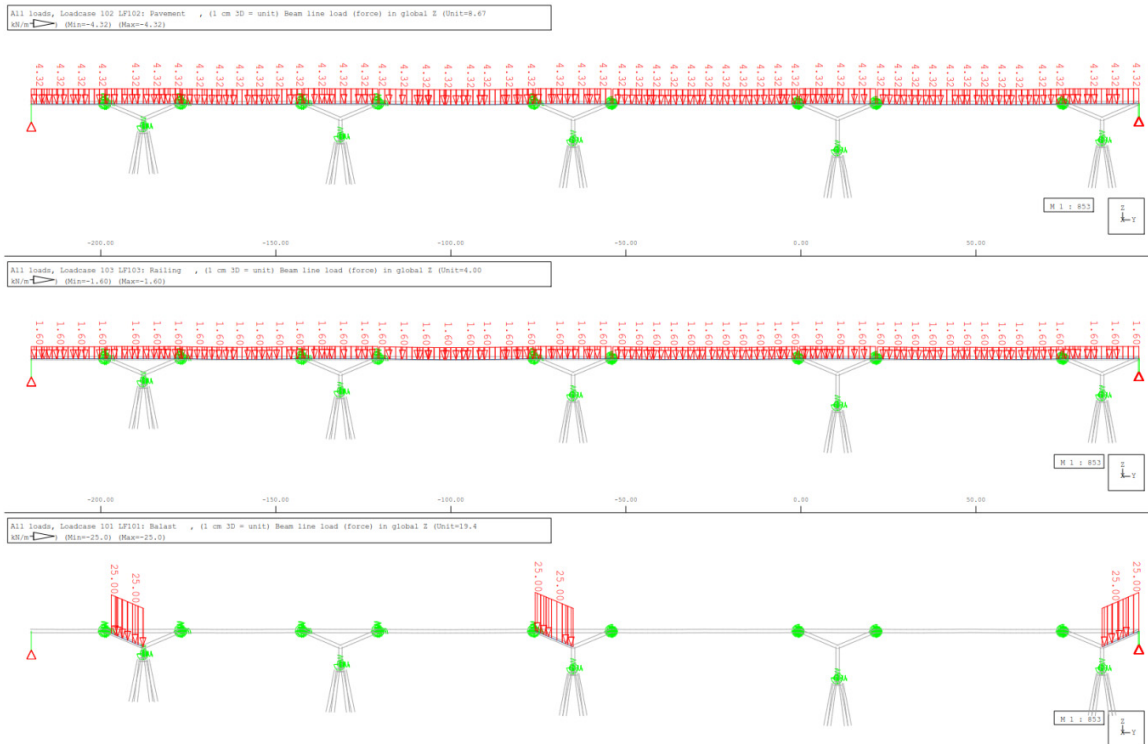
### 6.2.2. Automobilová doprava

Podle EN 1991-2, charakteristická hodnota koncentrovaného zatížení  $Q_{,fwk}$ , by se měla rovnat 10kN působících na čtvercové ploše o stranách délky 0,10m. Vzhledem k zanedbatelnému působení automobilové dopravy na danou konstrukci, nebylo s tímto zatížením ve statickém modelu počítáno.

### 6.2.3. Servisní doprava

Podle EN 1991-2, se při návrhu pěších lávek má vzít v úvahu možnost pojezdu servisní dopravy, záchranných nebo jiných vozidel. Podobně jako v případě automobilové dopravy, nebylo s tímto zatížením počítáno vzhledem k zanedbatelnému vlivu na konstrukci.

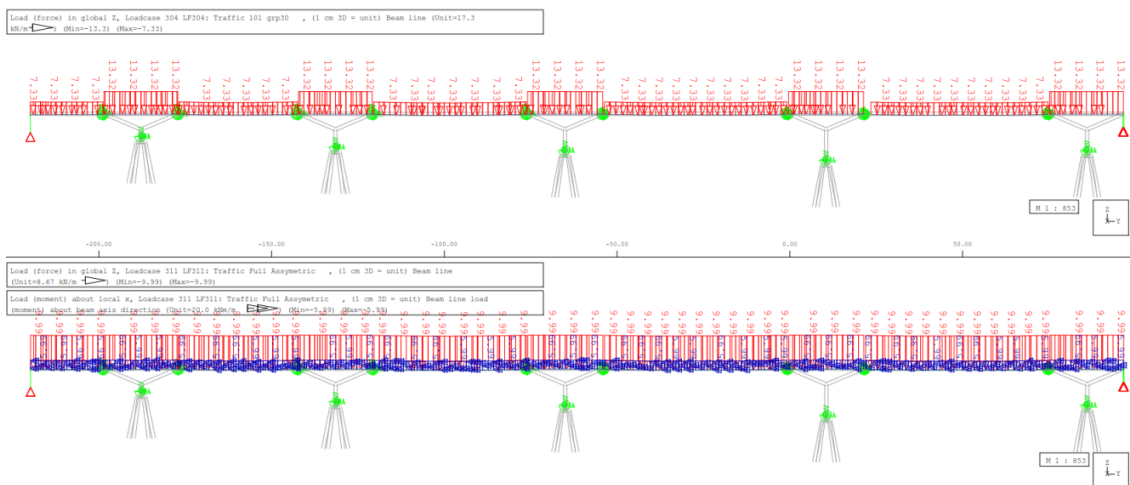
ČTYŘI KROKY DO KARLÍNA  
Lávka Holesovice-Karlín  
Architektonická a konstrukční soutěž



Obr. 8 - Přenesená tíha příslušenství



Obr. 9 - Pohyblivé zatížení (1)



Obr. 10 - Pohyblivé zatížení (2)

## 6.3. Zatížení větrem

### 6.3.1. Ekvivalentní statické síly

Bylo použito zjednodušené vyhodnocení sil větru působících na konstrukci podle specifikací daných kapitolou 8.3.2 - EN1991-1-4.

Síla působící na mostovku v jejím příčném směru je dána:

$$F_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_B^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$$

Kde:

$\rho$  je hustota vzduchu  
 $v_B$  je základní rychlost větru  
 $C$  je faktor zatížení větrem.  $C = c_e \cdot c_{f,x}$   
 $A_{ref,x}$  je referenční oblast

$v_B = 25$  m/s (pro Prahu, uvažujeme  $c_{dir}$  a  $c_{season}$  rovnající se 1,0. (viz. obrázek níže)

Hodnota  $C$  bude určena použitím zjednodušené metody z tabulky 8.2, kde  $b/d_{tot}$  je mezi 2,875 a  $a$  a  $z_e < 20$ m. Interpolací daného rozmezí získáme výsledek:

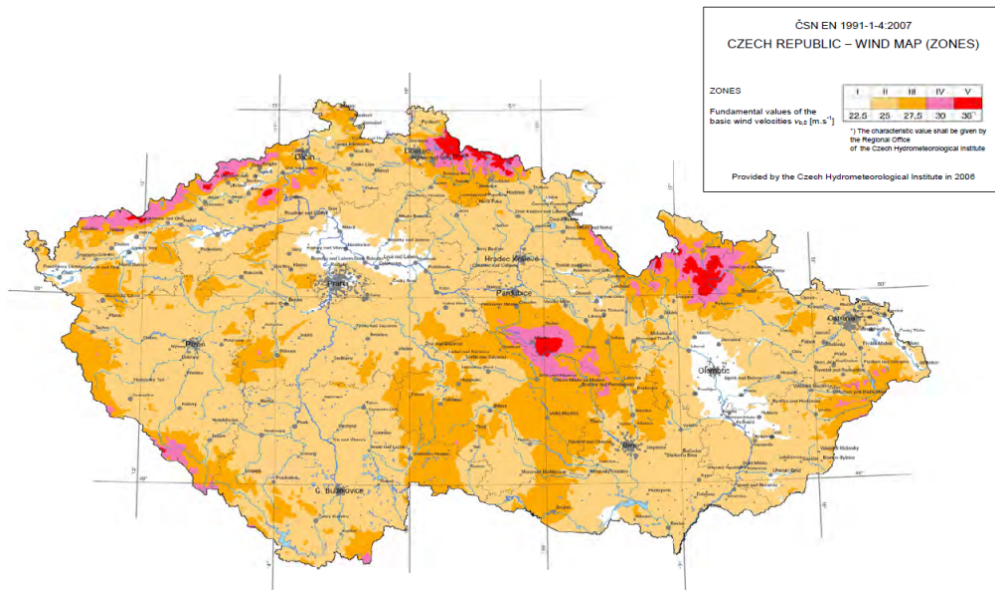
$$C = 4,59.$$

$$A_{ref,x} = 434 \text{ m}^2 \text{ (kde } d_{tot} = 1,4 \text{ m a } L = 310 \text{ m)}$$

