



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

**Visutý most přes Messinskou úžinu**  
**Suspension bridge over Messina Strait**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. Kristian D'Amico**

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Konstrukce a dopravní stavby
Vedoucí bakalářské práce:	doc. Ing. Roman Šafář, Ph.D.

**Praha, 2022**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: D'Amico Jméno: Kristian Osobní číslo: 468558  
 Zadávací katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí  
 Studijní program: Stavební inženýrství  
 Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Visutý most přes Messinskou úžinu

Název diplomové práce anglicky: Suspension bridge over Messina Strait

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte varianty řešení a podrobněji rozpracujte vybranou variantu visuté konstrukce (přehledné výkresy, výkresy vybraných podrobností, předběžné posouzení konstrukce, technická zpráva).

Seznam doporučené literatury:

[1] Projektové podklady

[2] Šafář, R.: Betonové mosty - přednášky, ČVUT v Praze 2015

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Roman Šafář, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 21.9.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022  
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

[Signature]  
Podpis vedoucího práce

[Signature]  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.*

21.9.2021

Datum převzetí zadání

[Signature]  
Podpis studenta(ky)

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce na téma „Visutý most přes Messinskou úžinu“ je původní a zpracoval jsem ji samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že citace použitých zdrojů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne ...

.....  
Jméno Příjmení

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval panu doc. Ing. Romanovi Šafářovi, Ph.D. za jeho ochotu, metodické vedení práce a cenné rady. Děkuji rodičům a přítelkyni za jejich laskavou podporu a trpělivost při zpracování této práce.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá vypracováním variant řešení přemostění přes Messinkou úžinu. Pro vybranou variantu visutého mostu, je sestaven rámový nelineární výpočetní model, který je poté ověřen pomocí prostorového nelineárního modelu. Hlavní náplní této práce je globální analýza, optimalizace variant řešení a posouzení nosné konstrukce na mezní stavy.

Pro doplnění jsou přiloženy i základní výkresy popisující prostorové a materiálové řešení konstrukce.

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the elaboration of variants of the bridge over the Messina Strait. For a selected variant of a suspension bridge is created a bar nonlinear computational model, which is verified using a spatial nonlinear model. The main content of this work is global analysis, optimization of solution variants and assessment of the load-bearing structure for limit states.

Basic drawings describing the spatial and material design of the structure are also included for completion.

**Klíčová slova:**

Visutý most, UHPFRC, segmentová prefabrikace, předpětí, visutý systém, nelineární výpočty, hybridní konstrukce.

**Keywords:**

Suspension bridge, UHPFRC, segmental prefabrication, prestressing, suspension system, nonlinear calculation, hybrid structures.

## **Obsah:**

ÚVOD .....	15
<b>1. TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>17</b>
1.1. VISUTÉ MOSTY .....	17
1.1.1. <i>Golden Gate bridge</i> .....	18
1.1.2. <i>Akashi Kaikyo bridge</i> .....	21
1.1.3. <i>Çanakkale 1915 Bridge</i> .....	24
1.2. MOSTY V EXTRÉMNÍCH PODMÍNKÁCH.....	26
1.2.1. <i>Rio–Antirio Bridge</i> .....	26
1.2.2. <i>Most Konfederence</i> .....	28
1.2.3. <i>Most přes Øresund</i> .....	31
1.3. MATERIÁLY A PRVKY .....	32
1.3.1. <i>UHPC</i> .....	32
Kamenivo .....	34
Cement.....	35
Voda a vodní součinitel .....	37
Přísady.....	37
Příměsi.....	38
Drátky .....	39
1.3.2. <i>Lana a kabely</i> .....	39
Technologie skládání kabelů.....	40
Materiálové charakteristiky a výroba.....	41
Mechanické vlastnosti a statický výpočet.....	42
1.4. ZAKLÁDÁNÍ VE VODĚ .....	43
1.5. PŘEMOSTĚNÍ PŘES MESSINSKOU ÚŽINU .....	44
1.5.1. <i>Historie přemostění úžiny</i> .....	44
1.5.2. <i>Soutěžní návrhy a varianty</i> .....	45
Visutý most o 4 polích (Calini-Montuori-Pavlo JV) .....	46
Podvodní tunel (Progetto Grant Alan and Partners, Covell and Partners, Inbucon international)	
.....	46
Zavěšený most o 3 polích s tahovými pilíři (Gruppo Lambertini) .....	47
Visutý most o 1 poli (Gruppo Musmeci).....	47
Visutý most o 3 polích (Gruppo Ponte Messina S.p.A) .....	49
Visutý most o 5 polích (Technital S.p.a.) .....	49
Visutý most o 1 poli se šikmými závěsy (Studio Nervi) .....	50
Závěrečné shrnutí .....	52
1.5.3. <i>Předběžný projekt</i> .....	55

1.5.4.	<i>Okrajové podmínky projektu</i> .....	55
	Inženýrské problémy .....	55
	Zakládání pilířů v moři .....	56
	Stabilita mostovky od působení větrem .....	56
	Příčné deformace .....	56
	Deformace ve svislém směru .....	56
	Torzní tuhost .....	56
	Realizace .....	57
	Seismicita .....	57
	Životní prostředí .....	59
	Problém dopravy .....	59
	Ekonomické aspekty .....	60
	Politická scéna .....	60
1.5.5.	<i>Definitivní projekt</i> .....	60
1.5.6.	<i>Geologie</i> .....	63
1.5.7.	<i>Napojení na stávající dopravní infrastrukturu</i> .....	64
1.6.	<b>PŘEHLED VARIANT NAVRŽENÝCH V TÉTO DIPLOMOVÉ PRÁCI</b> .....	66
1.7.	<b>POPIS VÝSLEDNÉ VARIANTY NAVRŽENÉ V TÉTO DIPLOMOVÉ PRÁCI</b> .....	66
<b>2.</b>	<b>NÁVRH VISUTÉHO MOSTU O 3 POLÍCH</b> .....	<b>69</b>
2.1.	<b>VÝPOČETNÍ 2D MODEL</b> .....	<b>70</b>
2.2.	<b>ZATĚŽOVACÍ STAVY</b> .....	<b>72</b>
2.2.1.	<i>Vlastní tíha</i> .....	72
2.2.2.	<i>Ostatní stálé zatížení</i> .....	75
2.2.3.	<i>Předpětí (visutá lana)</i> .....	77
2.2.4.	<i>Teplotní změna - rovnoměrná</i> .....	77
2.2.5.	<i>Teplotní změna – nerovnoměrná, lineární</i> .....	81
2.2.6.	<i>Vítr ve směru X, Y a Z</i> .....	82
	Vítr ve směru X .....	86
	Vítr ve směru Y .....	87
	Vítr ve směru Z .....	87
2.2.7.	<i>Pokles podpor</i> .....	88
2.2.8.	<i>Model zatížení 1 (LM1)</i> .....	88
2.2.9.	<i>Zatížení chodníků</i> .....	90
2.2.10.	<i>Model zatížení 3 (LM3)</i> .....	90
2.2.11.	<i>Model zatížení 71 (LM71)</i> .....	91
2.3.	<b>NELINEÁRNÍ ZATĚŽOVACÍ STAVY</b> .....	<b>93</b>
2.4.	<b>NELINEÁRNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ</b> .....	<b>103</b>
2.4.1.	<i>Kombinace pro mezní stavy použitelnosti</i> .....	106
2.4.2.	<i>Kombinace pro mezní stavy únosnosti</i> .....	107



2.5.	VNITŘNÍ SÍLY .....	108
2.6.	NÁVRH PŘEDPĚTÍ .....	114
2.7.	SHRnutí .....	114
<b>3.</b>	<b>NÁVRH VISUTÉHO MOSTU O 1 POLI .....</b>	<b>116</b>
3.1.	ZMĚNA PRŮŘEZU .....	117
3.1.1.	<i>Vlastní tíha</i> .....	118
3.2.	ZATĚŽOVACÍ STAVY .....	119
3.3.	NELINEÁRNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ .....	121
3.4.	VNITŘNÍ SÍLY .....	125
3.5.	NÁVRH PŘEDPĚTÍ .....	136
3.6.	MSP – OMEZENÍ NAPĚTÍ (TRHLIN) .....	143
3.7.	MSP – OMEZENÍ PRŮHYBŮ .....	148
3.8.	SHRnutí .....	151
<b>4.</b>	<b>NÁVRH VISUTÉHO MOSTU SE ŠIKMÝMI ZÁVĚSY O 3 POLÍCH .....</b>	<b>152</b>
4.1.	HYBRIDNÍ KONSTRUKCE .....	152
4.2.	2D MODEL .....	152
4.3.	ZATĚŽOVACÍ STAVY .....	153
4.4.	NELINEÁRNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ .....	155
4.5.	VNITŘNÍ SÍLY .....	162
4.6.	NÁVRH PŘEDPĚTÍ .....	173
4.7.	MSP – OMEZENÍ NAPĚTÍ (TRHLIN) .....	179
4.8.	MSP – OMEZENÍ PRŮHYBŮ .....	185
4.9.	3D MODEL .....	188
4.10.	PŘEDPĚTÍ VISUTÉHO LANA, SVISLÝCH A ŠIKMÝCH ZÁVĚSŮ .....	197
4.11.	ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE .....	198
4.12.	OVĚŘENÍ NÁVRHU PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE .....	200
4.12.1.	<i>Ověření MSP – Omezení napětí (trhlin)</i> .....	200
4.12.2.	<i>Ověření MSP – Omezení průhybu</i> .....	203
4.13.	NÁVRH PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE V PŘÍČNÉM SMĚRU .....	205
4.14.	OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI KONSTRUKCE PŘI ZATÍŽENÍ BOČNÍM VĚTREM ..	212
	MSÚ .....	214
4.14.1.	<i>Pružný výpočet</i> .....	214
4.14.2.	<i>Plastický výpočet</i> .....	216

<b>5. ZÁVĚR .....</b>	<b>219</b>
<b>6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>220</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ .....</b>	<b>223</b>
<b>7. SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>234</b>

## ÚVOD

Most přes Messinskou úžinu představuje velice rozsáhlý projekt, jaký nebyl, co se týče rozpětí hlavního pole, dosud ve světě realizován. Současně se jedná o oblast s velice náročnými přírodními podmínkami jako například seismicita, silné poryvy větru, podvodní proudy atd. V rámci diplomové práce není možno vyřešit všechny problémy, které jsou s takovým projektem spojeny. Cílem této práce tedy bylo po shromáždění a prostudování dostupných podkladů vytvořit nejdříve několik nových smysluplných variant přemostění. Následně byla jedna z těchto variant vybrána pro podrobnější rozpracování a pro tuto variantu byla prokázána její základní proveditelnost. Vzhledem k uspořádání a parametrům navržené konstrukce i vzhledem k výsledkům provedených výpočtů lze předpokládat, že konstrukce je v principu takto realizovatelná a že by představovala funkční, spolehlivé a trvanlivé řešení daného přemostění s dlouhou životností a s relativně minimalizovanými nároky na údržbu.

Práce se dále zabývá konstrukčním a statickým řešením visutého mostu přes Messinskou úžinu. Záměrem bylo vytvoření takřka bezúdržbového mostu z ultra-vysokopevnostního betonu, který by se sestavil ze segmentů přímo na místě. Segment se skládá ze skořepiny tloušťky 0,2 m, příčných a podélných žeber, dvou příhradových nosníků, vnitřních stěn a desek.

V rešerši teoretické části je uvedeno několik variant pro tento most. Vybraný tvar UHFRC skořepinového segmentu vychází z inspirace podvodního tunelu, tzv. Archimedova mostu. Svým tvarem dobře odolává podvodním proudům a to samé, lze aplikovat i na větrné proudy. Skutečné aerodynamické chování takovéto konstrukce je samo o sobě komplikovanou problematikou, která se ověřuje experimentálně na modelech ve větrném tunelu. Pro účely této práce, se bude však počítat pouze se statickým působením od větru, avšak návrh tvaru průřezu počítá i s velmi příznivými výsledky při podrobnější analýze.

Mostní konstrukce splňuje veškeré požadavky na dopravu a únikové pruhy, včetně i případné opravy části nosné konstrukce díky nesoudržným předpínacím kabelům, které lze vyjmout v průběhu životnosti.

Pro odladění finální verze příčného řezu byly vytvořeny desítky variant, u kterých se optimalizovala křivka skořepiny vzhledem k prostorovému uspořádání. Výkres příčného řezu byl vstupem do výpočtu matematického modelu. Ostatní přehledné výkresy mostu se sice na konci této práce musely pozměnit, ale sloužily jako podklad pro počáteční vstup do problematiky.

# **1. TEORETICKÁ ČÁST**

## **1.1. Visuté mosty**

Visuté i zavěšené mosty přenáší zatížení pomocí tažených prvků, jejichž vlastní ohybová tuhost je prakticky zanedbatelná. Těmito konstrukcemi jsou:

- konstrukce visuté
- konstrukce zavěšené
- konstrukce hybridní (kombinace visutého a zavěšeného systému)
- visutý předpjatý pás

V dnešní době jsou visuté konstrukční systémy využívány pro mosty s největším rozpětím pole na světě. Základní části takového typu mostu jsou:

- pylony
- hlavní visuté kabely
- závěsy (obvykle svislé)
- mostovka (vodorovná nosná konstrukce)
- kotevní bloky (hlavních visutých kabelů)

Veškeré zatížení působící na mostovku se přenáší svislými závěsy do visutých kabelů, které přenáší účinky těchto zatížení přes pylony do koncových kotevních bloků. Jelikož závěsy jsou svislé a kotevní bloky jsou obvykle založeny nezávisle na mostovce, systém zavěšení nevnáší do konstrukce žádné vodorovné síly. V porovnání se zavěšenými konstrukcemi tudíž mají menší tuhost a stabilitu, což se projevuje na spotřebě využití oceli celkového visutého systému. Na druhou stranu, díky nepřítomnosti podélné tlakové síly v mostovce jsou použitelné pro velmi dlouhá rozpětí. U visutých konstrukcí je nutno provést rektifikaci svislých závěsů tak, aby z hlediska stálého zatížení mostovka působila jako spojitý nosník, jehož rozpětí polí je stejné jako podélná vzdálenost závěsů.

Visuté mosty se obvykle navrhují z oceli, beton se v této podobě v současné době prakticky nevyužívá, avšak existují i konstrukce o menším rozpětí se spřaženou ocelobetonovou mostovkou. U visutých konstrukcí bývá nutno, aby byla mostovka poměrně tuhá (tzv. „ztužující nosník“). [26]

### 1.1.1. Golden Gate bridge

Most Golden Gate je visutý most u Sanfranciského zálivu přes průliv Golden Gate v Kalifornii (Spojené státy americké), spojující San Francisco s Marin County. Stavba byla zahájena 5. ledna 1933 a byla uvedena do provozu pro automobily 28. května 1937. Je dlouhý 2 737 m, hlavní pole má 1 280 m a do roku 1964 byl nejdelším visutým mostem na světě.



Obrázek 1: Výstavba Golden Gate Bridge.

Již od roku 1820 sloužil k dopravě přes průliv trajekt a dlouhou dobu kvůli silným přílivům, odlivům, povětrnostním podmínkám a častým zemětřesením byla

považována výstavba mostu za nemožnou. Projekt byl financován dluhopisy v hodnotě 35 milionů dolarů a během výstavby si vyžádal 11 obětí na životech.



**Obrázek 2: Bezpečnostní síť během realizace.**

Rozpětí mezi pilíři činí 1 280 m bylo překlenuto pomocí dvou nosných lan, každé o délce 2 331,7 m a průměru 92,4 cm, které se skládá ze 27 572 pramenů. Každý pylon nese zátěž 95 000 tun (950 MN) a kotevní bloky jsou vystaveny zatížení 28 500 tun (280 MN) v tahu.

Ocelové pylony se skládají z několika tisíců snýtovaných malých ocelových krabic připomínajících včelí plástve. Věže dosahují výšky 227,4m nad mořem. Celá konstrukce váží 887 000 tun a obě věže drží pohromadě 600 000 nýtů.



**Obrázek 3: Technologie výstavby visutého mostu.**

Most je natřen ikonickou oranžovou barvou, která zlepšuje jeho viditelnost pro lodě při častých mlhách v oblasti, bohužel oranžová barva při rozkladu znečišťuje životní prostředí, a tak musely být části mostu přetřeny na šedo.

Na mostě je šestiproudová vozovka, přes kterou denně projede přes 120 000 aut, přičemž počet pruhů pro provoz jednotlivými směry se mění podle denní doby. V 80. letech 20. století byla do mostu namontována čidla, která hlásí výchylky konstrukce vybudované zemětřesením. [13]





Obrázek 4: Golden Gate Bridge.

### 1.1.2. Akashi Kaikyo bridge

Most Akashi Kaikyo (česky „Akaši-Kaikjó“) je visutý most o třech polích o dvou závěsných rovinách, který překlenuje úžinu Akashi a spojuje ostrovy Honshuy Awaji a Shikoku (Japonsko). Je součástí šestiproudové dálnice spojující města Kobe-Awaji-Naruto.

Po 10 letech výstavby a celkových nákladech 3,6 miliardy dolarů byl most otevřen 5. dubna 1998 o celkové délce 3 911 m a rozpětím hlavního pole 1991 m. Akashi Kaikyo je současně nejdelší visutý most na světě.

Zpočátku měl most měřit 3 910 m, ale v lednu roku 1995 mostem otřásl zemětřesení o síle 7,2 na Richterově stupnici. Most naštěstí neutrpěl žádné větší škody, pouze došlo ke svislému a vodorovnému posunu jednoho z pylonů o jeden metr.

Zvětšující se délkou hlavního pole se stabilita konstrukce stává vzhledem k působení přírodních vlivů citlivější. Proto byl ve výzkumném ústavu PWRI (Public Works Research Institution) vytvořen fyzikální model v měřítku 1:100 a byl podroben opakovanému zatěžování znázorňujícímu rychlosti větru v úžině o 80 m/s, který měl ověřit jeho aerodynamickou stabilitu.

Při návrhu byly důležitými faktory 2 typy seismického zatížení. Zemětřesení o síle 8,5 Richterovy stupnice se vzdáleností epicentra 150 km a zemětřesení s opakující se návratností 150 let v okruhu 300 km od mostu.

Základy dvou pylonů jsou zásadní kvůli roznosu zatížení do únosného podloží, obrovské pylony přenáší zatížení přibližně 120 000 tun (1200 MN). Hloubka vody v této oblasti je přibližně 110 m, nachází se zde silné proudy o rychlosti 4,5 m/s. Vítr a vlny byly nepříjemným problémem během výstavby základů pomocí kesonů, únosná půda byla totiž dalších 60 m pod dnem. Instalace trvala 2 dny, protože v každém okamžiku byla věnována pozornost umístění kesonů a hladině moře. K zajištění přesné instalace byly použity lasery a ultrazvukové měřicí zařízení.

Stavba postupovala prostřednictvím pokročilé přemostovací technologie a v případě potřeby i vývoje technologie nové. Těžké podmínky při výstavbě a překonání nových vzdáleností se neobešlo bez vysokopevnostních materiálů a vysoké jakosti.

Pylony o výšce 282,2 m jsou vybaveny sedly, které přenášejí zatížení od kabelů do základů. Výstavba byla rozdělena do 30 úrovní po 10 m prefabrikovaných ocelových segmentů, které byly dále rozděleny na 3 bloky tak, aby nepřesáhly hmotnost 160 tun. Mostní věže vytvářející pylon jsou navzájem ztuženy křížovými výztuhami kvůli vodorovným zatížením. Z důvodu silného větru a seismickým účinků byly v 17., 18. a 21. úrovni instalovány 10 tunové tlumiče TMD (Tuned Mass Dumper).

První fáze instalace kabelu byla provedena vrtulníkem. Pomocí vysokopevnostních lan z poly-aramidových vláken o průměru 10 mm byla postupně sestavena dočasná lávka pro práci na hlavních kabelech.

Každý kabel o délce 4 km je složen z 290 pramenů, z nichž každý obsahuje 127 drátů vyrobených z vysokopevnostní pozinkované oceli o průměru 5,23 mm. Použitím vysokopevnostní oceli, byl průměr hlavního kabelu pouhých 1,12m. Kabel je vybaven protikorozním odvlhčovacím systémem.

V poslední fázi byla smontována ocelová mostovka o celkové hmotnosti 90 000 t, z montážních dílů o šířce 35 m, výšce 14 m a hmotnosti přibližně 3000 t. Díly byly montovány pomocí lodních jeřábů. Použitím vysokopevnostní oceli byly nosníky velmi únosné, relativně lehké a tedy ekonomičtější. Pod mostovkou byly instalovány stabilizační desky. Stabilizátory zasahují do větrného proudu a tím vyrovnávají tlaky na spodním a horním povrchu mostovky, což snižuje torzní vibrace. [11]



Obrázek 5: Akashi Kaikyo Bridge.

### 1.1.3. Çanakkale 1915 Bridge

Most Çanakkale 1915, známý také jako Dardanelský visutý most dle stejnojmenné Dardanelské úžiny, ve které se nachází. Situován je jižně od měst Gelibou a Lapseki, přibližně 10 km jižně od Marmarského moře a 200 km od Istanbulu.



Obrázek 6: Vizualizace dokončeného mostu Çanakkale 1915 Bridge. [3]

Námořní bitva o Gallipoli 18. března 1915 vedena Velkou Británií a Francií proti Osmanské říši, z důvodu obsazení strategicky důležitého Dardanelského průlivu (tzv. operace Dardanelly), skončila Tureckým vítězstvím. Turecko staví most také jako památník tohoto vítězství, a tak nese několik symbolů spojených se stavbou. Oficiální název nese jméno letopočtu 1915, jako rok vyhrané bitvy na tomto průlivu a pylony budou vysoké 318 m, které poukazují na den a měsíc (18. března). Hlavní pole má rozpětí 2023 m, což je zároveň rok plánovaného dokončení a slavnostního otevření mostu, a zároveň je to 100 let od vzniku Turecké republiky. Po dokončení překoná most Akashi Kaikyo v rozpětí pole a stane se největším mostem na světě.



**Obrázek 7: Realizace pylonů ve vodě. Poskytnuto doc. Ing. Romanem Šafářem, Ph.D.**

Most v Turecku je zatím ve výstavbě a bude spojením Evropy a Asie, který povede dálnici a pomůže přetížené dopravě. Bude to ocelový most se třemi jízdními pruhy v obou směrech a chodníky po obou stranách kvůli údržbě. Konstrukce mostovky bude spřažená ocelobetonová a budou ji tvořit dva podélné ocelové nosníky, propojené ocelovými příčníky a spřažené se železobetonovou deskou. Mostovka se bude nacházet 72,8 m nad hladinou moře a bude široká 45,6 m s maximální stavební výškou 3,5 m. [2][3]



**Obrázek 8: Montážní lávky pro následnou realizaci visuté mostovky. [2]**

## 1.2. Mosty v extrémních podmínkách

### 1.2.1. Rio–Antirio Bridge

Most Rio-Antirio (oficiálně Charilaos Trikoupis Bridge) je jedním z nejdelších vícepolových zavěšených mostů na světě. Překračuje Korintský záliv poblíž Patrasu a spojuje město Rio na poloostrově Peloponés s Antirio na pevnině v Řecku. Byl slavnostně otevřen těsně před zahájením letních olympijských her v Athénách 2004 a sloužil i k přepravě olympijského ohně.



Obrázek 9: Rio-Antirio bridge. [19]

Tento most je považován za inženýrské mistrovské dílo a stal se milníkem v aplikaci řešení překlenutí obtížné oblasti. Mezi tyto obtíže patří hluboká voda, nejistota zakládání, seismická aktivita s pravděpodobným výskytem tsunami a posuny břehů Korintského průplavu včetně posunů mostních podpěr vlivem pohybů tektonických desek.

Řešení tohoto mostu je zajisté inspirací pro velké mosty v budoucnu, které se potýkají s podobnou problematikou, velmi podobné okrajové podmínky má i most přes Messinskou úžinu. Hloubka vody v Korintském zálivu dosahuje 65 m a na jeho dně jsou převážně sypké sedimenty, zatímco pevniny se od sebe vzdalují každoročně cca o 10-30 mm. Kopce na obou koncích vytváří větrný tunel, a tak lze naměřit rychlost větru až 113 km/h. Síla zemětřesení se pohybuje okolo 6,5 na Richterové stupnici.



Obrázek 10: Zakládání pylonů v Korintském zálivu.

Z těchto důvodů byly použité speciální konstrukční techniky. Podloží každého pylonu bylo vyztuženo a stabilizováno 200 svislými dutými ocelovými trubkami. Patky pylonů nebyly vetknuty do mořského dna, ale jsou opřené o štěrkový polštář tak, aby se mohly vodorovně pohybovat na mořském dnu, přičemž štěrkové lože absorbuje energii od seismicity. Tuhé spojení mostovky a pylonů by konstrukci poškozovalo, a tak je konstrukce spojena pomocí závěsů a tlumičů, které také absorbují pohyb. Rozšiřování zálivu je taktéž uvažováno po celou dobu životnosti. K aerodynamické stabilitě závěsů přispívají kabelové kryty, které mají spirálové náběhy rozrážející vítr. [19]



Obrázek 11: Tlumič na mostovce a spirálový kabelový kryt.

### 1.2.2. Most Konfederence

Konfедераční most připojuje východní kanadské provincie na ostrově Prince Edwarda a New Brunswick. Zakřivený most je dlouhý 12,9 km, je nejdelším na světě přes ledem pokrytou vodu a patří mezi nejlepší technické úspěchy 20. století. Rozhodnutí nahradit stávající trajektovou dopravu pevným spojením rozpoutalo v 80. letech bouřlivou debatu. Zemědělci, rybáři, provozovatelé cestovního ruchu a obyvatelé ostrova Prince Edwarda měli ostře protichůdné názory na to, jak by celoroční přístup na pevninu ovlivnil jejich způsob života a obživu. Nakonec bylo rozhodnuto, že debata bude urovnána volbami. V anketách hlasovalo 59,4 % osob pro pevné spojení.



Obrázek 12: Most Konfederence přes Northumberlandskou úžinu. [5]

Po čtyřech letech výstavby s uplatněním více než pěti tisíc místních pracovníků byl most Konfederace uveden do provozu 31. května 1997. Jedná se o vícepolový most s dodatečně předpjatou betonovou nosnou konstrukcí. Většina zakřiveného mostu je 40 metrů nad vodou s navigačním rozpětím 60 m



potřebnou pro lodní dopravu. Most spočívá na 62 pilířích, z nichž 44 hlavních pilířů je 250 m od sebe. Most je široký 11 m.



Obrázek 13: Extrémní kanadské podmínky výstavby. [5]

Konstrukce mostu je kvůli urychlení a zjednodušení výstavby speciálním způsobem prefabrikovaná - každé 250 m dlouhé pole mostu se skládá pouze z pěti prefabrikovaných prvků – z dolní části pilíře, horní části pilíře s „protiledovým štítem“, z vahadla o délce asi 180 m a o hmotnosti 8000 t, z menšího prefabrikátu mezi pilířem a vahadlem pro jejich přesné sestavení a z nosníku o délce 60 m, který se vkládá do středu každého pole a ob jedno pole je s vahadly buď ve výsledku monoliticky propojen, nebo je uložen jako prostý nosník.

Všechny části mostu byly vyrobeny na souši, v dočasných výrobních nacházejících se na břehu v Amherst Head, naproti v přístavu Borden východně od města a v přístavech trajektů, a ve vnitrozemském zařízení v Bayfieldu v New Brunswicku, asi 3 km západně od mysu Tormentine. Při výrobě prefabrikovaných prvků byly použity vysoce kvalitní materiály, přičemž odhadovaná životnost mostu byla více než 100 let. Železobetonová konstrukce byla také navržena tak, aby odolala tlaku pohybujícího se ledu. K tomu slouží

„protiledový štít“ na každém pilíři – kužel v úrovni vodní hladiny, jehož úkolem je vyzvednout a rozlámat led pohybující se proti pilíři.

Velikost a hmotnost prefabrikátů vyžadovaly vyztužení základové půdy během přípravy výroby Amherst Head, stejně jako použití speciálního pásového dopravního systému k přesunu prefabrikátů z výroby na skládku a na nedaleké molo. Tyto pásové transportéry využívající speciálně navržené betonové kolejnice potažené teflonem si vysloužily od pracovníků přezdvíku humři.



**Obrázek 14: Pole mostu umožňující proplutí lodní dopravě. [5]**

Výstavba pevné linky vyžadovala více než 5 000 dělníků specializovaných profesí, inženýry, inspektory a manažery. Ekonomický dopad výstavby na ostrov Prince Edwarda byl značný, přičemž provinční HDP během výstavby vzrostl o více než 5 %, což ostrovu přineslo krátkodobý ekonomický rozmach. Stavba byla dokončena v dubnu 1997. [5]

### 1.2.3. Most přes Øresund

Most přes Øresund nebo Øresundský most (dánsky Øresundsbroen, švédsky Øresundsbron) je most spojující dánské hlavní město Kodaň se švédským přístavním městem Malmö, díky kterému cesta trvá pouze 35 minut. Most je druhým největším pevným mostem na světě. Celý přejezd měří 16 km a tvoří ho 430 m dlouhý uměle vytvořený poloostrov, tunel měřící přes 3,5 km a vedoucí 10 m pod vodou, 4 km dlouhý umělý ostrov a 7845 m dlouhý most. Jeho hlavní pole s průjezdným prostorem pro velké lodě je zavěšené na dvou 204 m vysokých pylonech. Vlastní most je dvoupatrový. Horní patro slouží automobilové dopravě, ve spodním patře jezdí vlaky rychlostí až 130 km/hod. Přes most přejede denně 10 000 automobilů a 20 000 cestujících 280 vlaky včetně rychlodráhy Kodaň – Malmö. V nejvyšším místě je vozovka 57 m nad vodní hladinou.



Obrázek 15: Dvoupatrová příhradová konstrukce mostu.

Most o délce 7 845 m překonává polovinu vzdálenosti mezi Švédskem a dánským ostrovem Amager. Konstrukce má hmotnost 82 000 tun a nese dvě železniční koleje pod čtyřmi jízdními pruhy. Na obou stranách na tři zavěšená pole mostu navazuje konstrukce podepřená každých 140 m betonovými pilíři. Dvoudírkové pylony jsou vysoké 204 m, rozpětí hlavního pole je 491 m, nicméně lodě dávají spíše přednost plavbě nerušenou Drogdenskou úžinou nad Drogdenským tunelem. Nosná konstrukce a systém závěsů byly navrženy tak, aby zajišťovaly dostatečnou tuhost nezbytnou pro převedení železničního provozu.

Konstrukce je rovněž odolná proti hromadění ledu. Most zažívá občasné krátké uzávěry během velmi nepříznivého počasí, jako byla St. Judova bouře z října 2013.



Obrázek 16: Uměle vytvořený ostrov s podvodním tunelem.

Vzhledem k vysokému podélnému a příčnému zatížení působícímu na most a pro přizpůsobení pohybům mezi nástavbou a spodní konstrukcí má ložiska o hmotnosti až 20 t, která jsou schopna nést svislá zatížení až 96 000 kN v podélném směru a svisle 40 000 kN v příčném směru.

Problémy s vibracemi způsobené několika závěsy mostu, které se projevily za určitých větrných a teplotních podmínek, byly vyřešeny instalací tlumičů, které byly instalované v párech ve středech závěsů. Dva z těchto tlumičů byly vybaveny laserovými měřidly pro průběžné monitorování. [16] [17]

### 1.3. Materiály a prvky

#### 1.3.1. UHPC

Ultra-vysokohodnotný beton, také označován jako „Ultra-High Performance Concrete“ (UHPC), má jemnozrnnou strukturu převážně z vysokopevnostních složek na bázi cementu, které dosahují v tlaku vysokých pevností. Průměrně dosahuje pevnosti v tlaku 150 MPa (minimálně 110 až 130 MPa) a více. Zejména při vyztužení ocelovými vlákny (pak se jedná o UHPFRC – Ultra High Performance

Fiber Reinforced Concrete) má i vysokou pevnost v tahu či v tahu za ohybu po vzniku trhliny s vysokou lomovou energií a vysokou duktilitou.

Konstrukce z UHPC přibývají všude po světě poměrně pomalu, neexistuje mnoho norem, výstavba je náročná a s ní je i spojená i určitá nejistota týkající se spolehlivosti konstrukce při chybějící betonářské výztuži, což je pro stavební inženýry atypické. Další nevýhodou tohoto materiálu je její cena, stojí průměrně čtyřnásobek ceny běžného betonu vyrobený v betonárnách na 1 m<sup>3</sup>.

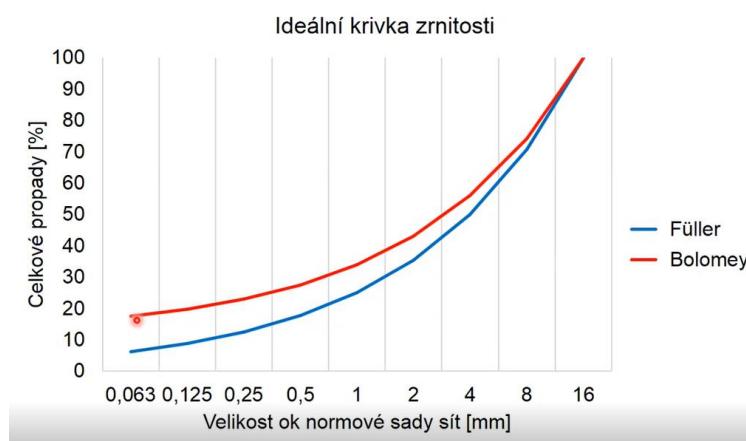
Pomocí cementem pojené matrice, naměříme vysoké pevnosti v tlaku okolo 150-200 MPa, přitom je ale velmi křehká. Do směsi jsou zároveň přidány tenká ocelová vlákna, které zvyšují její tahové a lomové vlastnosti. Právě množstvím ocelových vláken rozptýlených ve směsi je zajištěná duktilita materiálu a přenos tahového namáhání i přes to, že je přítomná trhlina. Ve srovnání s běžnými betony, má kromě tlakové pevnosti, výborné mechanické vlastnosti v prostém tahu (okolo 8 MPa a více), tahu za ohybu (15-50 MPa), modulem pružnosti v tlaku (obvykle cca 40-55 GPa), ale také dalšími důležitými a nepostradatelnými vlastnostmi jako je odolnost vůči vnějším vlivům okolního prostředí a nízké permeability (=propustnosti), která je dosažená vysokou hutností betonu. Nové konstrukce se čím dál víc navrhuji z UHPC nejen kvůli vysoké pevnosti, ale i kvůli jeho houževnatosti a trvanlivosti (200let a více).