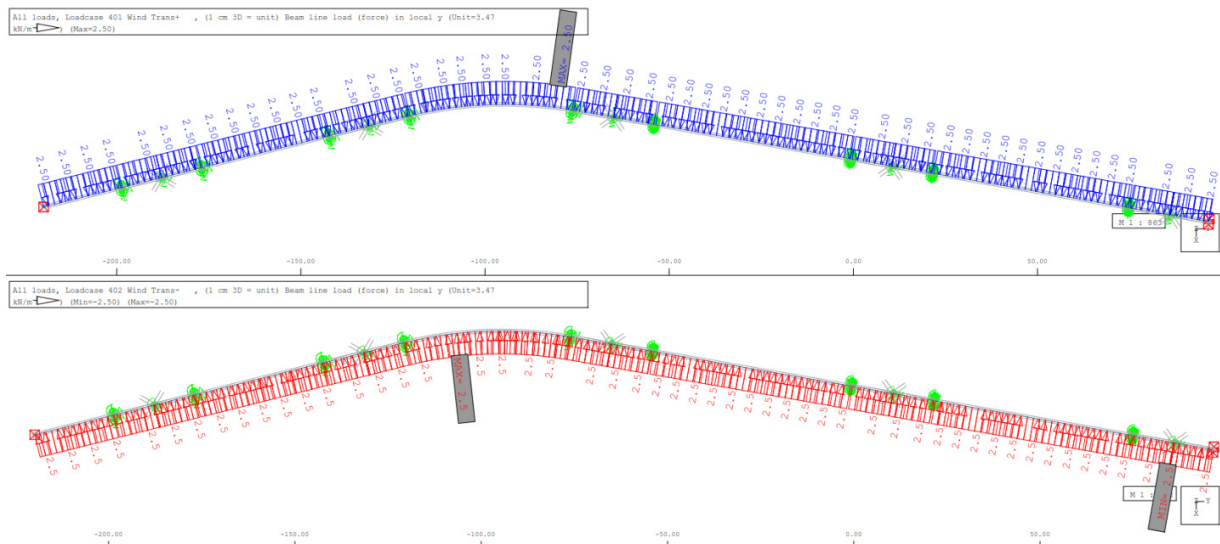
Výsledkem je,

$F_w = 778$  kN (ekvivalentní ke spojitému zatížení mostovky cca 2,5 kN/m; v aktuálním výpočtu bylo toto zatížení předpokládáno pro všechny konstrukční prvky)





Obr. 11 - Mapa zón větru v ČR, EN 1991-1-4:2007



Obr. 11 - Zatížení větrem

## 6.4. Zatížení teplotou

### 6.4.1. Stálá teplotní složka

Podle EN 1991-1-5, stálá teplotní složka závisí na minimálních a maximálních teplotách, kterých most dosáhne, což je výsledkem stálých teplotních změn, které u volné konstrukce způsobují délkovou změnu roztažností.

Vezmeme-li v úvahu celoroční teplotní rozsah v Praze, převzatý z klimatické databáze pro období mezi lety 1920-1981, dostaneme následující teplotní rozsah:

Climate data for Prague (1981–2010)													[hide]
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Record high °C (°F)	17.4 (63.3)	19.2 (66.6)	22.5 (72.5)	28.8 (83.8)	32.5 (90.5)	37.2 (99)	37.8 (100)	37.4 (99.3)	33.1 (91.6)	27.0 (80.6)	19.5 (67.1)	17.4 (63.3)	37.8 (100)
Average high °C (°F)	1.3 (34.3)	3.0 (37.4)	8.1 (46.6)	14.3 (57.7)	19.2 (66.6)	21.8 (71.2)	24.4 (75.9)	23.8 (74.8)	18.9 (66)	13.1 (55.6)	6.0 (42.8)	2.0 (35.6)	13.0 (55.4)
Daily mean °C (°F)	-1.4 (29.5)	-0.4 (31.3)	3.6 (38.5)	8.4 (47.1)	13.4 (56.1)	16.1 (61)	18.2 (64.8)	17.8 (64)	13.5 (56.3)	8.5 (47.3)	3.1 (37.6)	-0.3 (31.5)	8.4 (47.1)
Average low °C (°F)	-4 (25)	-3.6 (25.5)	0.0 (32)	2.9 (37.2)	8.2 (46.8)	10.8 (51.4)	12.7 (54.9)	12.6 (54.7)	8.8 (47.8)	4.7 (40.5)	0.6 (33.1)	-2.7 (27.1)	4.3 (39.7)
Record low °C (°F)	-27.5 (-17.5)	-27.1 (-16.8)	-27.6 (-17.7)	-8 (18)	-2.3 (27.9)	1.9 (35.4)	6.7 (44.1)	6.4 (43.5)	0.7 (33.3)	-7.5 (18.5)	-16.9 (1.8)	-24.8 (-12.6)	-27.6 (-17.7)
Average precipitation mm (inches)	23.5 (0.925)	22.6 (0.89)	28.1 (1.106)	38.2 (1.504)	77.2 (3.039)	72.7 (2.862)	66.2 (2.606)	69.6 (2.74)	40.0 (1.575)	30.5 (1.201)	31.9 (1.256)	25.3 (0.996)	525.8 (20.701)
Average snowfall cm (inches)	17.9 (7.05)	15.9 (6.26)	10.3 (4.06)	2.9 (1.14)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.1 (0.04)	8.4 (3.31)	15.9 (6.26)	71.4 (28.11)
Average precipitation days	6.8	5.6	6.2	7.3	9.8	10.3	9.1	8.8	7.0	5.5	7.0	6.8	90.2
Average relative humidity (%)	86	83	77	69	70	71	70	71	76	81	87	88	77
Mean monthly sunshine hours	50.0	72.4	124.7	167.6	214.0	218.3	226.2	212.3	161.0	120.8	53.9	46.7	1 667.9

Obr. 12 - Klimatická data pro Prahu mezi lety 1920 a 1981 (<https://en.wikipedia.org/wiki/Prague#Climate>)

$$T_{\max} = 37,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\min} = -27,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_0 = 9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Jedná se o mostovku typu 1 (ocelová mostovka) a podle tabulky 6.1 z EN 1991-1-5:2003, jsou dány následující teplotní výsledky:

$$T_{e,\max} = 52 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,\min} = -27 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výsledkem je následující lineární teplotní variace:

$$dT^{\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = +52 - 10 = +42 \text{ K}$$

$$dT^{\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 10 + 17 = -27 \text{ K}$$

## 6.4.2. Vertikální lineární složka

Podle EN1991-1-5, by měl být vliv vertikálního teplotního rozdílu vyjádřen složkou ekvivalentního lineárního teplotního rozdílu  $dT_{mHeat}$  a  $dT_{mCool}$ . Tyto hodnoty by měly být použity mezi horní a spodní stranou mostovky.

Jedná se o mostovku typu 1 a podle tabulky 6.1 z EN 1991-1-5, jsou dány následující hodnoty lineárního teplotního rozdílu:

$dT_{mHeat} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$  (horní strana teplejší než spodní)

$dT_{mCool} = 13 \text{ } ^\circ\text{C}$  (spodní strana teplejší než horní)

Type of Deck	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top
	$\Delta T_{M,heat} \text{ (}^\circ\text{C)}$	$\Delta T_{M,cool} \text{ (}^\circ\text{C)}$
Type 1: Steel deck	18	13
Type 2: Composite deck	15	18
Type 3: Concrete deck: - concrete box girder - concrete beam - concrete slab	10 15 15	5 8 8
NOTE 1: The values given in the table represent upper bound values of the linearly varying temperature difference component for representative sample of bridge geometries. NOTE 2: The values given in the table are based on a depth of surfacing of 50 mm for road and railway bridges. For other depths of surfacing these values should be multiplied by the factor $k_{sur}$ . Recommended values for the factor $k_{sur}$ is given in Table 6.2.		

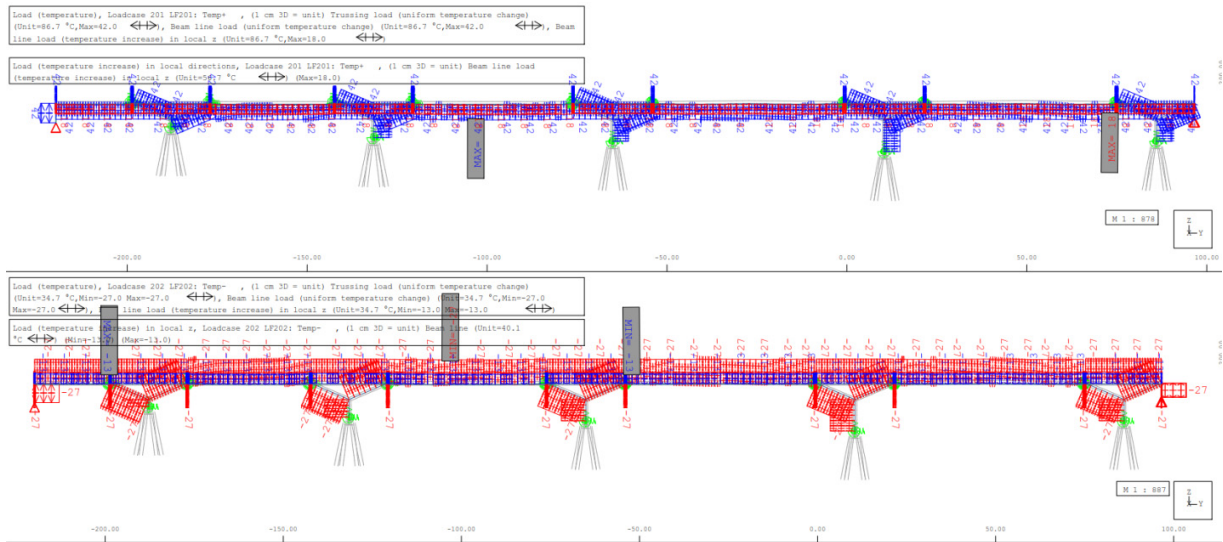
Obr. 13 - Doporučené hodnoty lineárního teplotního rozdílu pro různé typy mostovek pro silniční, pěší a železniční mosty, EN1991-1-5:2003 (6.1.4.1, Tabulka 6.1)

## 6.5. Mimořádné zatížení

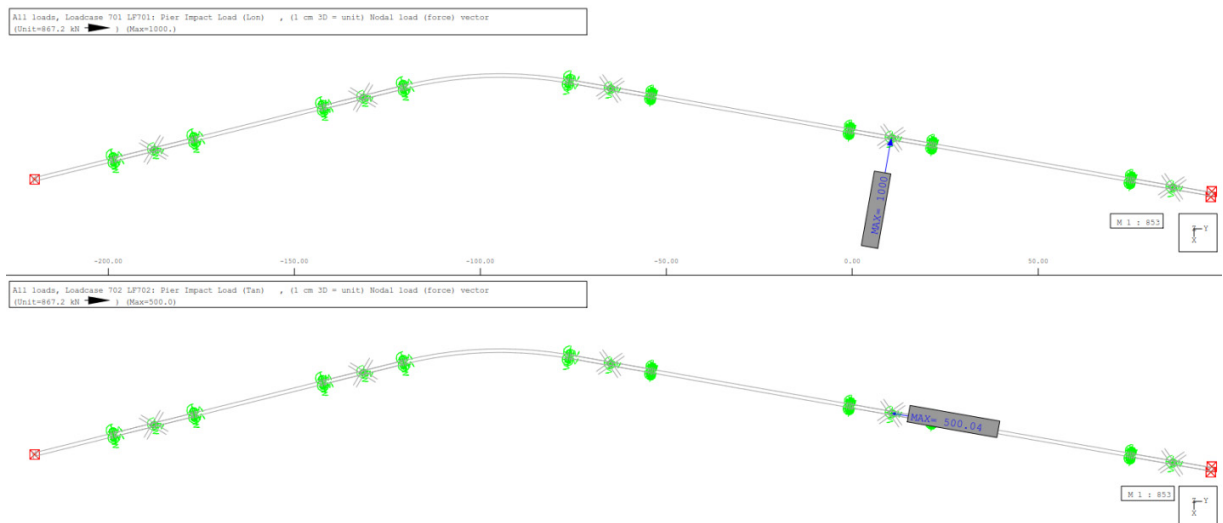
### 6.5.1. Mimořádné zatížení kolizí

Pro úvahu o možném působení kolizních sil na pilíře, byly požity hodnoty dané EN 1991-2 pro neobvyklé zatížení vozidly. Přestože pilíře nejsou zatíženy vozidly, mohou být předmětem rázového zatížení povodňovou náplavou řeky Vltavy. Z toho důvodu byly analyzovány rázové síly 1000 kN ve směru říčního toku a 500 kN v kolmém směru.

ČTYŘI KROKY DO KARLÍNA  
Lávka Holešovice-Karlín  
Architektonická a konstrukční soutěž



Obr. 14 - Zatížení teplotou



Obr. 15 - Mimořádné zatížení kolizi

## 6.6. Kombinace zatížení

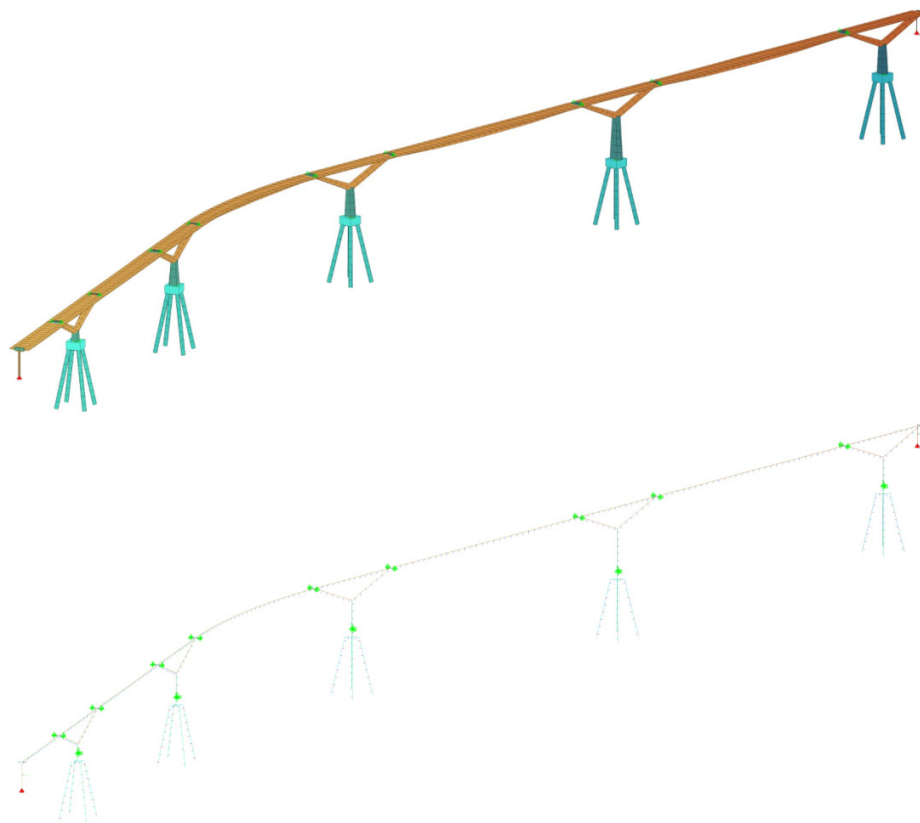
Zpracováno dle EN 1990, pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti a kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace.

## 7. Celkový model a hlavní průřezy

### 7.1. Přehled

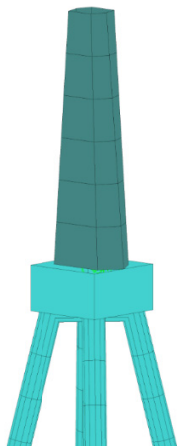
Analytický model je trojrozměrný model konečných prvků, skládající se z konstrukčních členů s různými vlastnostmi (uzly, pružiny, nosníky, kabely, trámy).

Model je postaven tak, aby obsahoval všechny podstatné informace ohledně materiálů, průřezů a geometrie, i vymezení zatížení působící na konstrukci. Provedená analýza je nelineární (materiálová a geometrická).