Pro výrobu UHPC je třeba upravit křivky zrnitosti hrubého kameniva (kontrola kypření) a doba míchaní je omezena, proto je obtížně transportovatelný. Pořadí dávkování drátků je podstatné, pokud se přidávají ocelová vlákna, tak vždy jako poslední složka, pokud jsou vlákna plastová, tak se přidávají již do suché směsi, jinak vyplavou. Ukládání je velmi náročné, in-situ se nesmí zvyšovat dávky vody, přestože to může v bednění vypadat jako potřebné, jinak dojde k tzv. krvácení. Laboratorně vyráběný beton se nesmí vibrovat a hutnit pomocí magnetů, došlo by k segregaci ocelových drátků.

V následujících podkapitolách bude zmíněno, z jakých surovin se takový specifický beton skládá. Receptura se mění k bezpečnému dosažení vlastností, požadované v dané konstrukci a podmínkách. [10]

## Kamenivo

Zrnitý materiál, většinou přírodního původu, který je obvykle chemicky neaktivní. Tvoří 2/3 betonu, zlepšuje objemovou stabilitu a trvanlivost, ovlivňuje objemovou hmotnost, modul pružnosti a tlakovou pevnost. Proto musí být kamenivo vysoké pevnosti, jakosti a s co nejmenším počtem vnitřních poruch. Používají se tříděné písky z pevných hornin, které dosahují požadované (ideální) křivky zrnitosti (Füllerova a Bolomeyova křivka) s ohledem na minimální mezerovitost.




Obrázek 17: Ideální křivka zrnitosti (Füller a Bolomey). [10]

Těžené kamenivo je lepší než drcené, protože má oblé neostré hrany a tím napomáhá zpracovatelnosti. Kamenivo pro UHPC je selektováno dle minimálního podílu jemných částic (<0,25mm), tvarového indexu, nasákavosti, odolnosti proti mrazu, množství volného SiO<sub>2</sub> (alkalicko-křemičitá reakce) má být zdravotně nezávadný a se zoptimalizovanou zrnitostí. Mezi kamenivem a pojivem se mohou tvořit tzv. tranzitní zóny, kvůli většímu podílu jemných částic, než je předpokládáno, což může snížit pevnost o 10 %. Zmenšení tranzitní zón lze dosáhnout praním kameniva, pomocí vodních clon či pracího bubnu. Horniny pro těžbu (drcení) kameniva bývají čediče, žuly a křemence, mezi kterými zcela

nejlepší jsou čediče. Stejně kamenivo může mít jiné vlastnosti u vícero kamenolomů, roli hraje i historie geologického vývoje na daném území.

Tabulka 1: Kamenivo-petrologie. [10].

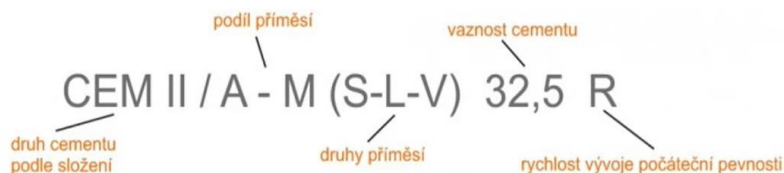
Hornina	Pevnost v tlaku [MPa]	Modul pružnosti [Gpa]
čedič	290-400	55-115
žula	160-280	40-70
křemenec	150-300	60-75



## Cement

Cement je hydraulické anorganické pojivo spojující kamenivo. Hlavní složky jsou přírodní vápenec (75 %), vápenné slínky a hlinité břidlice. Mezi přídavné složky patří vysokopecní struska, vysokoteplotní popílek, MgO (proti objemovým změnám), korigující suroviny (CaO, SiO<sub>2</sub>) a intenzifikátory (úprava teploty výpalu).

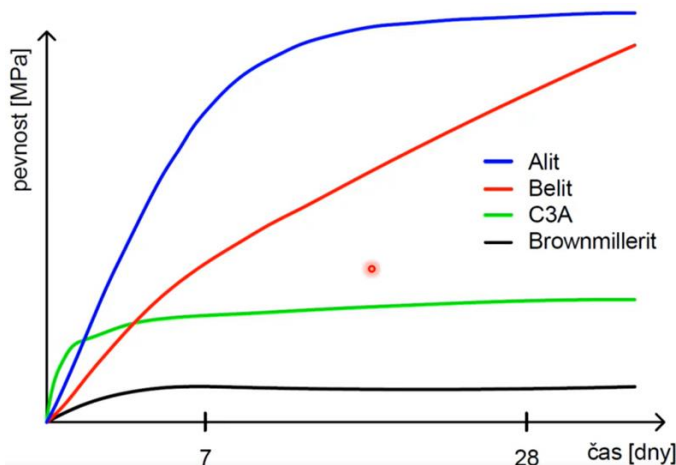
- A – 6 až 20% příměsí
- B – 21 až 35% příměsí
- K – slínek
- S – vysokopecní struska
- D – mikrosilika
- P – přírodní pucolány
- V – křemičité popílký
- W – vápenaté popílký
- L - vápenec



Obrázek 18: Základní druhy cementu. [27].

Ekonomické je použití běžně vyráběného klasického cementu z portlandského slínku typu CEM I (výjimečně CEM II) u kterého se ví jistě, že nejsou přídavné složky jako u ostatních druhů cementu a je možnost si regulovat složky přidáním individuálně. Důležitější než pevnostní třída cementu je kvalita lomu a jemnost mletí vápence a jílu. U běžných betonů bývá dávkování 300-350 kg/m<sup>3</sup>, u UHPC se používá však mnohem větší množství cementu, a to v rozmezí 400-900 kg/m<sup>3</sup>. Chemické složení cementu je [10]:

- Alit  $C_3S=(CaO)_3 SiO_2$  – trikalciumsilikát (cca 65 %)
  - vysoká hydratační rychlost a také vývin hydratačního tepla (500 kJ/kg)
  - dosahuje vysokých pevností cementu
  - nízká odolnost proti chemicky agresivnímu prostředí (síranové vody)
- Belit  $C_2S=(CaO)_2 SiO_2$  – dikalciumsilikát (cca 25 %)
  - pomalá hydratační rychlost a nízký vývin hydratačního tepla (250 kJ/kg)
  - zajišťuje dlouhodobé pevnosti s pomalým růstem
- $C_3A=(CaO)_3 Al_2O_3$  – trikalciumaluminát (8-10 %)
  - vysoký vývin hydratačního tepla (až 860 kJ/kg)
  - velmi rychle tuhne a tvrdne, ale má nízkou pevnost – pro zpomalení se přidává regulátor tuhnutí sádrovec (5-6%)
  - na jeho reakci cílí přísady do betonu
- Celit  $C_4AF=(CaO)_4 Al_2O_3Fe_2O_3$  – Brownmillerit (cca 10%)
  - nejnižší pevnost a nízký vývin hydratačního tepla (420 kJ/kg)
  - zajišťuje chemickou odolnost (v síranuvzdorných cementech se upřednostňuje před  $C_3A$ )



Obrázek 19: Vliv chemických složek cementu na nárůstu pevnosti. [10].



## Voda a vodní součinitel

Voda odstartovává hydrataci cementu a zlepšuje jeho zpracovatelnost tím, že snižuje tření na povrchu jednotlivých zrn. Množství vody ovlivňuje výslednou pevnost (pórovitost cementové pasty), smršťování a trvanlivost. Nejčastěji se používá pitná voda, ale lze použít i vodu recyklovanou, například z odkalovací nádrže od umyté míchačky. Vodní součinitel je u betonů vyšší pevností nižší. [10]

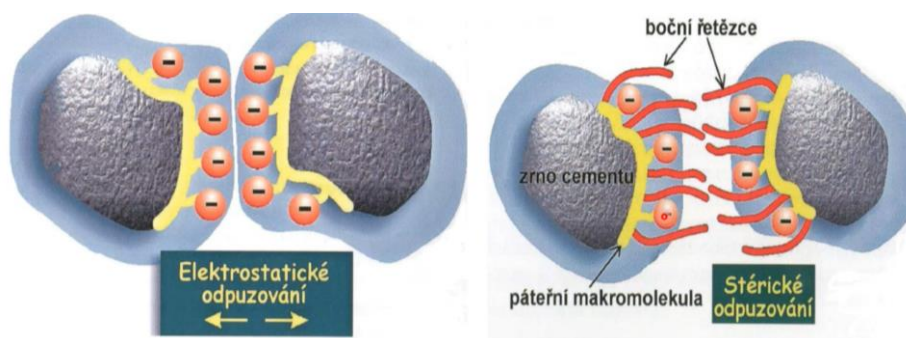
$$w = \frac{v}{c + k.p} = \frac{\text{hmotnost vody}}{\text{hmotnost cementu} + k.přísada}$$

Typ přísady	k - hodnota
mikrosilika	2,0
popílek	0,4
struska	(0,6)

Obrázek 20: Vodní součinitel. [10].

## Přísady

Ultra-vysokohodnotné betony mívají přísady do 5 % k dávce cementu a to plastifikační (elektrostatické odpuzování), superplastifikační (stérické odpuzování), provzdušňovací, zpomalovače tuhnutí, urychlovače tuhnutí, stabilizační atd. Nejvyšší efektivnost mají superplastifikační přísady, které zlepšují tlakovou pevnost, trvanlivost a zjednodušují hutnění. Plastifikační přísady umožňují dosáhnout nízkých hodnot vodních součinitelů (w/c do cca 0,25) a při tom zajistit dostatečnou zpracovatelnost směsi. Užívají se na bázi C<sub>3</sub>A a polykarboxylátů (PCE), množství je terminované recepturou.



Obrázek 21: Schéma eletrostatického a stérického odpuzování. [10].

## Příměsi

Dávkování je okolo 5-20 % k dávce cementu a zlepšuje nějakou vlastnost betonu. Příměsi jsou jemnozrnné anorganické práškové materiály s max. velikostí zrn do 0,25mm. Zajišťují co největší hutnost, minimalizují mezerovitost a přispívají k ovlivnění reologických vlastností čerstvé směsi a hydratační reakci.

Dělíme je na dva typy:

- Typ I-Latentně hydraulické příměsi (účastní se hydratace): např. mikrosilika (křemičitý úlet  $\text{SiO}_2$ ), popílek, vysokopecní granulovaná struska, metakaolin
- Typ II-Inertní příměsi (neúčastní se hydratace): např. mikromletý vápenec, křemenná moučka a čedičový prach.

Nejvyžívanější latentně hydraulickou příměsí jsou mikrosilika, redukuje totiž hydratační teplo, vyplňuje mezery mezi zrny cementu, zvyšuje hutnost, zlepšuje zpracovatelnost, jsou preventivním opatřením proti krvácení betonu. Vzniká jako odpad z hutného průmyslu a jemnost mletí je 15000-30000  $\text{m}^2/\text{kg}$ . Tím že vstupuje do hydratace cementu zvětšuje spotřebu vody, dávkování je do 10 % cementu.



Obrázek 22: Mikrosilika (křemičitý úlet). [10]

Inertní hydraulické směsi slouží jako mikrofiller na optimalizaci křivky zrnitosti a mohou urychlit nárůst pevnosti. V UHPC se moc nepoužívají, pouze občas na zlepšení křivky zrnitosti [10].

## Drátky

Aby UHPC bylo duktilní a houževnaté, musí se cementová matrice vyztužit všesměrně orientovanou výztuží, která by měla být rovnoměrně rozptýlená všude. Drátky v betonu tímto brání křehkému lomu a konstrukce při dosažení mezních stavů varuje. Množství dávky vysokopevnostních (pevnost v tahu cca 2000 MPa) ocelových mikrovláken bývá 1-2 % z objemu betonu, cca tedy 20-40 kg/m<sup>3</sup>. Průměr jednoho vlákna je do 0,3mm a dlouhý do 20 mm. Vlákna dokážou ovlivnit konečné chování materiálu, přenáší napětí i po vzniku trhliny. Tvoří 50-60% ceny jednoho kubíku betonu [10].



Obrázek 23: Druhy drátků. [10]

### 1.3.2. Lana a kabely

Drátěná lana vinutá z tenkých ocelových drátů, které se užívaly v dolech od roku 1834, se záhy uplatnila i v jiných odvětvích a našla i cestu do stavebnictví.

Jednu skupinu tvoří ohebná lana užívaná hlavně ve strojírenství, kde se kromě pevnosti, klade důraz na ohebnost, aby bylo možné vést lano i přes kladky malého průměru.

Druhou skupinou jsou tzv. nosná (tuhá) lana, u nichž se hlavní důraz klade na únosnost a ty jsou užívány ve stavebnictví dominantně. Tuhá lana se vinou ze silnějších drátů (nejčastěji Ø 5 mm) a to kruhového nebo profilovaného průřezu.

U mostních konstrukcí se zpravidla užívá jednopramenných uzavřených lan vinutých z drátů kruhového průřezu a opatřených jednou nebo několika vrstvami z klínových nebo profilovaných drátů, které těsně na sebe doléhají a chrání tak vnitřní proti korozi. Dráty jsou chráněny proti korozi pomocí nátěru nebo jsou pozinkovány, v novější době ještě plastickou hmotou. Lana se dodávají na staveništi navinutá na bubny. Dodací délky závisí na druhu a průměru lana a na možnosti dopravy, zpravidla jsou výrobní délky podstatně delší.

Třetí skupinou jsou kabely skládané ze souběžných drátů, které se vyrábějí postupným skládáním přímých vyrovnaných drátů do kruhového nebo šestiúhelníkového průřezu, který se po příčném slisování postupně opatří průběžnou nebo přerušovanou příčnou bandáží z tenkého měkkého drátu. Kabely ze souběžných drátů jsou značně tuhé a nelze je proto navíjet pro transport na bubny. Dráty se proto skládají v jeden kabel poblíž staveniště mostu odkud je možná doprava hotových kabelů přímo na most. [9]

### **Technologie skládání kabelů**

U visutých mostů velkých rozpětí se kabely skládají z jednotlivých drátů zavěšovaných přímo na pylony mostu na místě jejich upotřebení, tj. ve vzduchu. Nejdříve se mezi oběma břehy přes pylony zřídí pod budoucími kabely visuté pracovní lávky a nad ní lanová dráha po které pojíždí vozík s kladkou od jednoho kotevního bloku k druhému. Lanová kladka přetahuje při přejezdu smyčku drátu, jehož jeden konec je zakotven a druhý se odvíjí z bubny. Na druhém břehu se smyčka sejme z lanové kladky a přeloží přes kotevní botku, čímž jsou položeny dva dráty budoucího kabelu. Zpravidla se pohybuje s lanovým vozíkem více než jedna kladka. Vozík s lanovými kladkami se pohybuje rychlostí 300 m/min. Z druhého břehu se vozík s kladkami vrací s dalšími smyčkami drátu, které se odvíjí z bubny na druhém břehu anebo prázdný vozík, ale současně vyjíždí z počátečního břehu druhý vozík s dalšími smyčkami drátu. Jednotlivé smyčky se přesně urovnávají a napínají na stejný průvěs podle šablonového drátu, jehož délka a průvěs jsou pečlivě měřeny s ohledem na očekávané trvalé a pružné přetvoření od zatížení vlastní vahou a mostem. Skupiny po několika stovkách

drátů se provizorně svazkují a ukládají na určené místo na kabelových sedlech na vrcholu pylonů a postupně vyrovnávají (většinou do šestiúhelníku). Po vyložení všech svazků se slisují do kruhového tvaru strojem, který pojíždí po kabelu, bandážují od místa k místu a pak hustě ovíjí tenkým drátem. Ovinutí drátem sahá jen ke kabelovým sedlům. Již během kladení pozinkovaných drátů a vrstvení svazků se dráty opatřují přídatnou povrchovou ochranou, a nakonec i hotový kabel je opatřen protikorozi ochranou. V novější době se hojně užívá k ochraně proti korozi lan, svazků a kabelů umělých hmot.

Tento způsob skládání kabelů ve vzduchu byl prvně užitý německo-americkým inženýrem J. A. Roeblingem u menšího mostu mezi lety 1841-1845 poblíž Niagar a při stavbě Brooklynského mostu v New Yorku mezi lety 1866-1879. Skládání kabelů ve vzduchu teprve umožnil hospodárnou stavbu visutých mostů velmi velkých rozpětí, a to primárně v hůře dostupných místech, např. mořské úžiny. [9]

### **Materiálové charakteristiky a výroba**

Dráty pro výrobu lan a kabelů jsou taženy za studena z uhlíkové oceli poměrně vysokého obsahu uhlíku (0,8-0,9 %), výjimečně z legované oceli. Tažením za studena se dosahuje vysokých pevností, u drátů malých průměrů lze dosáhnout vyšší pevností než u větších průměrů. Součástí výrobního postupu drátů je zpravidla zvláštní tepelné zpracování (tzv. patentování) v průběžných pecích, popř. v metalické lázni za účelem zvětšení houževnatosti. Pevnost pozinkovaných drátů je poněkud nižší než nepozinkovaných, a to jednak z důvodu ovlivnění teplem při pozinkování, jednak proto, že se měří průměr drátu včetně vrstvy zinku.