Obr. 16 - Vyobrazení celkového 3D FE modelu

### 7.1.1. Pilíře

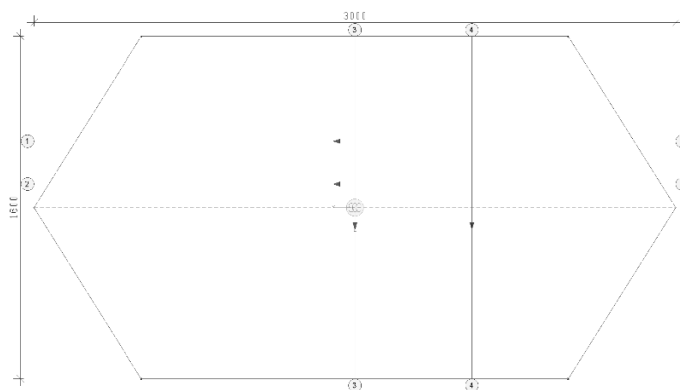


Pilíře jsou vymodelovány jako přímé nosníkové prvky s proměnlivým průřezem. Vzhledem k terénnímu profilu jsou výšky jednotlivých pilířů na různých místech odlišné, tudíž spodní průřezy se liší. Horní průřez, kde se pilíře napojují na V-sloupy, je pro všechny pilíře stejný.

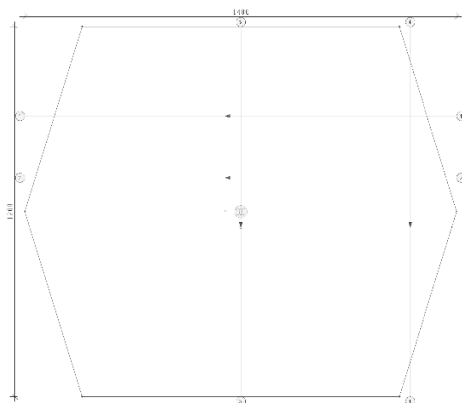
Průřezy jsou masivní železobetonové šestiúhelníkové profily. Horní průřez má celkovou šířku 1,40m a celkovou výšku 1,20m. Nejnižší průřez má maximální celkovou šířku 3,0m a max. celkovou výšku 1,60m.

Na stávajícím modelu je spoj se základy řešen 6 pružinovými prvky - každý pro jeden stupeň volnosti.

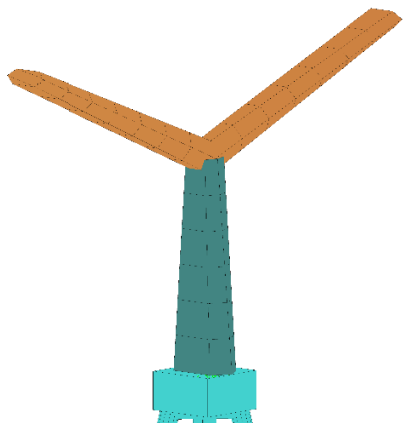
Řez na spoji s deskou základových pilotů



Řez na spoji s V-sloupy



### 7.1.2. V-sloupy

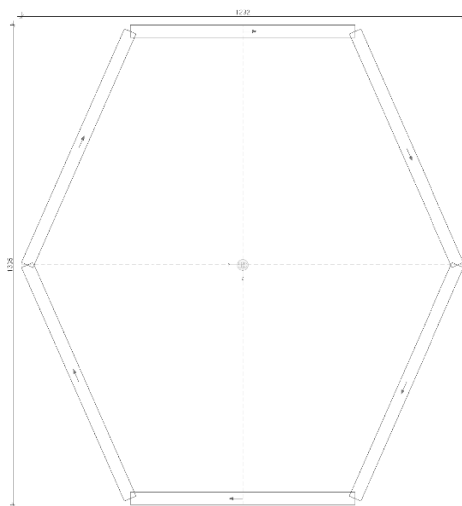


V-sloupy jsou modelovány z přímých nosníků s proměnlivým průřezem. Jejich sklon a osazení na vrchol piliře jsou totožné, geometrie všech V-sloupů je shodná.

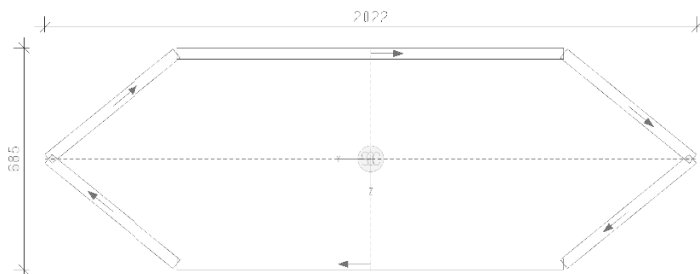
Průřez je šestiúhelníkový svařovaný ocelový dutý profil. Horní průřez má celkovou šířku 2,00m a celkovou výšku 0,68m. Nejnižší průřez má celkovou šířku 1,25m a celkovou výšku 1,40m.

Spoj s piliřem i s mostovkou nahoře je tuhý, tudíž všechny stupně volnosti se přenáší.

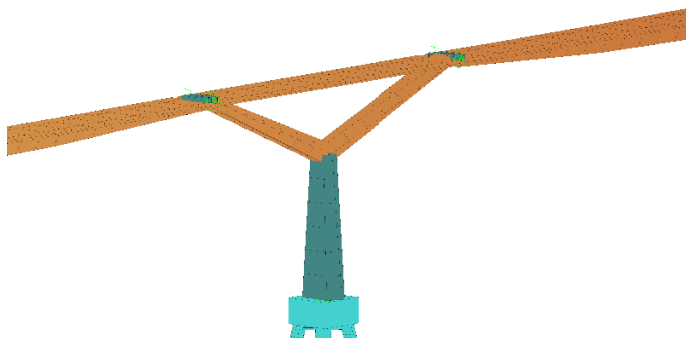
Řez na spoji s piliřem



Řez na spoji s mostovkou



### 7.1.3. Mostovka

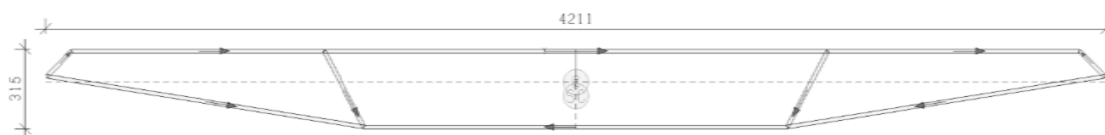


Mostovka je modelována z přímých nosníkových částí s proměnlivým průřezem. Vztah výšek průřezu je ponechán pro všechny rozpory stejný

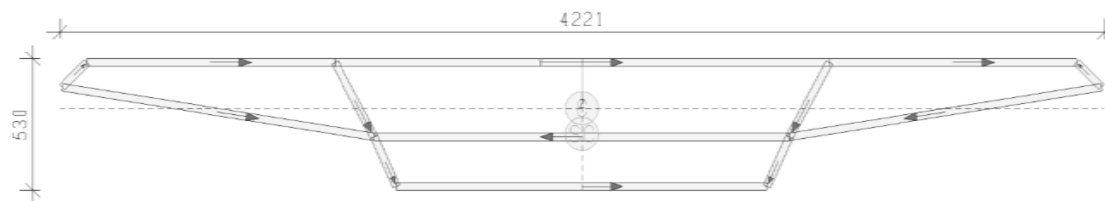
Jedná se o svařované duté ocelové profily.

Všechny profily sdílejí stejnou šířku zhruba 4m a proměnlivou výšku s maximem uprostřed rozpory (1,40m) a minimem nad V-sloupy (0,30m)

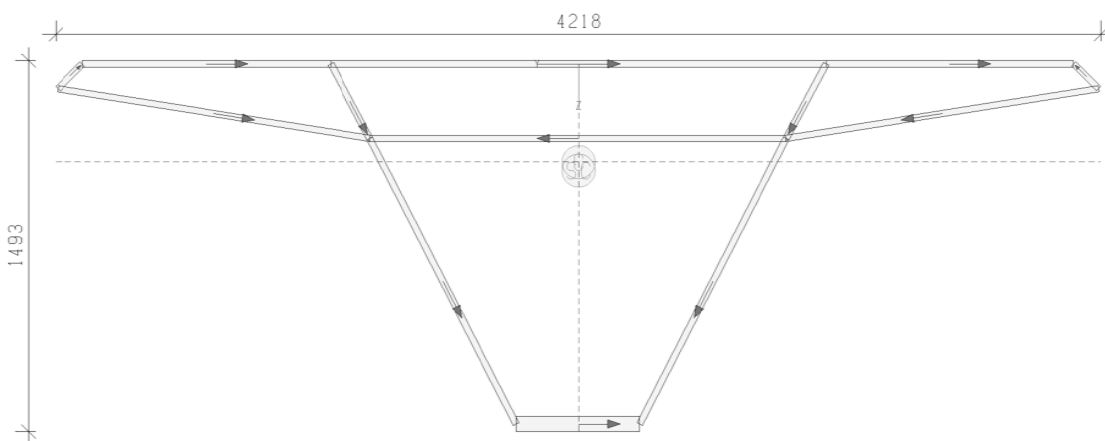
Řez nad V-sloupy



Řez spojem s V-sloupy

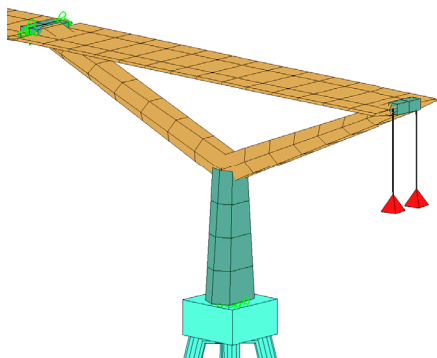


řez středem nosníku

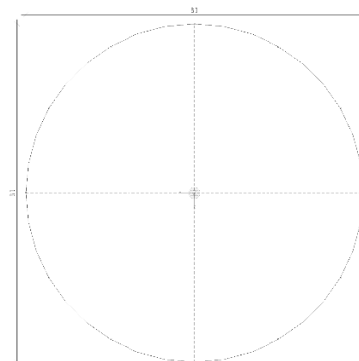




#### 7.1.4. Severní táhla

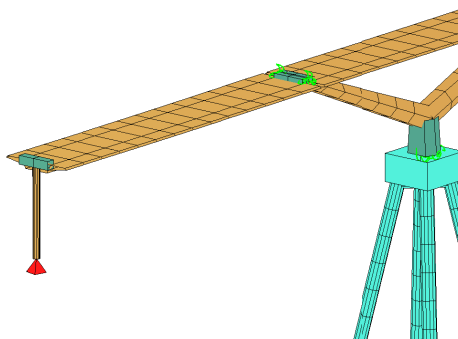


Průřez

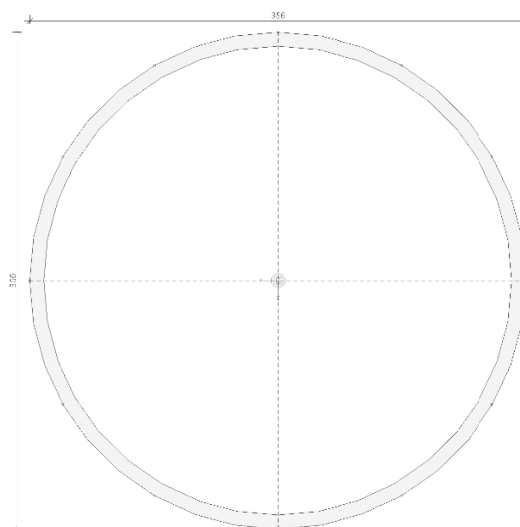


Severní táhla jsou vymodelována jako lanové prvky.  
Průřez je masivní ocelový kruh, odpovídající průřezu 60mm plnostěnného kabelu.

#### 7.1.5. Jižní sloup

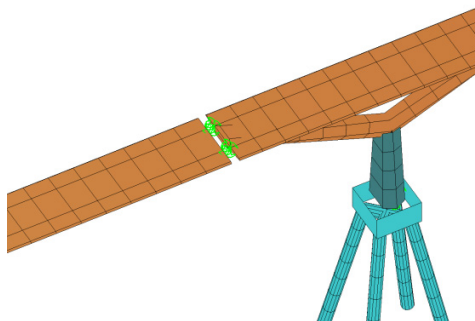


Průřez



Jižní sloup je vymodelován jako jeden nosník, odpovídá kyvnému sloupu.  
Průřez je dutá ocelová trubka s průměrem 355.6 mm a tloušťkou stěny 10 mm.

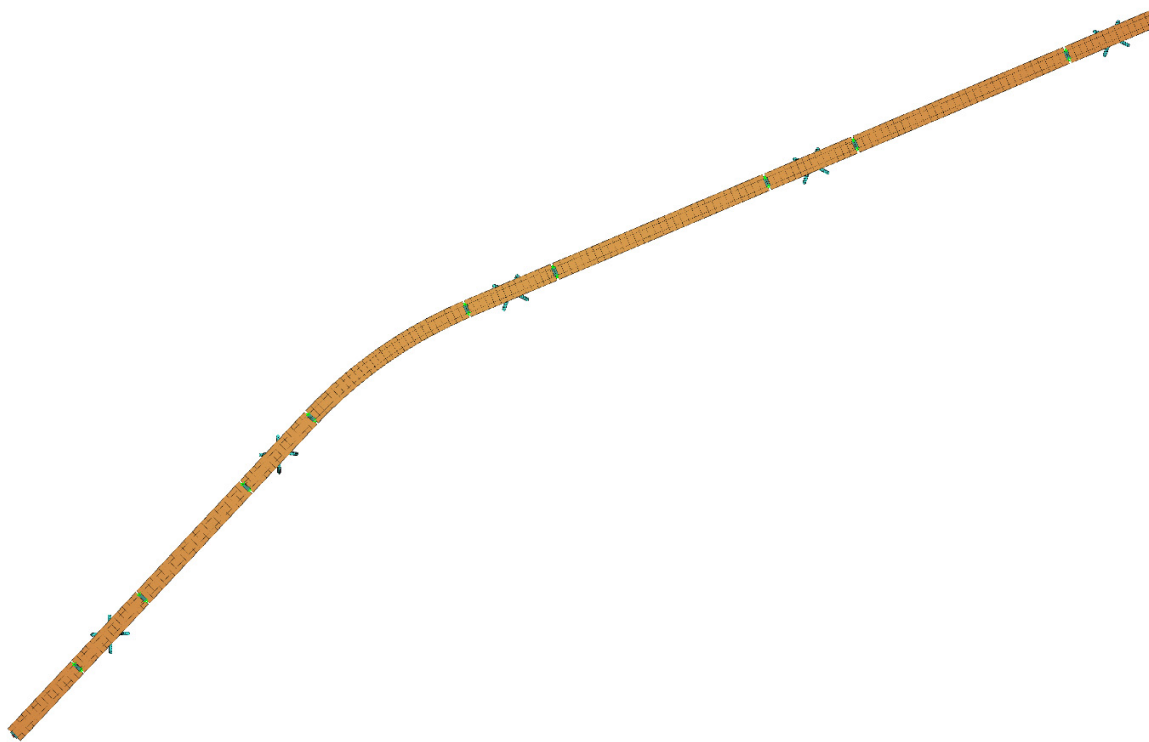
### 7.1.6. Roztažné klouby



Roztažné klouby jsou umístěny ve styku mostovky s jižním a severním V-sloupem, v červeně vyznačených pozicích níže.

Klouby jsou modelovány jako pružinové prvky za účelem simulace přítomnosti dvou posuvných uložení v daných pozicích, vzdálenost mezi nimi je 2,0 m (v příčném směru k mostovce)

Pro každé uložení je vymodelováno 6 pružin, za účelem zajištění důkladné kontroly všech stupňů volnosti. Všechna pootočení jsou bez omezení, stejně jako podélný posun a pohyby nahoru. Pohyby dolů a příčné pohyby vůči mostovce jsou omezeny.



Obr. 17 - Umístění posuvných uložení

## 8. Hlavní výsledky

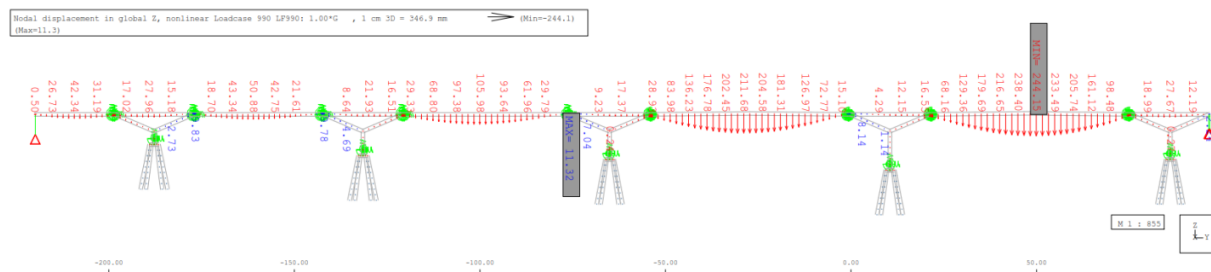
Tato kapitola shrnuje a prezentuje hlavní výsledky celkové analýzy.