Dráty pro výrobu lan i kabelů se stykují z výrobních délek. Užívá se buď táhlého přeplátování a tvrdého pájení nebo tupého svařování s dodatečným vyžiháním ve svářečce. Předpis žádá dosažení min. 50% pevnost ve svaru. Srovnání pevnosti u spájení a svařování jsou rovnocenné, tažnost a meze únavy jsou u svařovaných styků lepší. Dříve se dráty výlučně stykovaly šroubovými objímkami, později se ujalo stykování hydraulicky prolisovanými objímkami, které

přenáší sílu třením, neoslabují průřez drátu závitem a nesnižují jeho pevnost teplem. Objímka má doutníkový tvar, takže nepřekáží při pletení lan nebo kladení drátů do svazků a dosahuje pevnosti 90-95 % nestykovaného drátu. Styky jednotlivých drátů musí být v laně střídány po délce, aby nevznikl „oslabený průřez“. [9]

## Mechanické vlastnosti a statický výpočet

Mechanické vlastnosti kabelů a lan jsou jiné než drátů, z nichž jsou zhotoveny. U lan rozlišujeme 3 pojmy pevnost:

- $P_j$  = jmenovitá pevnost lana je hodnota vypočtená násobením normového průřezu lana, který se rovná součtu jmenovitých ploch jednotlivých drátů, respektive normovou pevností drátu
- $P_v$  = výpočtová pevnost lana je součet pevností všech drátů zjištěných přetržením jednotlivých drátů po jejich zpracování v lano. Zpravidla je  $P_v > P_j$
- $P_s$  = skutečná pevnost lana zjištěná přetržením lana jako celku. Vlivem sklonu drátu k ose lana, příčného tlaku mezi jednotlivými dráty a nestejného rozdělení sil na jednotlivé dráty je vždy  $P_s < P_v$ . Pokles pevnosti je různý dle druhu lan a pohybuje se mezi 10-20 %, který je omezen normou. Nejmenší rozdíl pevností lze dosáhnout u pečlivě vyrobených kabelů ze souběžných drátů.

Ve statických výpočtech pracujeme s hodnotou  $P_j$ , která je uvedená v normách a katalozích, poklesu pevnosti na  $P_s$  nebo  $P_v$  se dbá při volbě součinitele bezpečnosti, resp. výpočtového namáhání. U kabelů se souběžnými dráty je  $P_v > P_j$  a  $P_s \approx P_v$ , protože nepravidelnosti jsou menší než u vinutých lan .

Pro výpočet i stavební fáze mostu je důležitá znalost reologických vlastností lan a kabelů ve vztahu zatížením a přetvořením v závislosti na čase. Poměry jsou komplikované, ovlivněny jsou nejen materiálem a konstrukcí lana, ale i způsobem výroby a historií zatížení. Přetvoření lana při prvním zatížení nestoupá lineárně se zatížením a je větší, než by odpovídalo modulu pružnosti drátů v laně. Při malém

zatížení je poměrné přetvoření veliké, modul pružnosti je malý, s přibývajícím namáháním sice roste, zůstává však stále menší než u jednotlivého drátu. Čím déle lana pracují pod zatížením, tím více se urovnávají vnitřní imperfekce a modul pružnosti se ustálí, nedosáhne však nikdy modulu pružnosti drátu.

Aby se při používání lana nemuselo velké prvé trvalé prodloužení nejisté velikosti vyrovnávat až při zabudování do konstrukce, napínají se lana před použitím, čímž se část trvalého prodloužení předem odbourá. Lana se napínají buď v továrně, nebo nejlépe až na staveništi, protože se navinutím na bubny příznivý vliv napínání částečně naruší. Napíná se nad očekávané nejvyšší zatížení a odlehčuje se, tento proces probíhá asi 10krát. [9]

#### 1.4. Zakládání ve vodě

Ropné plošiny ukotvené zabetonováním do mořského dna dokážou stát pevně na hladině moře i v hloubkách 500 m. Vývoj offshore konstrukcí typu plovoucí a gravitační, pro těžbu ropy a plynu v oceánech, umožnila vývoj nových technologií schopné čelit a řešit četné problémy související s realizací mostů. Mezi průlomovými ikonami zakládání v nedobrych podmínkách je visutý most Akashi Kaikyo, který má pylony založeny v hloubce 110 m pod mořskou hladinou (viz. Kapitola 1.1.2. Akashi Kaikyo Bridge). [22]



Obrázek 24: Zakládání ropných plošin.

V Norsku se již uvažuje nad návrhovou hypotézou přechodu fjordu pro prodloužení komunikace E39. Visutý most přes Sulafjord uvažuje nad variantou pevného upevnění pylonu ke dnu a možnosti pylonu na plovoucích základech.

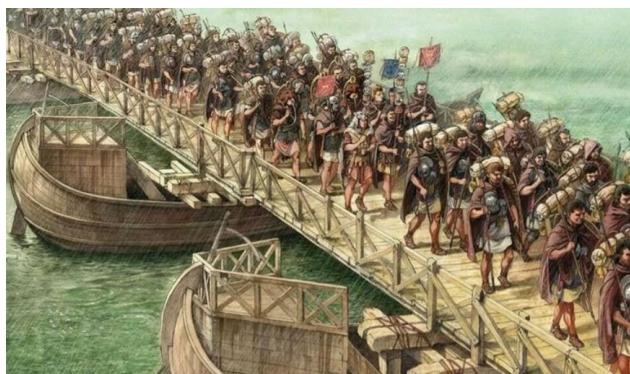


Obrázek 25: Visutý most v Norsku, hypotetické zakládání v extrémních hloubkách.

## 1.5. Přemostění přes Messinskou úžinu

### 1.5.1. Historie přemostění úžiny

První projekty na přemostění sahají až do starověkého Říma, kde byl nejspíš i postavený pontonový most, pomocí lodí a barelů. Problémem pontonového mostu bylo, že znemožňovala průjezd lodní dopravě. První zmínky konstrukce byly z roku 251.n.l., která sloužila k přemostění vojsk do války.



Obrázek 26: Pontonový most realizovaný Římskou armádou pro překročení řeky. [22]



Přemostění bylo pouze dočasné a dle dochovaných pramenů historika Strabone byl most zrealizován na příkaz římského konzula Lucio Cecilio Metello. Měl sloužit k transferu 104 slonů, kteří byli lapeni v bitvě u Palerma. Dle Straboneho, Lucio Cecilio Metello přikázal shromáždit velké množství prázdných sudů, které byly přivázány po dvou, na ně se umístily desky pokryté hlínou a k tomu dřevěné parapety po stranách, aby sloni nemohli spadnout do vody. [22]

### 1.5.2. Soutěžní návrhy a varianty

V průběhu 19. a 20. století došlo k oživení tématu postavení trvalé přemostující konstrukce, jelikož zde funguje pouze lodní přívoz.



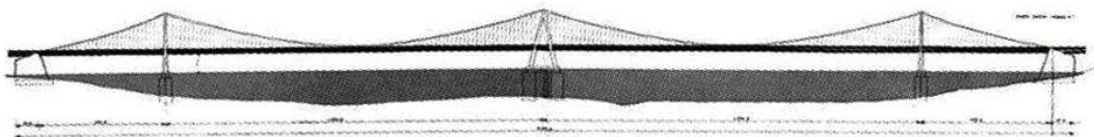
Obrázek 27: Prostorové zobrazení visutých mostů na geografické mapě. [22]

Návrhů vzniklo několik, do posledních kol výběrových řízení se dostaly následující:

- Visutý most o 4 polích (Callini – Montuori – Pavlo JV)
- Podvodní tunel (Progetto Grant Alan and Partners, Covell and Partners, Inbucon international)
- Zavěšený most o 3 polích s tahovými pilíři (Gruppo Lambertini)
- Visutý most o 1 poli (Gruppo Musmeci)
- Visutý most o 3 polích (Gruppo Ponte Messina S.p.A)
- Visutý most o 5 polích (Technital S.p.a.)
- Visutý most o 1 poli se šikmými závěsy (Studio Nervi)

## Visutý most o 4 polích (Calini-Montuori-Pavlo JV)

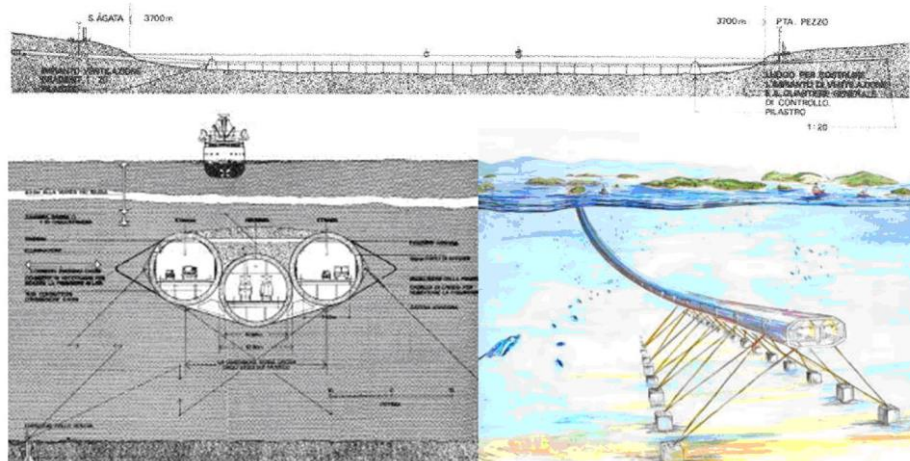
Klasický typ vysutého mostu o 4 polích (465 m + 1360 m + 1360 m + 465 m = 3650 m) prezentovaný architektem Eugenio Montuori, inženýrem Calini a Lionel Pavlo, umístěný v „Sello dello Stretto“ mezi Ganzirri a Punto Pezzo. [22][23]



Obrázek 28: Visutý most o 4 polích. [7]

## Podvodní tunel (Progetto Grant Alan and Partners, Covell and Partners, Inbucon international)

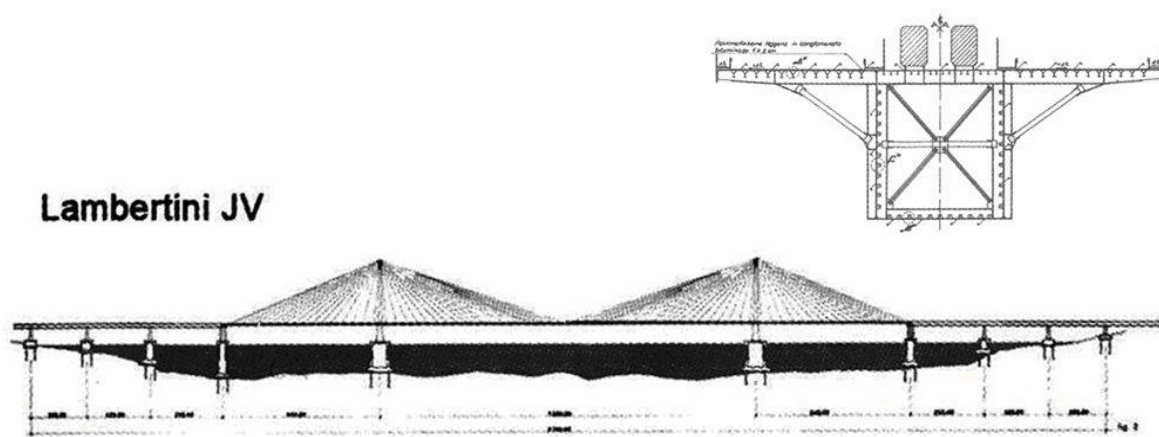
Podvodní tunel ukotven ke dnu ocelovými lany, také nazýván jako „Archimédův most“. Konstrukce by byla umístěná více než 20 m pod hladinou vody a jeho váha by byla nižší než vztlak vody dle Archimédova zákona, a tudíž by se most vznášel ve vodě. Díky tomuto fyzikálnímu jevu by mohla být konstrukce štíhlejší z toho důvodu, protože energie od seismických sil by byla utlumena nebo eliminována přítomností okolní kapaliny. Vlny vyvolány seismicitou a podvodními proudy dosahují menších sil, které konstrukce je schopna unést. Tunel o 3 lodích by dosahoval délky 3 700 m a byl by umístěn v „Sello dello Stretto“ mezi Sant’Agata a Punta Pezzo. [22][23]



Obrázek 29: Podvodní tunel. [23]

## Zavěšený most o 3 polích s tahovými pilíři (Gruppo Lambertini)

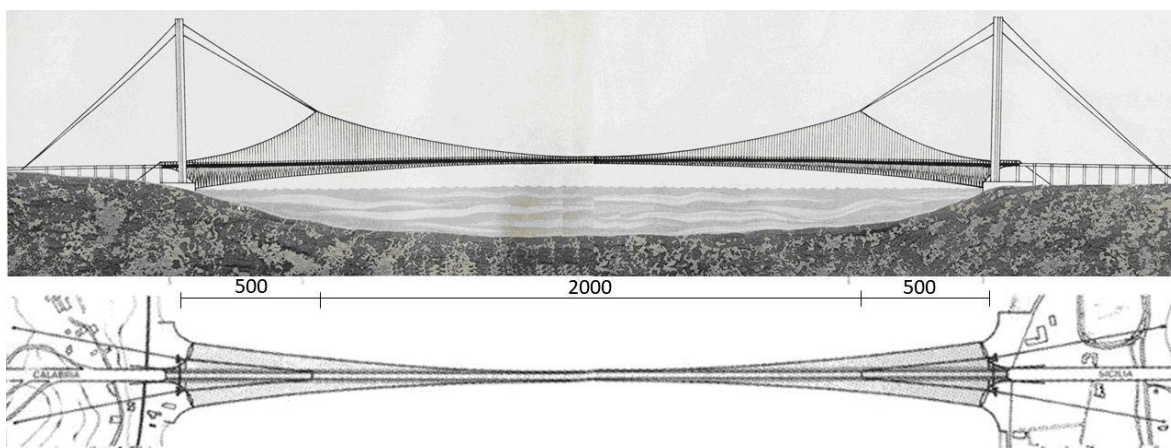
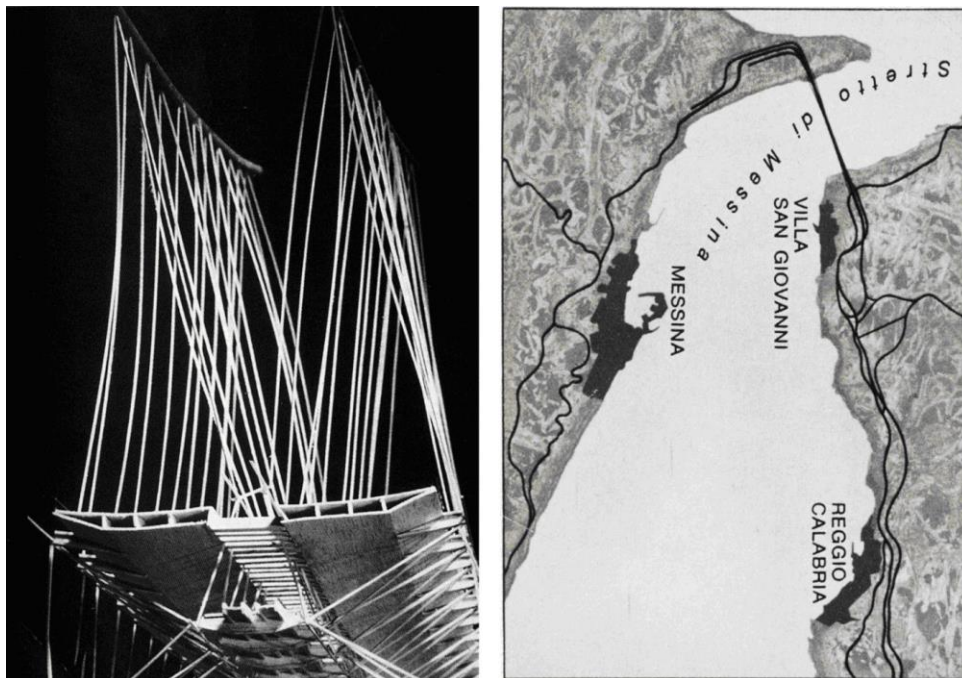
Zavěšený most o 3 hlavních polích (540 m + 1 300 m + 540 m ) a několika vedlejších polích na obou březích, které by fungovaly také jako tahové pilíře na omezení deformací. Obzvlášť vhodná byla tato varianta z důvodu menších deformací od železniční dopravy a také by byl snadněji konstruovatelný. Umístění v „Sello dello Stretto“ mezi Ganzirri a Punto Pezzo. [23]



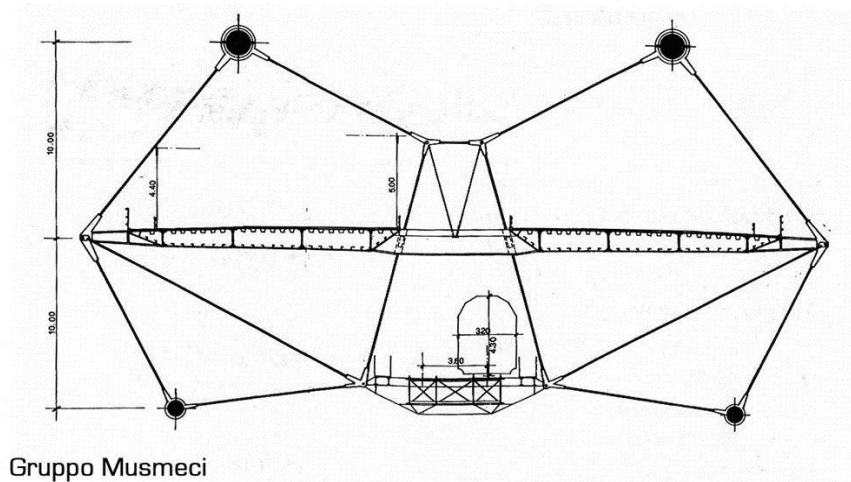
Obrázek 30: Zavěšený most 3 polích. [23].