### 8.1. Vyklenutí (pre-cambering)

Za účelem dosažení výsledné navržené geometrie, bude mostovka vyrobena s lehkým vyklenutím. Toto zajistí, že jakmile se most prohne vlastní tíhou konstrukce, výsledná geometrie se bude přesně shodovat s navrženou geometrií.

Vyklenutí se předpokládá pouze pro části mostovky mezi V-sloupy, neboť průhyby vlastní tíhou konstrukce jsou pro zbylé části z estetického hlediska zanedbatelné.

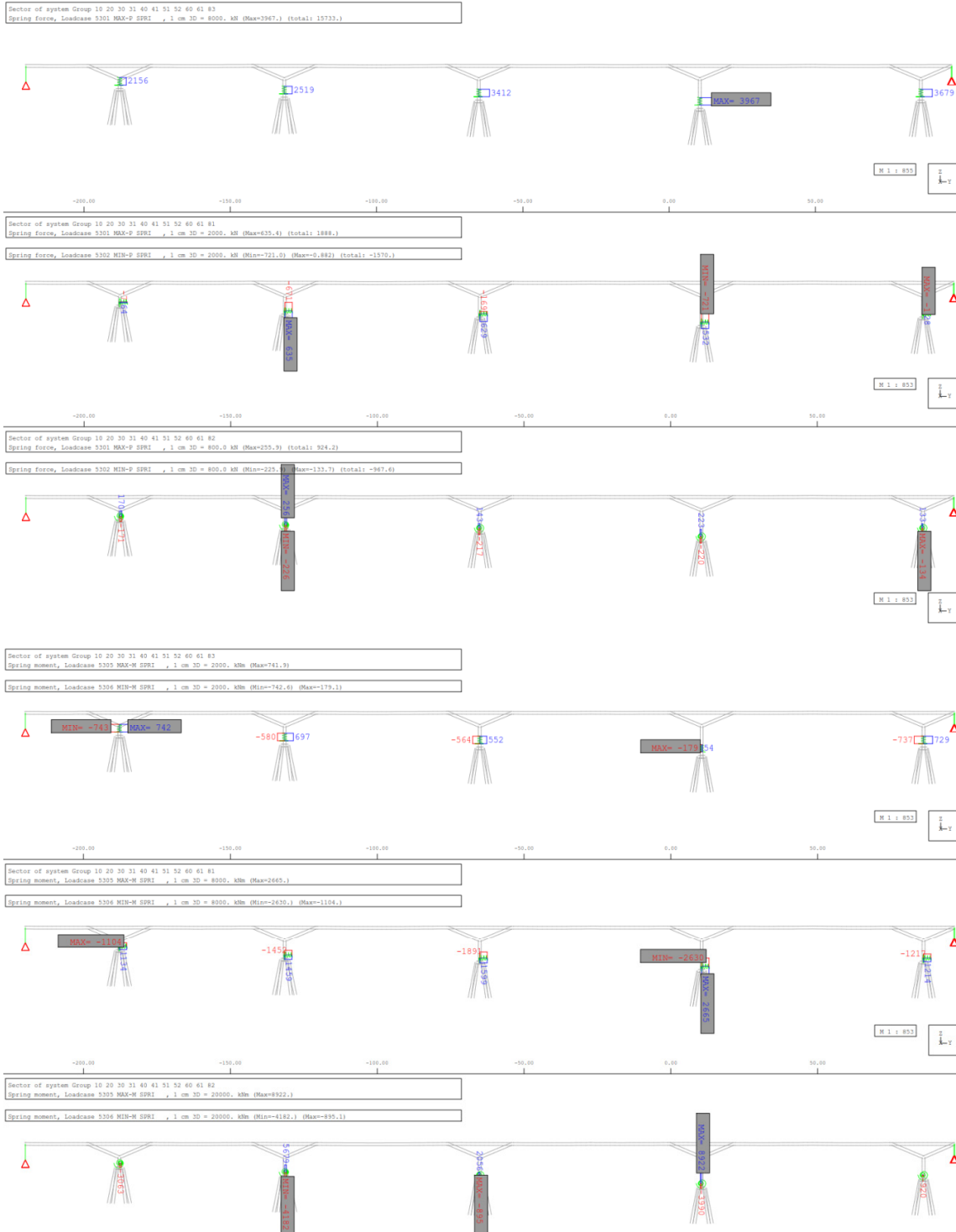
Uplatněné vyklenutí se bude rovnat převrácenému průhybu mostovky vlastní tíhou konstrukce (viz. níže).



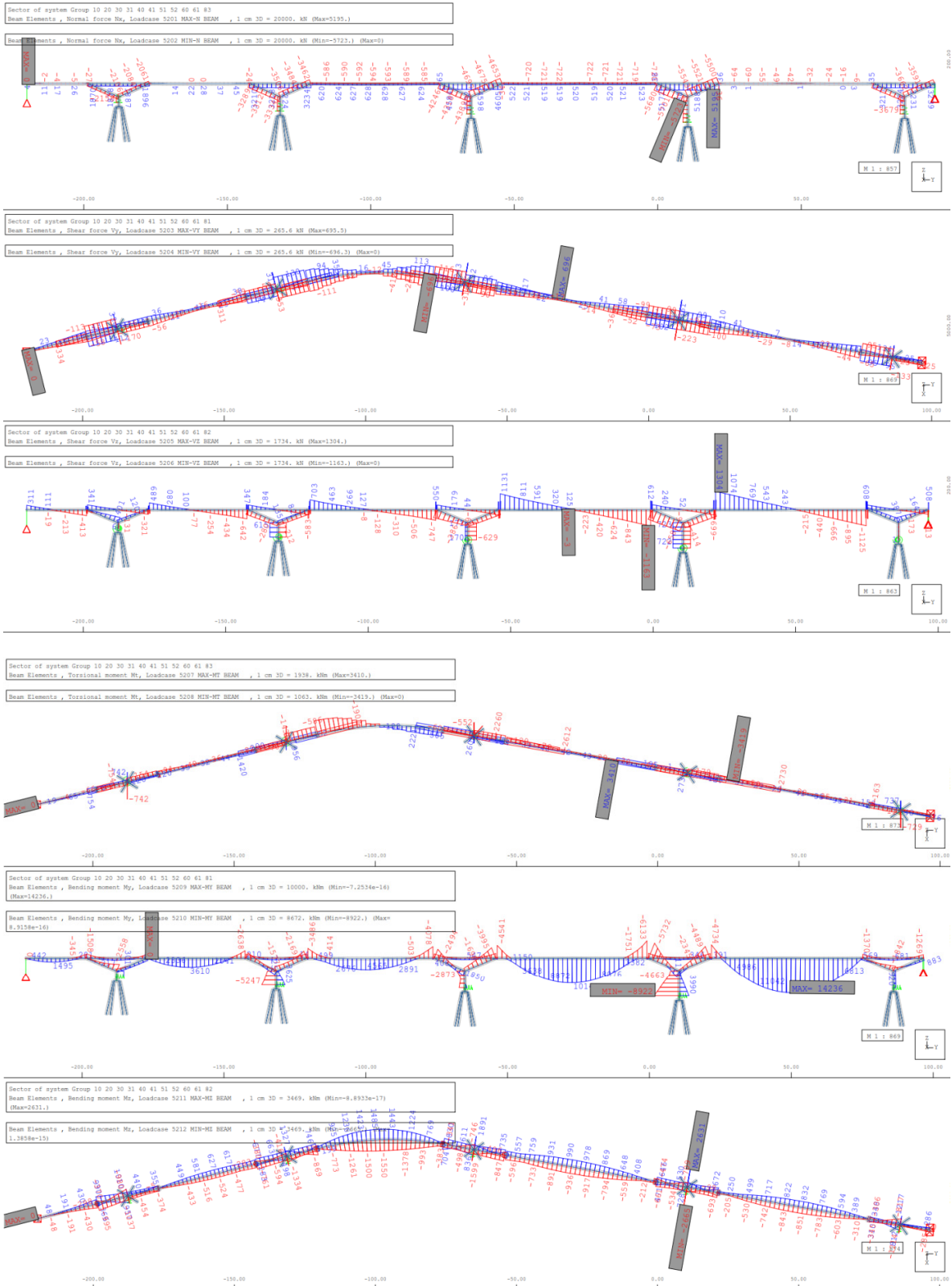
Obr. 18 - Průhyby vlastní tíhou mostovky k vyrovnání vyklenutím