## Visutý most o 1 poli (Gruppo Musmeci)

Visutý most o jediném poli o světlosti 3 000 m a výšce pylonů 600 m je velmi originálním a elegantním prostorovým visutým systémem pro ztužení konstrukce ve svislém směru, umožňující železniční provoz a ve vodorovném směru od nárazů větrů. Takové ztužení konstrukce omezující nadměrné deformace, zabezpečuje železniční trať od vykolejení vlaku. Rekordní světlost tohoto pole by byla umístěna v nejužším místě Messinské úžiny, a to mezi Ganzirri a Canitello. [7][8]



Obrázek 31: Schéma přemostění visutého mostu o 1 poli. [23]

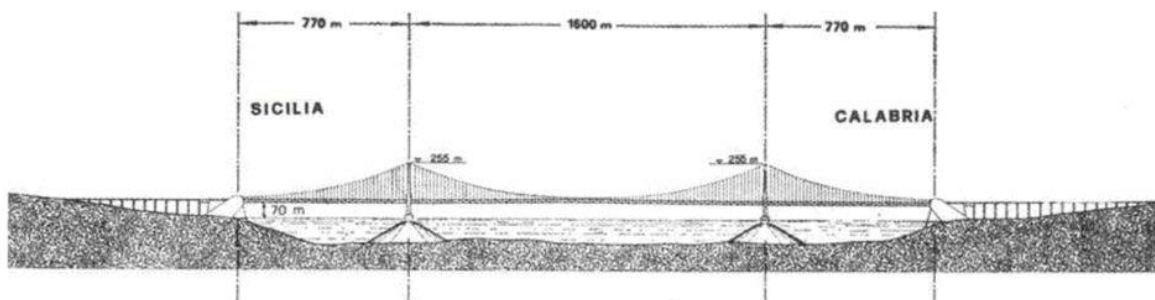


Gruppo Musmeci

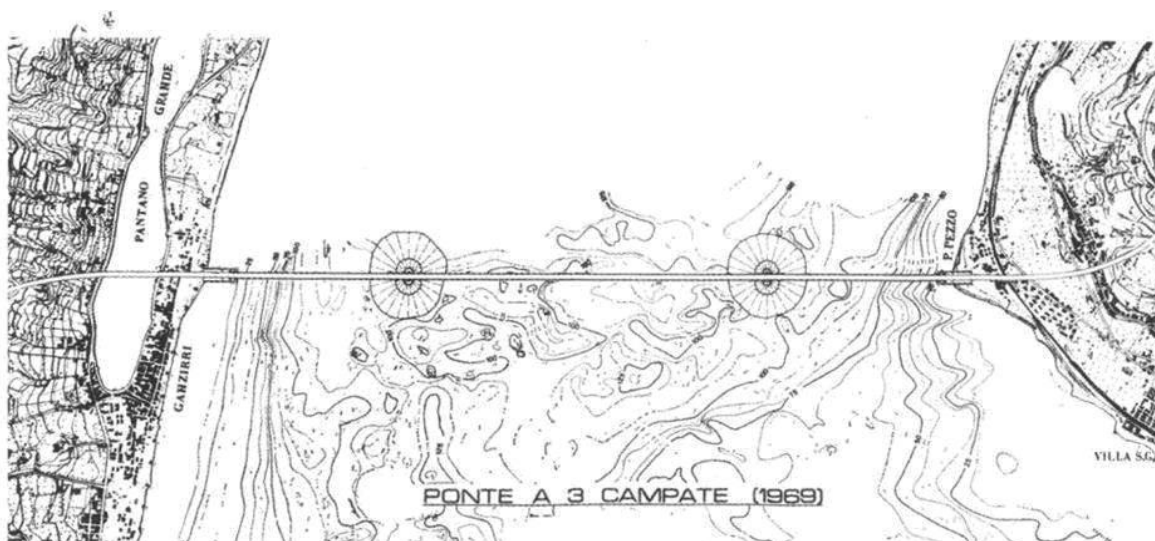
Obrázek 32: Příčný řez visutým mostem o 1 poli. [23]

### Visutý most o 3 polích (Gruppo Ponte Messina S.p.A)

Statically výhodné rozdělení polí v poměru 1:2:1 (770 m + 1600 m + 770 m = 3140 m) vhodně roznáší zatížení na úkor složitějšího zakládání v moři. Projekt vytvořila americká společnost, však autorem vzniku původního návrhu byl inženýr Steinmann v letech 1953-1955. [23]



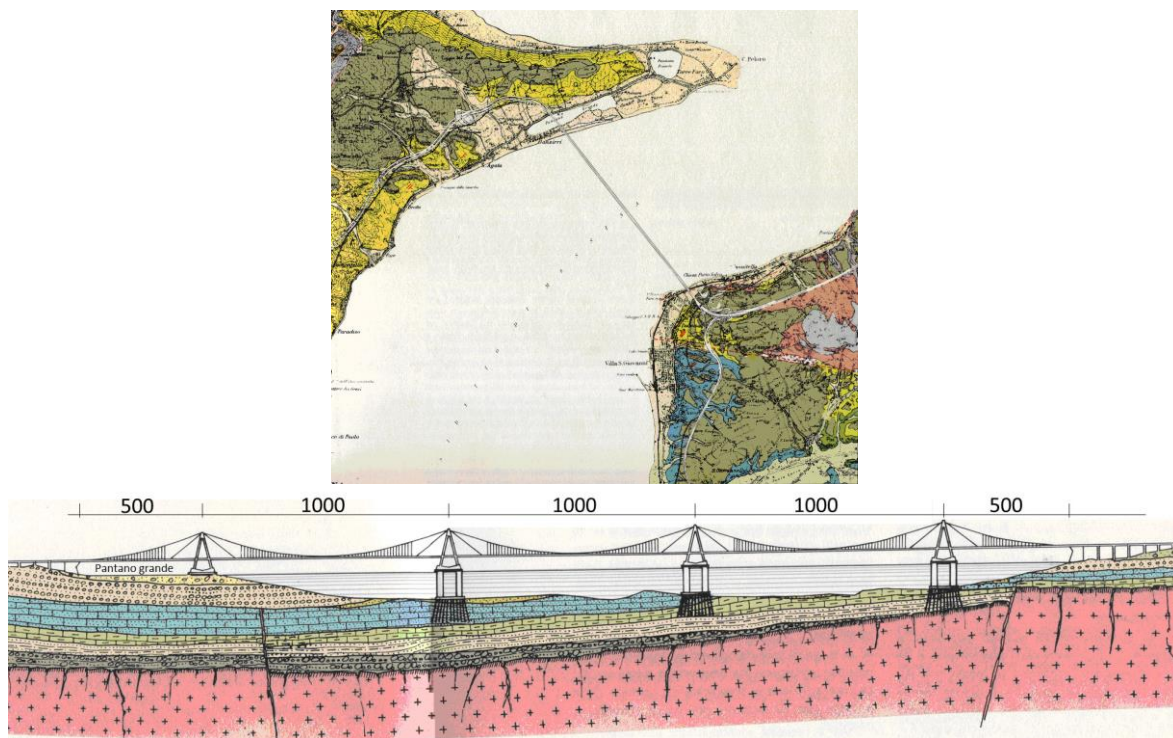
Obrázek 33: Podélné uspořádání visutého mostu o 3 polích. [23]



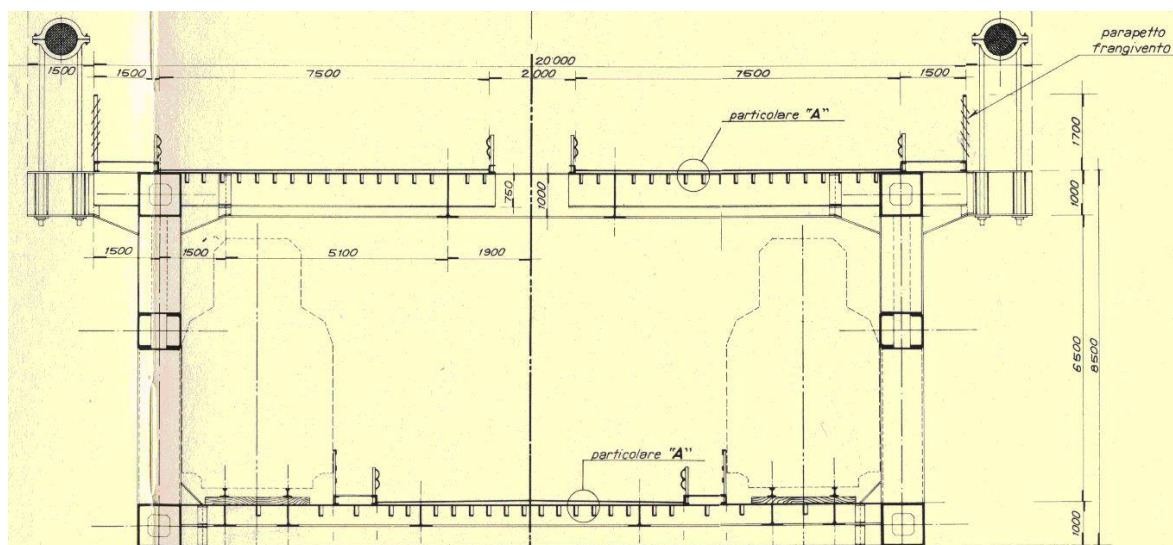
Obrázek 34: Pohled shora na visutý most o 3 polích. [23]

### Visutý most o 5 polích (Technital S.p.a.)

Visutý komorový most o 5 polích představuje velmi složité vícenásobné zakládání pylonů v moři, však rozpětí jednotlivých polí (500 m + 1 000 m + 1 000 m + 1 000 m + 500 m = 4 000 m) by představovali menší výzvu. Opět navrženo v nejužším místě „Sello dello Stretto“ mezi Ganzirri a Punto Pezzo. [22][23]



Obrázek 35: Půdorysné umístění a podélné schéma visutého mostu o 5 polích. [23]

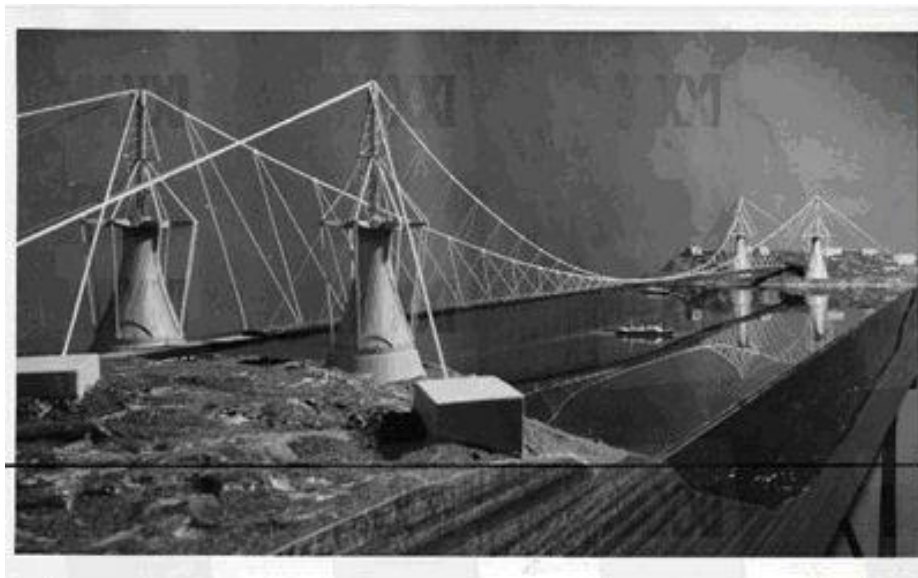


Obrázek 36: Příčný řez visutého mostu o 5 polích. [23]

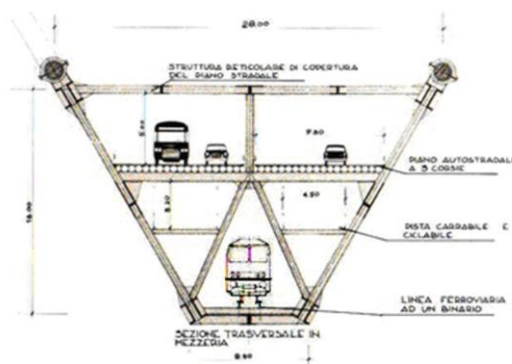
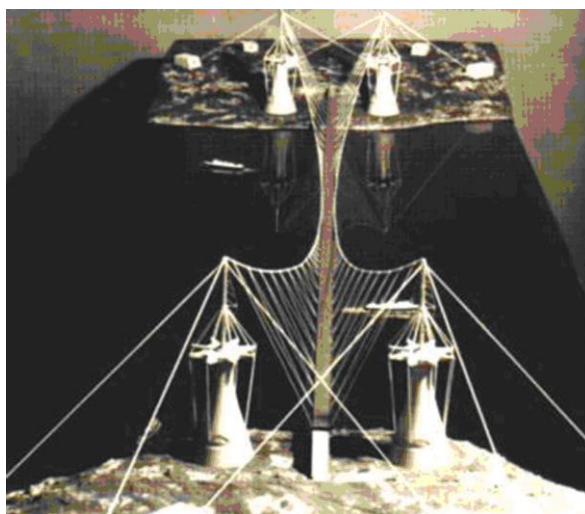
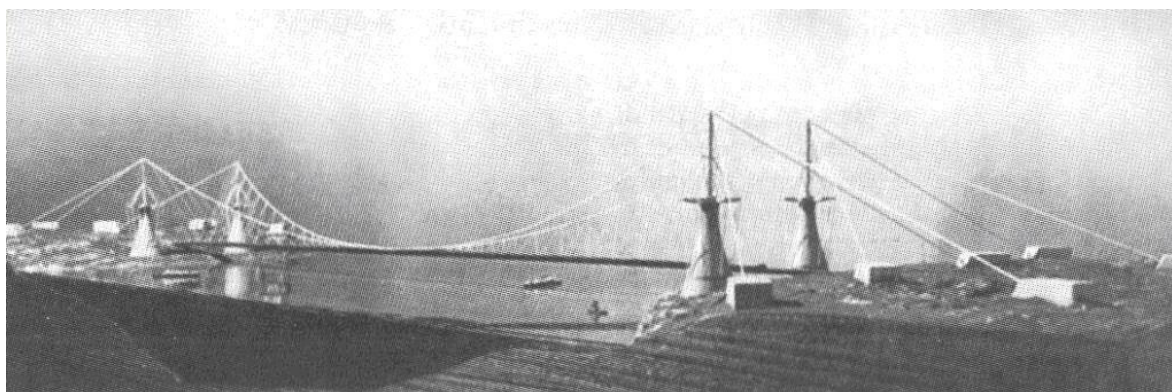
### Visutý most o 1 poli se šikmými závěsy (Studio Nervi)

Visutý most s geometrií respektující přenos zatížení do hlavních kabelů by byla i architektonicky zajímavou dominantou. Šikmé závěsy v poli o délce 2 700 m napomáhají tuhosti, ale zároveň bývají problematickým místem únavového namáhání. Šikmost zavěšení neutralizuje největší slabost tohoto typu konstrukcí, a

tou je vodorovná poddajnost. I tato konstrukce si vyžaduje nejmenší vzdálenost mezi pevninami a to v „Sello dello Stretto“ mezi Ganzirri a Punto Pezzo. [22][23]



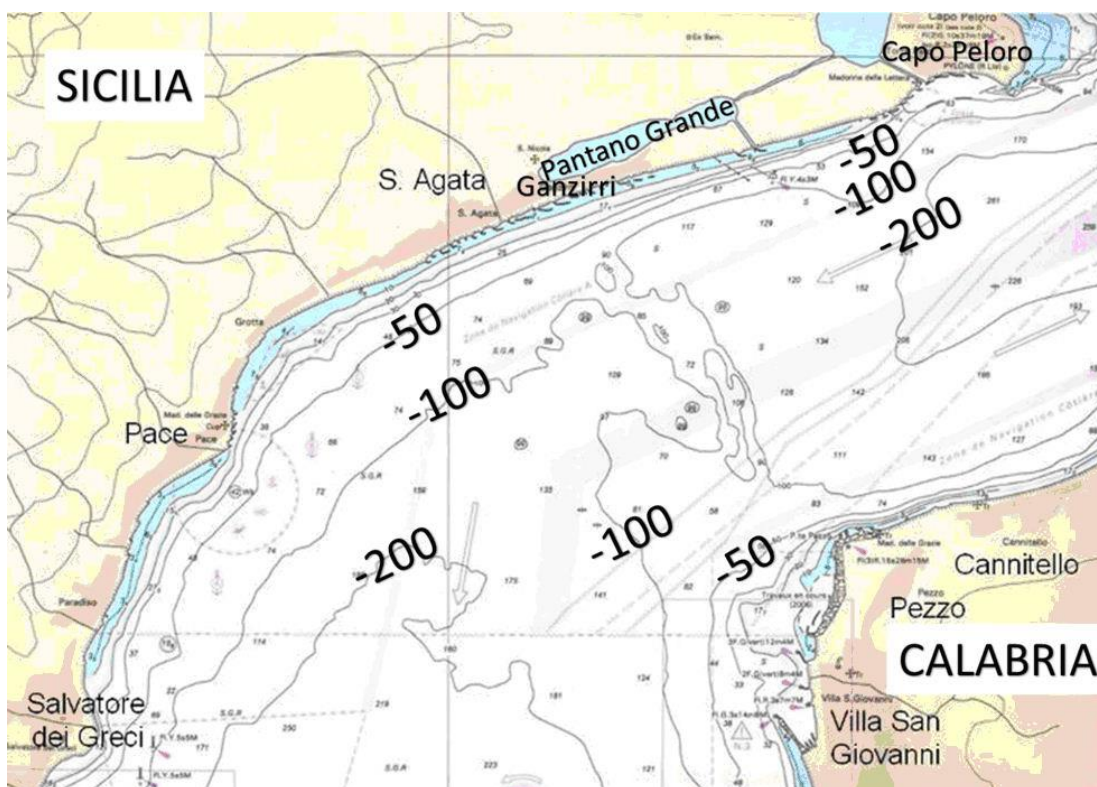
Obrázek 37: Visutý most o 1 poli se šikmými závěsy. [23]



Obrázek 38: Příčné uspořádání visutýho most o 1 poli se šikmými závěsy. [23]

## Závěrečné shrnutí

Jak je vidět z přechozích variant, které byly vytvořeny v průběhu 20. století, byly z drtivé většiny umístěny v severní oblasti Messinské úžiny, respektive v „Sello dello Stretto“. Podmořský práh nacházející se mezi Sicilským pobřežím Sant'Agata-Ganzirri a kalábrijským pobřežím mezi Villa San Giovanni-Punta Pezzo. V tomto místě se pod mořem nachází pruh podmořského dna široký 1 km a má průměrnou hloubku 81 m (maximálně naměřeno 115 m), proto je preferováno u projektu zakládající na moři. Bod na Sicilii nejbližší ke kalábrijskému pobřeží se nachází severně od kanálu spojující Pantano Grande s mořem, zatímco kalábrijský bod blíže k pobřeží Sicilie se nachází v Cantinellu. [22][23]



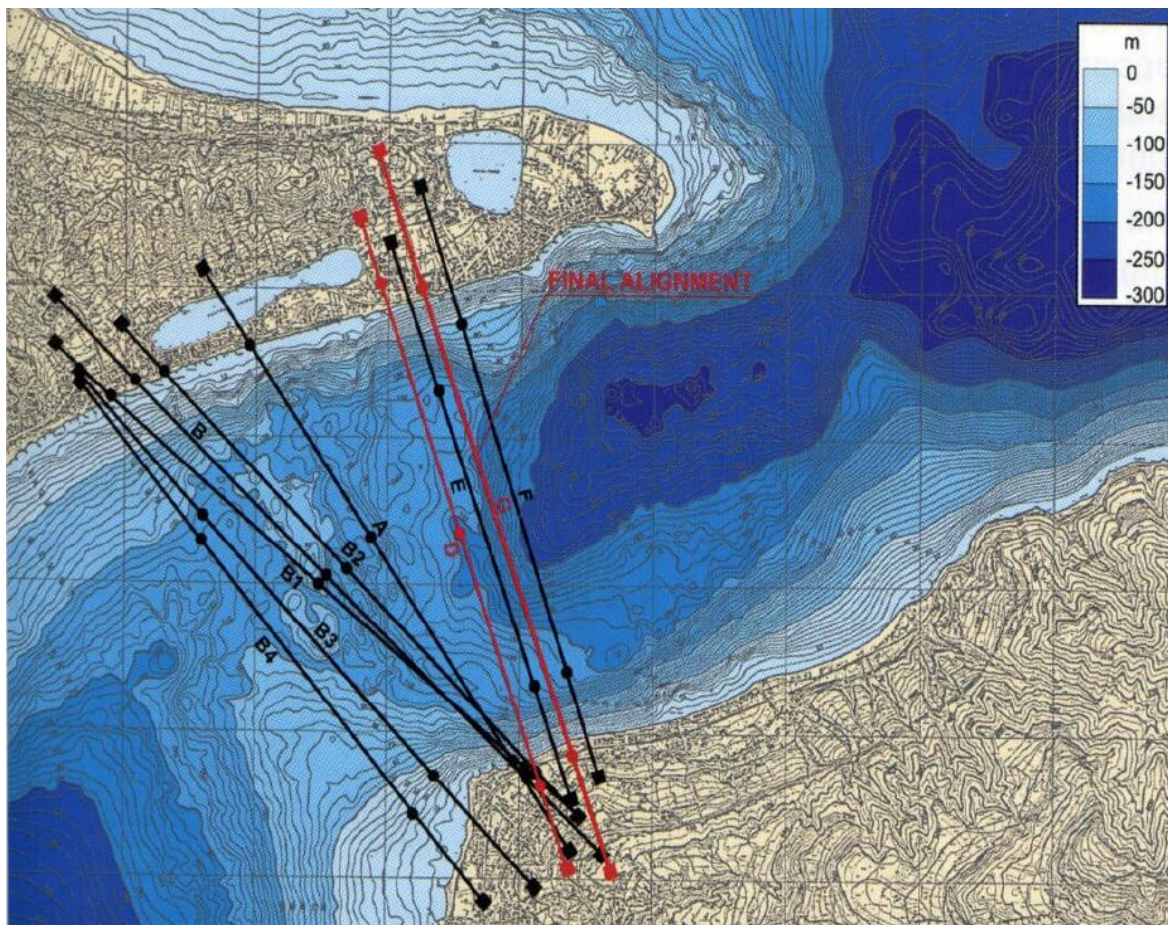
Obrázek 39: Mapa severní oblasti Messinského průlivu. [23]





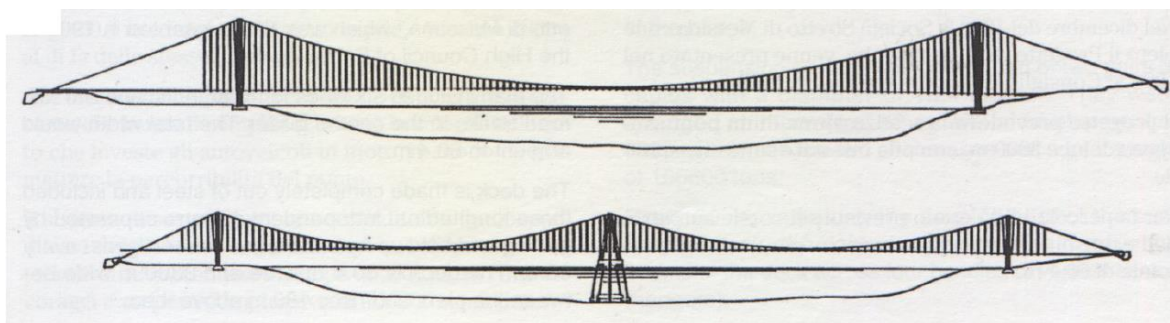
Obrázek 40: Varianty dle umístění přemostění. [22]

Varianty přemostění se dají také rozdělit dle umístění (viz. Obrázek 15). Varianta č. 1 je nejužší místo Messinského průlivu (cca 3 000 m), ale mořské dno je poměrně hluboko na zakládání, takže je ideální pro mosty o jednom poli. Ve variantě č. 2 jsou od sebe pobřeží dál, ale mořské dno je již dostatečně mělké na zakládání pylonů v moři.



Obrázek 41: Umístění finální varianty na geografické mapě. [23]

Konečnými variantami se staly 2 visuté mosty v pozici č.1 (viz. Obrázek 15). Jedna byla visutý most o dvou symetrických polích s pylonem uprostřed, který by se zakládal v hloubce cca 100 m pod hladinou moře, ale nestala se definitivní variantou. Finální volbou se stal visutý most o jednom poli (cca 3 000 m), který bude mít oba pylony na pevnině obou protějších břehů.



Obrázek 42: Podélné řezy dvou finálních variant. [22]

### **1.5.3. Předběžný projekt**

Předběžný projekt předpokládal pevné spojení mezi Cannitello v Calabrii a Ganzirri na Sicílii visutým mostem s dvěma jízdními pruhy, plus jeden bezpečnostní v každém směru, a dvě železniční tratě.

Plánovaná konstrukce má překlenout pomocí jednoho pole vzdálenost 3300 m, uvažovalo se, že mostovka bude zavěšená na 4 ocelových lanech o průměru 1,24 m a délce 5 300 m. Pylony by měly imponovat 399 m.

Novým elementem v projektu je mostovka o třech lodích (dva pro silniční jízdu a jeden na železniční tratě), takové řešení snižuje vystavenou plochu zatížení větrem a tím snižuje efekty gallopingu a flutteru. Zároveň typologie mostovky dle výpočtu splňuje mezní omezení deformací a torzní tuhosti. Projekt byl testován tak, aby odolal zemětřesení do velikosti magnitudo 7,1 (stejně jako v roce 1908) a aby byla mostovka stabilní při teoretické rychlosti větru až 216 km/h.

Kapacita objemu dopravy je plánována na 6000-9000 vozidel za hodinu a 200 vlaků za den. Stavba taky zahrnuje napojení na stávající infrastrukturu na obou březích. [4]

### **1.5.4. Okrajové podmínky projektu**

#### **Inženýrské problémy**

Projektování mostu těchto proporcí, které by získalo světové prvenství v rozponu hlavního pole, zdvihlo mnoho názorů z technického a vědeckého hlediska mezi experty ohledně proveditelnosti jednotlivých variant. Dlouhá doba plánování a projektování je odrazem složitosti okrajových podmínek prostředí a požadovanými parametry. Národní a mezinárodní bezpečnostní silniční a železniční předpisy, které musí most splňovat, nejsou uzpůsobeny na konstrukci tohoto rozsahu. [4]

## **Zakládání pilířů v moři**

Idea zakládání dvou a více pylonů v moři, kde dosahuje hloubka 100 m a více, se dostala do hledáčku mnoha debat z hlediska proveditelnosti. Kvůli silným podvodním proudům a překážením lodní dopravě se od těchto variant opustilo, přestože visutý most o jednom poli představuje mnohem náročnější výzvu. [4]

## **Stabilita mostovky od působení větrem**

Nezatížená mostovka dopravou musí být dostatečně stabilní na vynucené rozvibrování silnými poryvy větrem (flutter, buffeting, odtrhávání vírů Von Karman, atd.). Na prověření těchto vlastností je nezbytné ověření výsledků ve větrném tunelu. [4]

## **Příčné deformace**

Tuhost zatíženého mostu musí splňovat limitní hodnoty od zatížení větrem podle norem tak, aby deformace nebránily v jízdě silniční a železniční dopravě. [4]

## **Deformace ve svislém směru**

Nesymetricky zatížená mostovka dopravním zatížením musí dodržovat maximální povolené průhyby, hlavně kvůli železniční dopravě. Většinou okolo 1/500 až 1/1000 světlé výšky konstrukce. [4]

## **Torzní tuhost**

Zajištění torzní tuhosti je fundamentální pro zabránění pootočení mostovky, které je neslučitelné se silniční a železniční dopravou. Chování mostovky bylo experimentálně ověřeno ve větrném tunelu. [4]



**Obrázek 43: Model mostovky pro větrný tunel vytvořen Milánskou polytechnickou univerzitou.**

## Realizace

Technologie a postup výstavby konstrukce tohoto rozsahu nemá obdoby, problematika bezpečnosti v průběhu stavby musí být zajištěna v jednotlivých fázích. Konstrukce tohoto typu už mají na svědomí nespočet životů, historicky se už zabránilo mnoho ztrátám díky správné přípravě ochrany. Pro realizaci tohoto mostu bude třeba využít veškerých dopravních prostředků, nejen pozemních vozidel, ale i lodí a vrtulníků. [6]

## Seismicita

Messinská úžina se nachází v oblasti Středomoří s vysokým seismickým rizikem, které jsou často doprovázeny tsunami a sesuvy půdy. V nedávné době došlo k vážným zemětřesením v letech 1783, 1894 a 1908, které zpustošily prostředí oblasti včetně měst a nespočet lidí. Z historicky zaznamenaných zemětřesení je vidět jistá periodicitu na kterou musí být mostní konstrukce s životností 100 let připravena. Visutý most je svojí dispozicí přirozenou anti-seismickou konstrukcí, jsou toho důkazem současné mosty v Číně, Japonsku a USA. Paradoxně visutý most odolává seismicitě lépe, čím je světlost pole větší, přesto žádná konstrukce nedosáhla takových rozměrů, a tak je

třeba počítat s tím, že schopnost odolávat této přírodní katastrofě bude jeden z hlavních faktorů. [4]



Obrázek 44: Seizmicky aktivní oblast.

Zemětřesení v Messině v roce 1908 je považováno za nejvíce devastující seismickou událost 20. století. Během 37 sekund okolo 5:20 hodin ráno, dokázalo zemětřesení o síle 7,1  $M_w$  vážně poškodit města Messina a Reggio Calabria, kde následovaly vlny tsunami o výšce 13 metrů a sesuvy půdy. Dne 28. prosince 1908 se stal osudným pro bezmála 120 000 osob z obou měst. Ve městech bylo zničeno okolo 90 % budov. Vyžádalo si nejvíce lidských životů v novodobé historii evropského kontinentu. [4]



Obrázek 45: Zemětřesení v roce 1908.

## Životní prostředí

Zásah na životní prostředí je neopomenutelné, staveniště okolo výstavby a konstrukce sama o sobě. Velká stavba vytváří ekologický problém, staveniště a následně dokončená infrastruktura vytváří jak environmentální, tak krajinné úpravy. Nulový dopad bude na podvodní proudy díky jednopólnímu mostu, značný bude však proudění vzduchu v oblasti pylonů. [4]

## Problém dopravy

Zastánci mostního díla souhlasí s tím, že by to vzpružilo místní ekonomiku, hlavně kvůli přepravě zboží pomocí železniční dopravy, která je v současnosti téměř zcela prováděna silničními vozidly. Zvedlo by to ekonomiku nejen Itálie, ale hlavně Sicílie, do které by mohlo přepravovat mnoho nákladních vozů zboží rychleji. Odhadem ušetří řidičům hodinu času (kvůli přestupům na trajekt) a dvě hodiny lidem dopravující se vlakem, dokonce se uvažuje nad prodloužení vysokorychlostní trati až na Sicílii. [4]



Obrázek 46: Varianta napojení mostu na infrastrukturu.

## **Ekonomické aspekty**

Odpůrci tvrdí, že dosavadní lodní přeprava zboží je výhodnější než pomocí vozidel, byly na to vypracovány i studie. Tento most je kritizován ale hlavně kvůli tomu, že vysoké finanční prostředky by se mohli využít například na modernizaci infrastruktury Jižní Itálie. Protiargumentem finanční náročnosti projektu je, že zainvestované prostředky by pocházely ze soukromé sféry, takže by Itálie ušetřila značnou část ze státní pokladny. Most by byl postaven způsobem financování projektu, obdoba Českých PPP projektů (PPP = Public Private Partnership). [4]

## **Politická scéna**

Most přes Messinskou úžinou se stal terčem debat i při několika volebních spotů. Nejvíce byl tento projekt skloňován v médiích za vlády Silvia Berlusconi, který usiloval o znovunastartování tohoto díla, který byl ale opět zastaven později premiérem Mariem Monti. Matteo Renzi opět oživil tento projekt v roce 2016 a společně s ministrem dopravy Altero Matteoli mluvili o vytvoření desítek tisíc nových pracovních míst při výstavbě, ale také po dostavění v rámci údržby a provozu mostu. Starosta Messiny, Renato Accorinti, zareagoval vypracovanou studií vypovídající o zbytečnosti této stavby a že by naopak mohla vyprovokovat snížení zaměstnanosti, kvůli jeho astronomické ceně. [4]

### **1.5.5. Definitivní projekt**

Finální projekt není veřejnosti zcela přístupný, dopátrat se dají pouze důležitá data a charakteristiky mostu včetně architektonických studií. Jelikož byla tato stavba mnohokrát skloňována v médiích kvůli jejímu opakovanému přiživování na politické scéně, je na internetu spousta značně důvěryhodných informativních zdrojů.

Tabulky znázorňují podstatná data o ukončeném projektu. Tyto informace jsou dostupné od společnosti ANAS, která spadá pod Správou Italských železnic. Přehledně vepsané informace do tabulek jsou vstupními daty do praktické části diplomové práce.





Obrázek 47: Idealizace propojení Sicílie a Kalábrie visutým mostem.

Tabulka 2: Projektanti.

Číslo	Data
>100	Profesoři a inženýři z Itálie a zahraničí
12	Národní a zahraniční vědecké a univerzitní ústavy
39	Národní a zahraniční společnosti a sdružení

Tabulka 3: Vzdálenosti napojení infrastruktury.

Číslo	Data
20,3 km	Celková délka křižovatek
10,5 km	Na Sicilské straně pro napojení na dálnici A18 Messina – Catania a A20 Messina – Palermo (z toho 67 % vedeno tunelem)
9,8 km	Na straně Calabrie pro napojení na dálnici A3 Salerno – Reggio Calabria (z toho 64 % vedeno tunelem)
19,8 km	Celková délka železničních spojení
15,2 km	Na Sicilské straně pro napojení na novou železniční stanici Messiny (z toho 91 % vedeno tunelem)
4,6 km	Na straně Calabrie pro napojení nové železniční vysokorychlostní tratě Napoli – Reggio Calabria (z toho 96 % vedeno tunelem)

Tabulka 4: Bezpečnost konstrukce.

Číslo	Data
7,1	Odolnost na seismicitu (dle Richterovy stupnice)
216 km/h	Stabilita při teoretickém zatížení větrem
365 dní	Otevřeno ročně
24 h	Otevřeno denně

Tabulka 5: Pokroky v ochraně životního prostředí.