## 8.2. Analýza mezních stavů použitelnosti

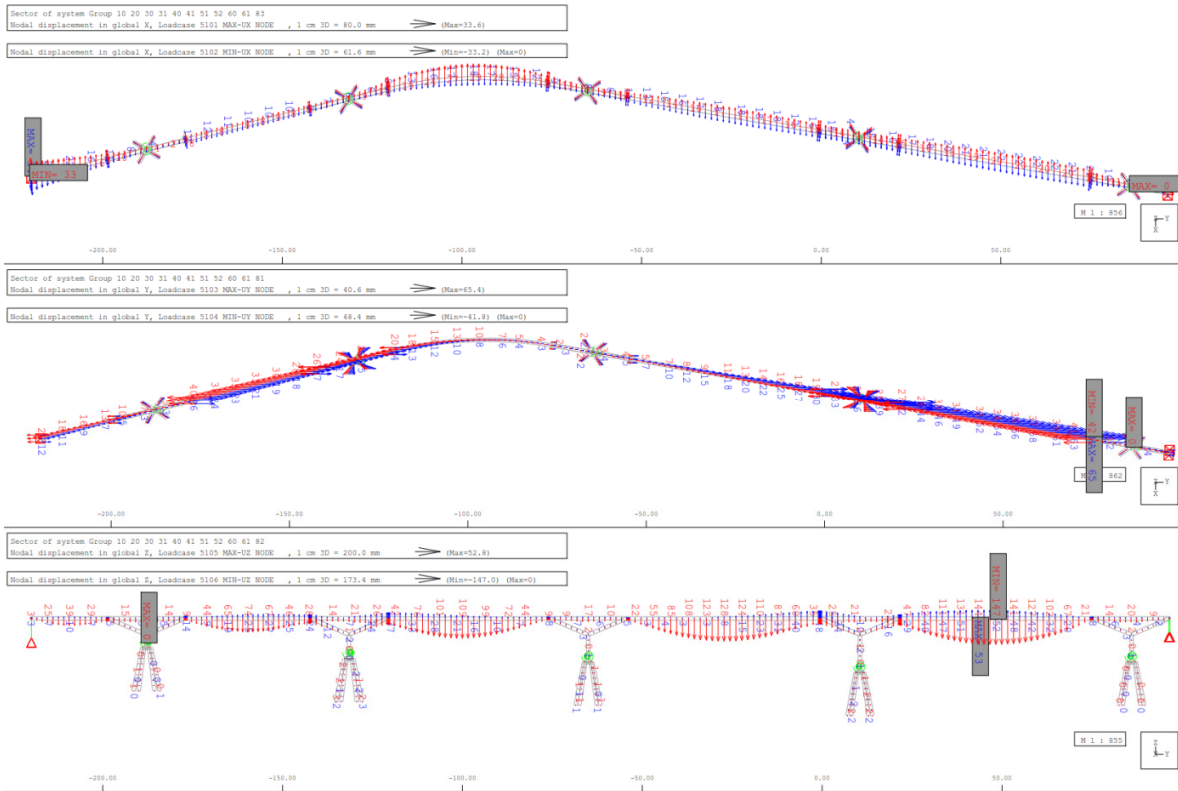
### 8.2.1. Síly v podporách



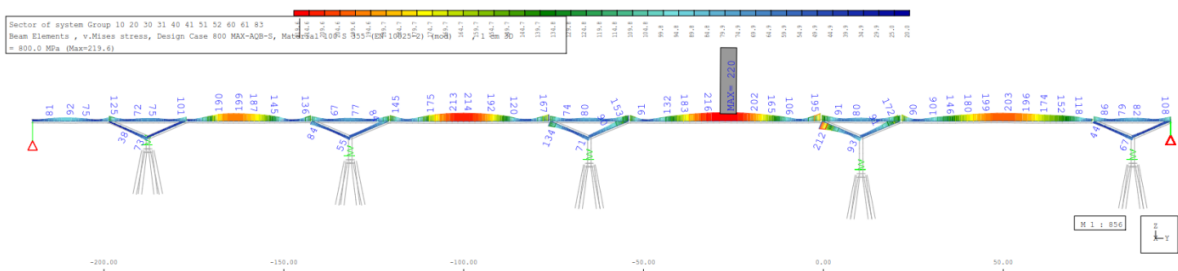
## 8.2.2. Síly



### 8.2.3. Průhyby

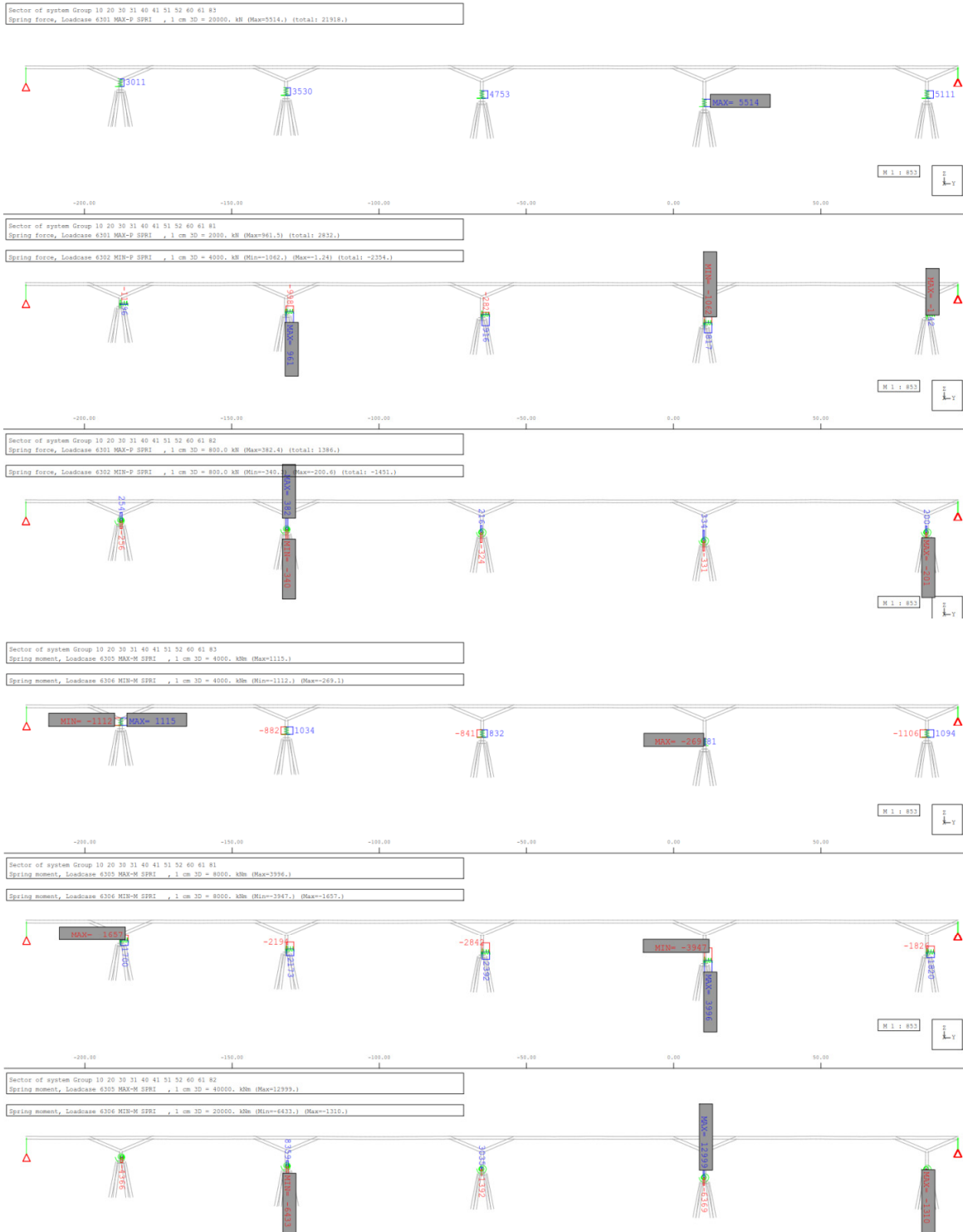


### 8.2.4. Napětí

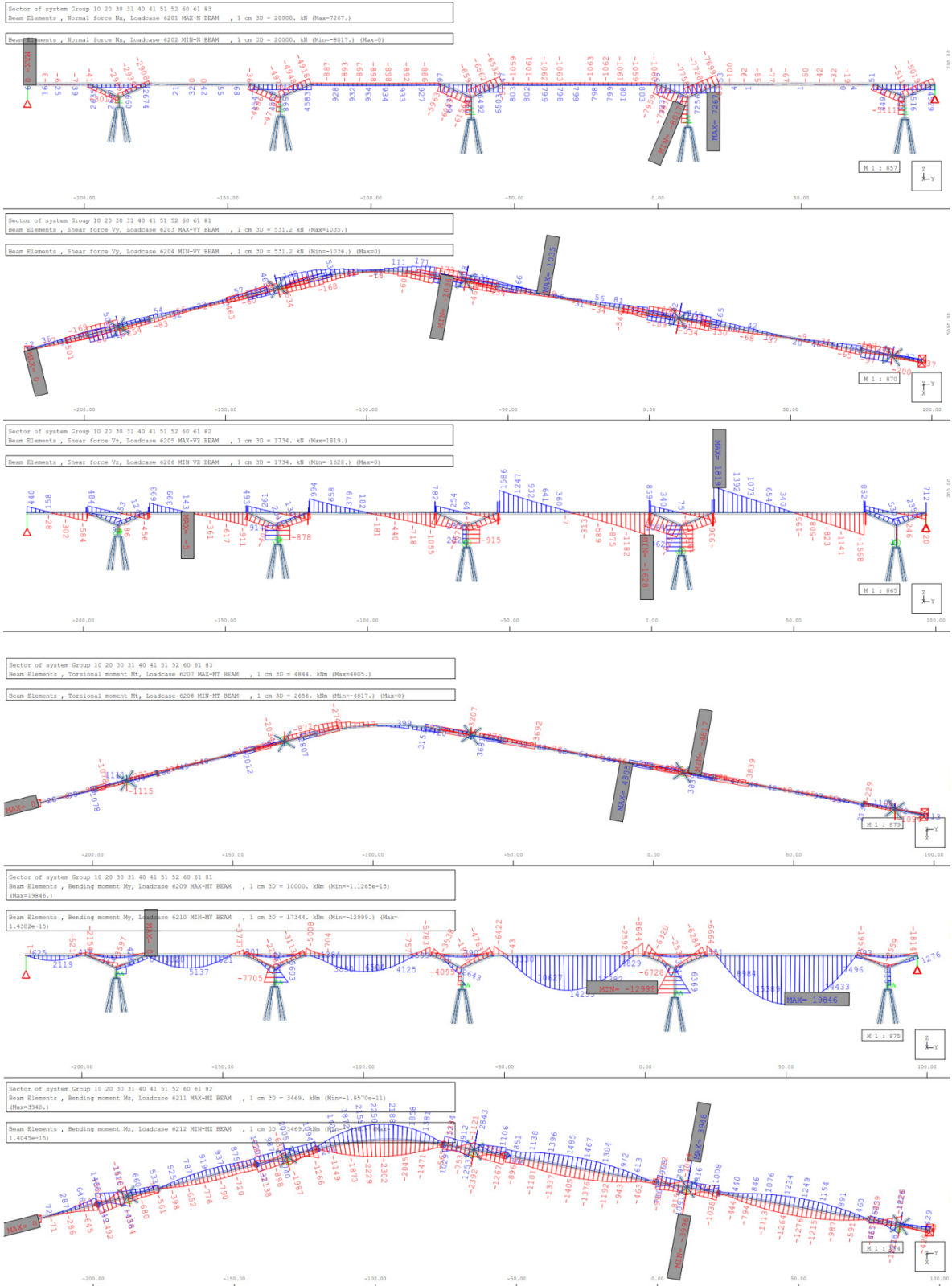


## 8.3. Analýza mezních stavů únosnosti

### 8.3.1. Síly v podporách

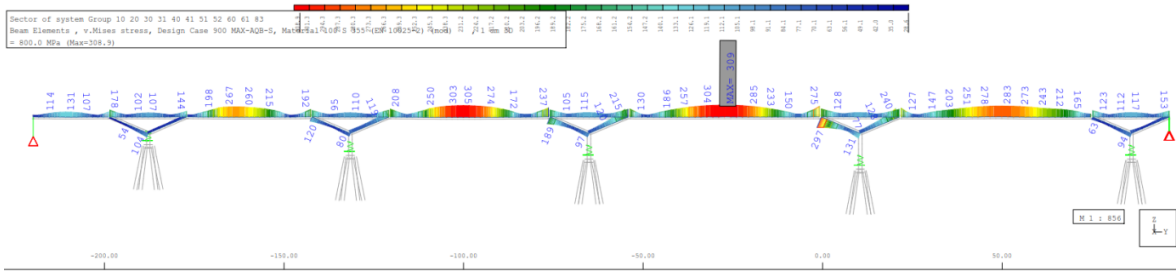


### 8.3.2. Síly





### 8.3.3. Napětí



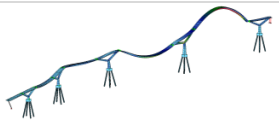
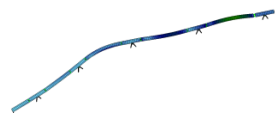

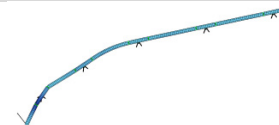
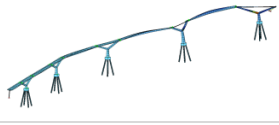

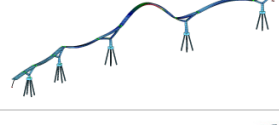
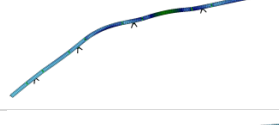


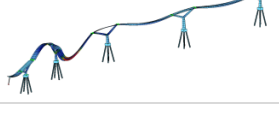

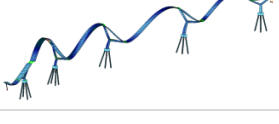
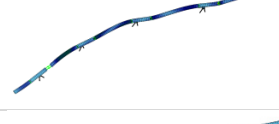
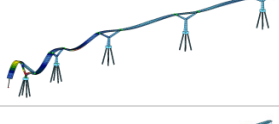
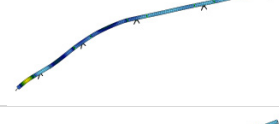
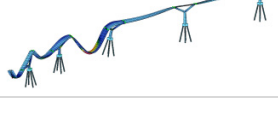
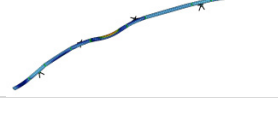
## 9. Dynamické posouzení

Za účelem zpracování prvního předběžného přehledu dynamických vlastností navržené pěší lávky byly vypočítány vlastní frekvence a modální tvary. Ve výpočtech byly zanedbány efekty tlumení a různé podmínky zatížení, naopak je počítáno s vlastní tíhou konstrukce a stálým zatížením.