Číslo	Data
25%	Nižší dopad na životní prostředí ve srovnání s projektem z roku 1992
21 km	Odstraněných železničních tunelů ve srovnání s projektem z roku 1992
2000 m	Odstraněných viaduktů ve srovnání s projektem z roku 1992
12 750 000 t	Ušetřeného dřeva na použití jako tlumiče při skluzu trajektů v mole počítáno na 30. leté období

**Tabulka 6: Technický projekt.**

Číslo	Data
3300 m	Vzdálenost hlavního pole
3666 m	Vzdálenost včetně vedlejších polí
60,4 m	Šířka mostovky
399 m	Výška pylonů
4	Počet kabelů visutého systému
5300 m	Celková délka kabelů
1,24 m	Průměr visutého kabelu
44 352	Počet ocelových lan v jednom kabelu
76 m	Plavební výška pod mostem
65,41 m	Výška hlavní plavební komory
600 m	Šířka hlavní plavební komory
50 m	Výška vedlejší plavební komory
1000 m	Šířka pro každou z vedlejších plavebních komor

**Tabulka 7: Silnice a železnice.**

Číslo	Data
6	Celkový počet jízdních pruhů
3	Jízdní pruhy v každém směru (rychlý, normální a bezpečnostní)
2	Silniční pruhy pro obsluhu a údržbu
2	Koleje
2	Železniční nástupiště
6000	Vozidel za hodinu
200	Vlaků za den

**Tabulka 8: Ušetření času.**

Číslo	Data
2 hodiny	Pro vlaky (průměrně)
1 hodina	Pro silniční provoz (průměrně)

**Tabulka 9: Technické rekordy.**

Číslo	Data
1991 m	Délka hlavního pole (AB)
41 m	Šířka mostovky (TMA)
297 m	Výška pylonů (AB)
2	Počet kabelů visutého systému (AB)
1,12	Průměr visutého kabelu (AB)
36 830	Počet ocelových lan v jednom kabelu (AB)

Pozn: V závorce je vždy uveden současný most, který drží rekord:

- AB = Akashi Bridge (Japonsko)
- TMA = Tsing Ma Bridge (Hong Kong)

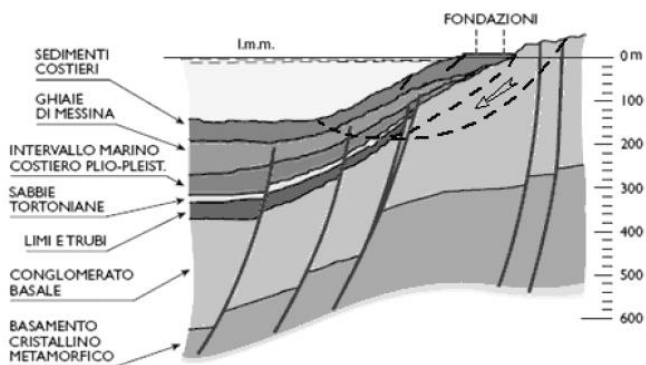
### 1.5.6. Geologie

Oblast Středozemního moře je z geologicko-strukturálního hlediska velmi rozmanitá, pod povrchem se nachází desky a mikrodesky, které se pohybují ve více směrech, a to vytváří tlačené a tažené zóny. Celý jih apeninského poloostrova, včetně Sicílie je velmi seizmicky aktivní oblastí.

Sicílie je z převážné části součástí Africké tektonické desky, která se pohybuje směrem na severozápad k Evropě. Naopak Středozemní moře tlačí Apeninskou část Itálie (Kalábrii) směrem na severovýchod. Výsledkem těchto dvou pohybů zemních desek od sebe v Messinské úžině je zónou extenze neboli Sicílie a Kalábrie se od sebe postupně vzdalují. Pod mořem, se z geologického hlediska nachází tzv. aktivační zóny, které se pohybem desek od sebe aktivují a tím vznikají zemětřesení. Musí se tedy vzít v potaz oba aspekty ohrožující mostní konstrukci, seismicita i oddalování protějších břehů.

Dle dostupných studií bylo naměřeno, že se pevniny od sebe vzdalují kolmo okolo 0,5 až 0,8 mm za ročně. Desky se pohybují ještě druhým směrem, šikmou složkou posunutí, a tou činí přibližně 0,4 až 1,1 mm za rok. Pokud se tedy vzdalují pevniny od sebe průměrně o 1 mm ročně a životnost mostní konstrukce je navrhována na 100 let, na konci životnosti musí být uvažováno s pohybem v ložiscích, závěsech a nosné konstrukci s přídavnými 100 mm, ne-li víc.

Seismicita je z historicky nasbíraných dat v této oblasti, očekávanou přírodní katastrofou. Ve světě byly podobně složité seismické podmínky překonány pomocí visutých konstrukcí, které jsou svojí typologií a poddajností ideální konstrukcí. [12] [15]



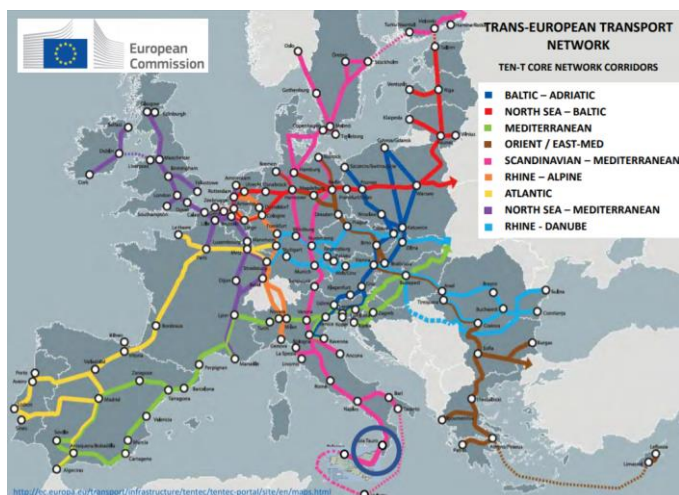
Obrázek 48: Geologické vrstvy v místě zakládání mostu. [12]

Základní geologické vrstvy jsou následující:

- Pobřežní sedimenty
- Messinské štěrky
- Podmořská oblast plio-pleist
- Tortonské písky
- Bahna
- Bazální konglomerát
- Metamorfní krystalická vrstva

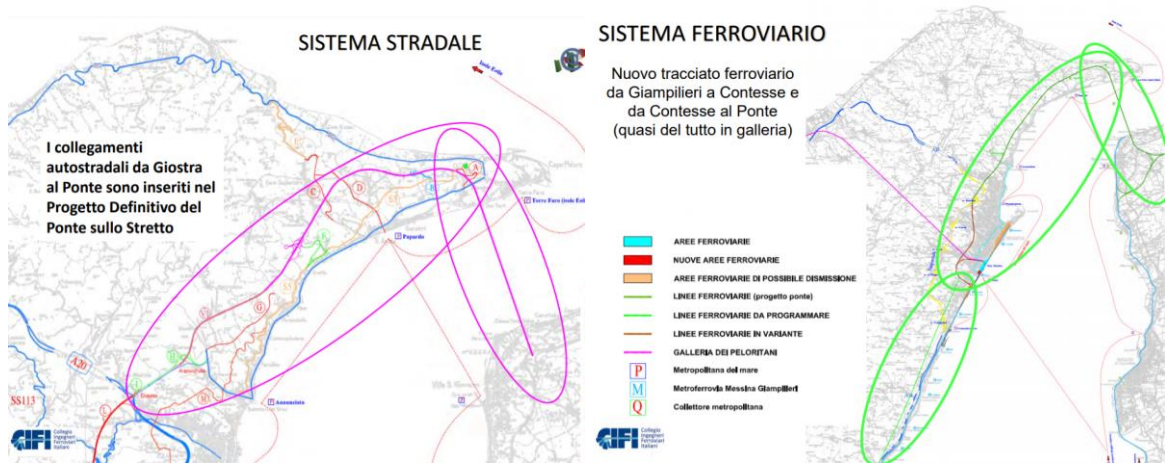
### 1.5.7. Napojení na stávající dopravní infrastrukturu

Pevné připojení mezi Sicílií a Kalábrií představuje součást Skandinávsko-Středomořského koridoru, který musí být dokončen v rámci evropského projektu do roku 2030.



Obrázek 49: Skandinávsko-Středozemní koridor. [24]

Lokální napojení na italskou silniční a železniční infrastrukturu bylo řešeno v mnohých urbanistických studiích, včetně variant pro most i podzemní/podvodní tunel.



Obrázek 50: Fialově-silniční systém, zeleně-železniční systém. [24]

Součástí urbanistických studií jsou také již připravené návrhy nádraží podél Sicilské pevniny, které opisují Sicilskou hornatou topografii regionu. [24]



Obrázek 51: Plánované nádraží na obou březích Messinského průlivu. [24]

## 1.6. Přehled variant navržených v této diplomové práci

Ve dvou nejvhodnějších místech pro přemostění Messinské úžiny byly navržené následující mostní varianty:

- Visutý most o 3 polích, rozpětí hlavního pole 3300 m
- Visutý most o 3 polích, rozpětí hlavního pole 1600 m
- Hybridní most o 3 polích, rozpětí hlavního pole 1600 m
- Zavěšený most o 5 polích, rozpětí hlavních polí 1000 m
- Zavěšený most o 8 polích, rozpětí hlavních polí 500 m
- Extradosed most o 10 polích, rozpětí hlavních polí 400 m
- Podvodní tunel (tzv. Archimédův most)

U mostů byly rozkresleny i následující varianty založení v moři:

- Na kesonech
- Plošný základ na násypu
- Plošný základ na dně moře s pilíři (podobně jako u ropných plošin)
- Plovoucí základy

Varianty jsou rozkresleny v Příloze 1.-4. Z výkresů jsou patrné jednotlivé výhody a nevýhody jednotlivých mostů. V takto hlubokém moři by bylo technicky náročné a neekonomické zakládat mostní pylony ve větším počtu, než je třeba, i proto finální soutěžní návrhy měly buď maximálně jeden pylon založený v moři, nebo žádný. Proto vznikla i varianta podvodního tunelu, který by eliminoval nevýhody vzdáleností pobřeží a založení, ale zase by se potýkala se silnými podvodními proudy. Na první pohled, jsou jednodušším a elegantnějším řešením varianty s méně nebo žádným zakládáním v moři. V této práci jsme se rozhodli zabývat visutým mostem o 3 polích s rozpětím hlavního pole 3300 m. Stejně rozpětí má i varianta mostu, která zvítězila v soutěži na toto přemostění.

## 1.7. Popis výsledné varianty navržené v této diplomové práci

V následující kapitole je vypracován návrh a statický výpočet visutého mostu o 3 polích (405 m + 3300 m + 405 m).

Hlavní nosná konstrukce (mostovka) je navržena ze segmentů vyrobených z UHPFRC a spojených navzájem pomocí podélné nesoudržné předpínací

výztuže. Segmenty vytvářejí „tunel“ s proudnicovým příčným řezem, který je výhodný z hlediska aerodynamických sil vznikajících působením větru. Současně je výhodné, že z hlediska působení větru má mostní konstrukce stále stejný tvar, nezávislý na typu a počtu vozidel nacházejících se na mostě. Výhodou navrženého příčného řezu je i vysoká tuhost v kroucení.

V místě svislých závěsů jsou příčná žebra, předepnutá rovněž nesoudržnými předpínacími kabely. Uvnitř segmentů jsou podélné příhradové nosníky umístěné podél železničních kolejí pro zajištění prostorové tuhosti, únosnosti ve smyku i posílení tuhosti v kroucení. Uvnitř segmentů jsou i další prvky pro převedení všech uvažovaných druhů dopravy – i tyto vnitřní prvky po dodatečném zmonolitnění spolupůsobí s hlavní nosnou konstrukcí. U železničních kolejí předpokládáme tzv. přímé upevnění kolejnic do podélných žeber nosné konstrukce prostřednictvím speciálních podkladnic.

Segmenty jsou vysoké 12,0 m, v příčném směru široké 67,0 m, v podélném směru 30,0 m a každý má hmotnost přibližně 5000 tun. Předpokládáme jejich montáž lodními jeřáby. Jedná se o inovativní řešení, které u takto velké konstrukce nemá ve světě obdoby.

V horní části příčného řezu jsou okna s plexisklovou výplní pro částečné zajištění osvětlení a pro intenzivní odvětrávání tunelu v případě vzniku mimořádné situace na mostě.

Předpokládáme, že vnitřní prostor „tunelu“ by byl odvětráván a vybaven dalším nezbytným technickým vybavením.

Svislé závěsy a hlavní visutá lana předpokládáme z předpínací oceli, použít by bylo možno například i uhlíková vlákna. Na mostě jsou navržena celkem čtyři hlavní visutá lana – podél každého okraje mostu je jedna dvojice. Visutá lana jsou zakřivena jak ve svislém, tak z důvodu příčné tuhosti a stability i ve vodorovném směru.

Hlavní nosná konstrukce je uložena pouze na koncových podpěrách, mezi podpěrami je pouze zavěšena pomocí hybridního závěsného systému, který kombinuje visutý systém se šikmými závěsy v blízkosti pylonů.

Z hlediska zachycených vodorovných sil předpokládáme použití hydraulických válců („tlumičů“) v podélném i v příčném směru.

Lze předpokládat, že navržené řešení je odolné proti účinkům větru i zemětřesení. V případě extrémně silných zemětřesení by mohla být část energie pohlcena i v souvislosti s dočasným rozevíráním spár mezi jednotlivými segmenty a jejich opětovným uzavíráním pomocí nesoudržné předpínací výztuže.

Protože jsou hlavní visuté lana výrazně zakřivena i vodorovném směru, je pylon na každém břehu rozdělen na dvě samostatné části. Každý takovýto dílčí pylon se skládá ze tří dřívků pro přenesení tlakových i tahových sil. Předpokládáme, že pylony budou rovněž z UHPFRC, včetně možné realizace ze segmentů s předpínací výztuží. Pylony mají výšku 364 m; výšku pylonů a s tím související průvès hlavních visutých lan by bylo možno případně optimalizovat.

Na jednom břehu je visutá konstrukce ukončena přímo opěrou, na druhém břehu přechází na mezilehlém přechodovém pilíři na navazující estakádni část s obdobným uspořádáním příčného řezu, ale působící jako spojitý nosník. Předpokládané dilatační posuny na koncích visuté konstrukce v podélném směru jsou přibližně 3,5 m.

Založení předpokládáme hlubinné v kombinaci například podzemních stěn a skalních kotev.



**Obrázek 52: Render visutého mostu přes Messinkou úžinu z definitivního projektu.**

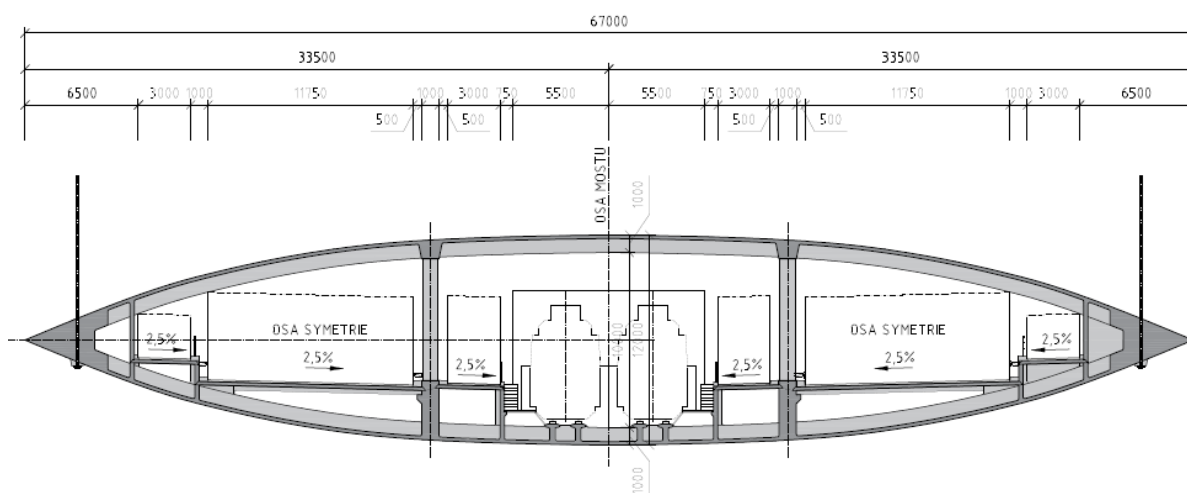


## 2. NÁVRH VISUTÉHO MOSTU O 3 POLÍCH

Pro posouzení mezních stavů jsou vybrány řezy na konstrukci pro umístění dopravního zatížení a vyhledání extrémních vnitřních sil. U každého řezu je v závorce napsaná vzdálenost od počátku:

- 1/4 L1 (101,25 m)
- 1/2 L1 (202,50 m)
- 3/4 L1 (303,75 m)
- Pylon (405,00 m)
- 1/8 L2 (817,50 m)
- 1/4 L2 (1230,00 m)
- 1/2 L2 (2055,00 m)

V těchto řezech bude navržené předpětí takové, aby průřez vyhověl na mezní stavy. Statické schéma, průřezy, tvary a veškeré sounáležitosti byly před výpočtem podrobně konzultovány a schváleny vedoucím diplomové práce. Pro vstup do výpočtu byl využit připravený příčný řez, který byl postupně modifikován v průběhu návrhu.