Podle základního dokumentu pro navrhování pěších lávek Hivoss Background Document on the Design of Footbridges (Human Induced Vibrations of Steel Structural Task Group), vliv chodců lze obvykle vyjádřit na základě harmonického modelu zatížení, jehož výsledkem jsou následující hodnoty kritického rozmezí vlastních frekvencí:

- pro vertikální a podélné vibrace:  $1,25 \text{ Hz} \leq f_i \leq 2,3 \text{ Hz}$
- pro laterální vibrace:  $0,50 \text{ Hz} \leq f_i \leq 1,2 \text{ Hz}$

### 9.1.1. Vlastní frekvence a modální tvary

Eigenmode Nr.			Type	$f_i$ [Hz]
1			Vertical	1,13
2			Lateral	1,18
3			Lateral	1,27
4			Vertical	1,27
5			Lateral	1,50
6			Lateral	1,63
7			Vertical + Longitudinal.	1,72
8			Vertical + Longitudinal.	2,14
9			Vertical + Torsional	2,43

Předběžná analýza ukazuje, že pro další fáze návrhu je nutná detailní dynamická analýza, která prokáže chování mostu. Vezmeme-li v úvahu semi-integrovanou mostní konstrukci, její dynamické chování je vysoce závislé na tuhosti základů a právě toto by mělo být obsahem budoucího zkoumání. Nad stávajícími výsledky lze nicméně učinit určité závěry. Jde pouze o laterální mód, který by mohl výrazně ovlivnit dynamické chování mostu - vykazuje frekvenci 1,18 Hz, což je téměř na horním limitu kritického rozmezí. Ačkoli i tři vertikální módy (č. 4, 7 a 8) ukazují potřebu detailnější analýzy - všechny jsou blízko dolního či horního limitu kritického rozmezí.