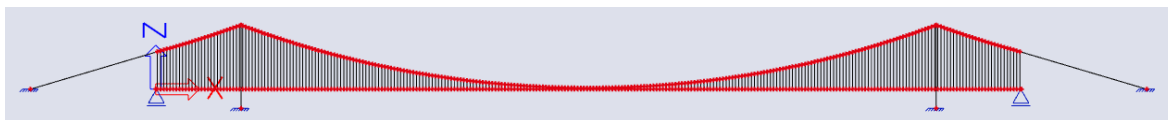


Obrázek 53: Vzorový příčný řez. Viz. Příloha 10.

## 2.1. Výpočetní 2D model

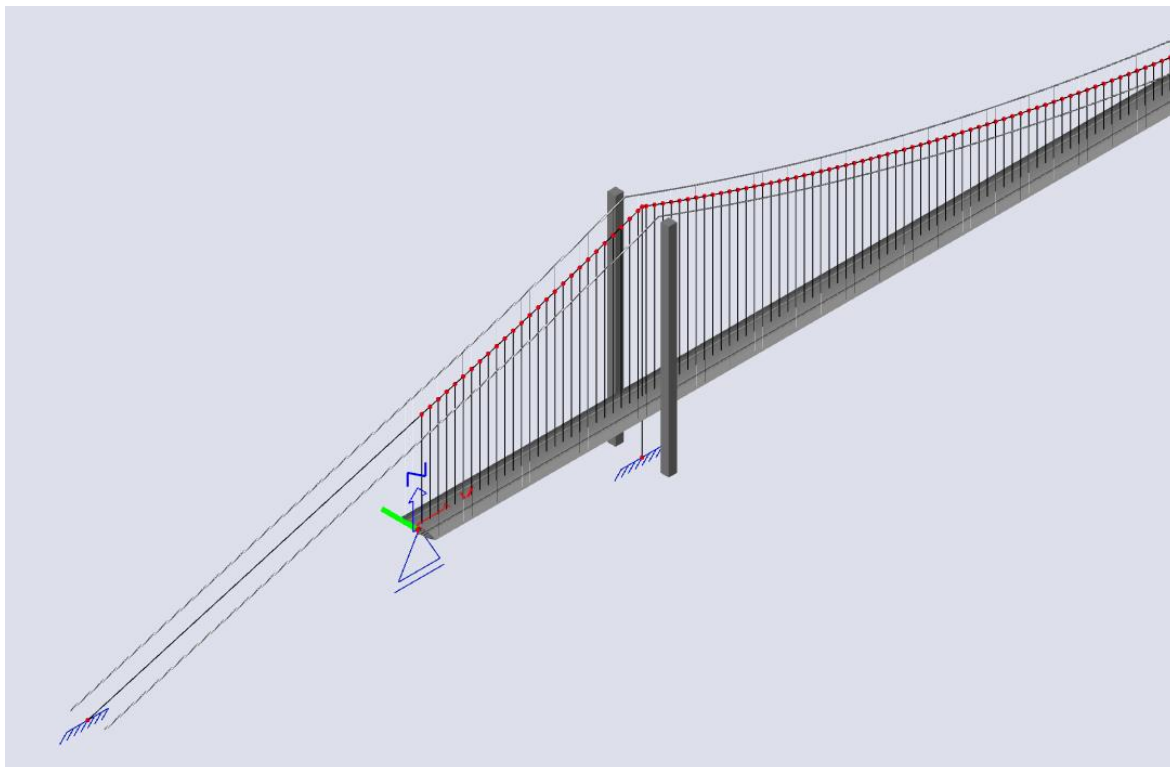
Řešení mostu bylo nejprve odladěno na 2D prutovém modelu, následně bylo navržené řešení ověřeno na 3D prutovém modelu celé konstrukce a na 3D skořepinovém modelu výseku části konstrukce. Vzhledem k uspořádání konstrukce bylo nutno výpočty provádět nelineárně.

Pro tvorbu výpočetního modelu mostu byla využita nejnovější verze softwaru SCIA Engineer 21 (64bit), ve dřívějších verzích byl totiž problém s výpočtem při zadávání nelinearit na 1D prvcích (lana a závěsy). Rovinný prutový model (Konstrukce: Rám XZ) je sestaven z nosné konstrukce (mostovky), závěsů, hlavních visutých lan a pylonů, všechny tyto prvky respektují typické uspořádání visutých mostů. Vedlejší pole jsou dlouhá 405 m a hlavní pole 3300 m, zbylé rozměry lze odečíst z přehledných výkresů.



Obrázek 54: Statické schéma visutého mostu o třech polích.

Nosná konstrukce je na krajích podepřená vlevo na pilíři (P6) a vpravo na opěře (O9), které reprezentují posuvné klouby pro vodorovnou dilataci. Pylony budou založeny na skupině pilot, které svojí tuhostí, hloubkou založení a množstvím pilot měly staticky působit jako (pružné) vetknutí. Kotevní bloky, do kterých jsou zachycena visutá lana, budou obrovské železobetonové bloky o velké vlastní tíze a s velkou pravděpodobností budou také založeny na pilotách, doplněných skalními kotvami. V místě napojení lan na pylon je tuhé připojení, u této konstrukce je totiž dominantní vlastní tíha konstrukce a takže lze zavést předpoklad, že stálé zatížení bude tak velké, že v sedle vniknou úměrně tomu třecí síly a k prokluzu lana nedojde. K nějakému minimálnímu prokluzu lana jistě dojde, v této fázi návrhu lze ale předpokládat, že deformace pylonu budou pro působení konstrukce významnější.



**Obrázek 55: Hmotné zobrazení průřezů na 2D prutovém modelu visutého mostu o 3 polích.**

Průřezy byly zadávány jako obecné z *.dxf* souborů, které byly předpřipravené v AutoCadu. Plochy a rozměry byly navrženy v 2D modelu, tak aby respektovaly skutečnou tuhost konstrukce a vypadaly při bočním pohledu esteticky. Nosná konstrukce v místě pylonu není podepřená, je zde vložena okrajová podmínka volného křížení. Průřezy byly v průběhu navrhování měněny, a tak budou v následujících kapitolách upřesňovány. V tomto prvním návrhu byla uvažována visutá lana jako 4 kruhové průřezy o průměru 1,0 m, závěsy jako 2 kruhové průřezy o průměru 0,15 m a pylon jako 2 čtvercové průřezy o straně 15,0 m. Průřez nosné konstrukce (mostovky) je popsán v samostatné kapitole v zatěžovacích stavech o vlastní tíze. Veškerá geometrie modelu je připodobněná tvaru konstrukce ve výkresové dokumentaci, která byla postupně optimalizována k dosažení ideálního prostorového působení.

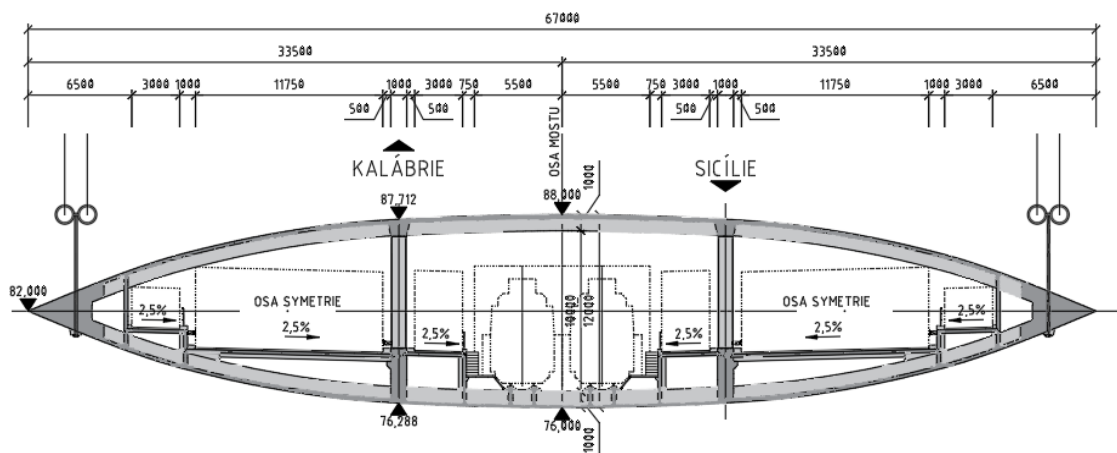
Efektivnost visutých lan je ovlivněná jejich vzepětím, což činí svislá vzdálenost mezi vrcholem pylonů (sedla) a mostovkou. Výška pylonu je převzatá z dostupných podkladů o mostě, avšak jejich navýšením lze navýšit efektivnost předpětí v lanech, ale to nemusí vést k jednostranně ekonomičtějšímu řešení.

Křivka, kterou opisuje lano se přibližuje svoji geometrii řetězovce a při modelování je toto poměrně těžce interpretovatelné. Proto byla geometrie řešená postupnou iterací, kde byly zkoušeny různé průvěsy a sledovány jejich účinky na vnitřní síly od kombinací zatížení. Vzepětí v hlavním poli bylo jako nejefektivnější variantou jednoznačně maximální vzepětí, umožněno výškou pylonů vůči mostovce, ve vedlejším poli byla však tato iterace nutná. Konečná geometrie byla tedy optimalizována sérii iterací, které byly namodelovány ve výpočetním softwaru a analyzovaly se výsledky pro dosažení ideální polohy visutého lana. Na základě provedených výpočtů lze říci, že by pravděpodobně bylo vhodné ještě mírně zvětšit výšku pylonů a průvěs hlavních visutých lan.

## 2.2. Zatěžovací stavy

### 2.2.1. Vlastní tíha

Nosná konstrukce o délce 4110 m se skládá ze 137 prefabrikovaných segmentů o délce 30 m. Zatížení vlastní tíhou není generováno automaticky ve výpočetním softwaru, ale je zadáno jako liniové zatížení po celé délce nosné konstrukce v závislosti na typu segmentu. Segmenty jsou skořepinové, s tloušťkou povrchových prvků 200 mm, vyztužené příčnými a podélnými „hlavními“ žebry. Kromě toho jsou v podélném směru uvažována lokální žebírka v místě vedení přímých předpínacích kabelů, tzv. příložek, které vyplynuly z vnitřních sil po výpočtu kombinací.

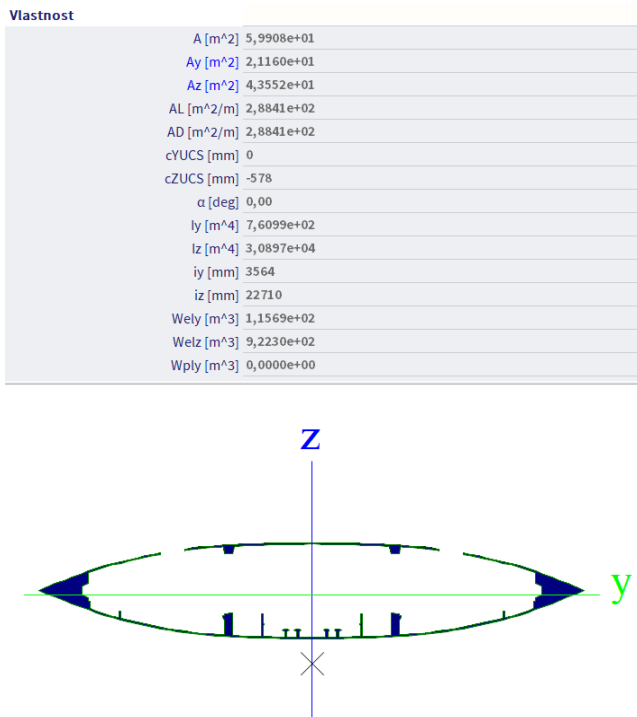


Obrázek 56: Původní návrh-Vzorový příčný řez. Viz. Příloha 10.

Průřezy v segmentech se během navrhování několikrát měnily, a to zejména tloušťka skořepiny, počet a velikosti otvorů pro plexiskla, velikost vnitřních stěn a hmota v místě upevnění závěsů. Při větší tloušťce skořepiny se výrazně zvětšuje vlastní tíha konstrukce a plocha průřezu, takže to má za následek větší vnitřní síly a snižuje efektivnost předpětí, sice se zvětšuje i modul průřezu  $W$ , ale to zdaleka nevykompenzuje zbylé nepříznivé důsledky. Z těchto důvodů byla po několika návrzích ponechána tloušťka skořepiny 0,2 m a v místě podélného předpětí zajistí krytí kabelu žebírka. V původním návrhu byly okenní otvory značně větší, ale to snižovalo natolik těžiště průřezu, že nebylo možné průřezy efektivně předepnout při napětí ve spodních vláknech, proto byly zmenšeny.

Průřez pro statický výpočet je bez příhradového nosníku, stěn a desek. Z technologického hlediska se v první fázi namontují segmenty, které by zatím neobsahovaly spolupůsobící vnitřní desky pro dálnici a pro chodníky. Předpokládáme, že tyto vnitřní desky budou v konstrukci v době montáže segmentů z technologických důvodů již osazeny, ale nebudou se segmenty ještě propojeny (zmonolitněny). Segmentová konstrukce se předepne a až následně se vnitřní desky zmonolitní se segmenty dobetonováním spár. U vnitřních desek předpokládáme předpětí předem. Protože rozdíly v napětí budou tedy minimální, stejně jako dotvarování UHPFRC, nemělo by docházet k příliš velkému přerozdělování sil mezi jednotlivými částmi příčného řezu. Důvodem pro tento postup je vliv vnitřních desek na charakteristiky průřezu nosné konstrukce při vnášení předpětí.

Při výpočtu se ve 2D modelu uvažoval pouze průřez bez žeber (z hlediska průřezových charakteristik), avšak vlastní tíha je vypočtena včetně žeber. Nejprve se spočetla váha jednoho segmentu a následně byla podělena délkou 30 m, výsledkem je liniové zatížení na metr běžný.



Obrázek 57: Tvar a průřezové charakteristiky nosné konstrukce.

Tabulka 10: Výpočet vlastní tíhy u visutého mostu o 3 polích.

**Vlastní tíha**

	A [m <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	e <sub>h</sub> [m]	e <sub>d</sub> [m]	h [m]	š [m]
Průřez bez žeber (P1)	59,91	760,99	30897	115,69	922,30	6,558	5,442	12	67
Průřez s žebrý (P2)	146,79	2487,10	54740	404,72	1634,00	6,145	5,855	12	67

	A [m <sup>2</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	g [m/s <sup>2</sup> ]	f [N/m]	f [kN/m]
Průřez bez žeber (P1)	59,91	2700	9,81	1586836	1587
Průřez s žebrý (P2)	146,79	2700	9,81	3888027	3888

	tl. [m]	Průřez P1;P2	f [kN/m]	F [kN]
s <sub>1</sub>	0,25	P2	3888	972
s <sub>2</sub>	7,00	P1	1587	11108
s <sub>3</sub>	0,50	P2	3888	1944
s <sub>4</sub>	7,00	P1	1587	11108
s <sub>5</sub>	0,50	P2	3888	1944
s <sub>6</sub>	7,00	P1	1587	11108
s <sub>7</sub>	0,50	P2	3888	1944
s <sub>8</sub>	7,00	P1	1587	11108
s <sub>9</sub>	0,25	P2	3888	972
Celková tíha 1 segmentu			Σ	52207

52207 kN = 5321,862 t

$$f_{\text{průřezy}} = \frac{52207}{30} = 1740,249 \text{ kN/m}$$

$L_{prutu}$	7,636	m
a	0,9	m
b	0,9	m
Počet	8	ks
$\Sigma$	49,5	$m^3$
$\rho$	2500	$kg/m^3$
g	9,81	$m/s^2$
f	1213592	N
f	1213,592	kN
Délka segmentu	30,00	m
$f_{příhradový\ nosník}$	40,45	kN/m

$$f_{vl.tíha} = f_{průřezu} + f_{příhradový\ nosník} = 1740,25 + 40,45 = \underline{1780,70} \text{ kN/m}$$

V průřezích jsou zohledněny otvory ve skořepině nad dálnicí, kde bude umístěno plexisklo. Vnitřní příhradový nosník je započtený pouze vlastní tíhou, protože jeho skutečný příspěvek do ohybové tuhosti (modul průřezu) je zanedbatelný.

### 2.2.2. Ostatní stálé zatížení

Do ostatního stálého zatížení jsou zahrnuty římsy, desky, dobetonávky, izolace, vozovky, zábradlí, svodidla a kolejnice s upevněním. Tyto prvky jsou přenášeny nosnou konstrukcí a jsou stanoveny na základě jejich nominální plochy a charakteristické tíhy. V případě hydroizolací a povrchových úprav a dalších vrstev vozovky s vysokou pravděpodobností proměnlivé tloušťky se musí uvažovat i odchylka tloušťky od nominální hodnoty. Pro návrh je uvažovaná nejen střední hodnota zatížení, ale i horní charakteristická (+40 %) a dolní charakteristická hodnota (-20 %).

**Tabulka 11: Výpočet ostatní stálého zatížení.**

**Ostatní stálé zatížení**

Ř + UHPCD - římsy + UHPC desky  
 V - vozovka  
 D - deska  
 Z - zábradlí  
 S - svodidlo  
 UIC 60 - 2 kolejnice UIC 60 S kolejovým upevněním

	A [m <sup>2</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	g [m/s <sup>2</sup> ]	f [kN/m]
Ř+ ŽBD	5,512	2500	9,81	135,18
V1	0,3	2000	9,81	5,89
V2	1,175	2000	9,81	23,05
V3	0,3	2000	9,81	5,89
D1				0,17
Z1				0,50
Z2				0,50
S1				1,00
S2				1,00
UIC 60				1,70

Ost. st. lin. zatížení na 1/2 mostu                      Σ 174,87      kN/m  
 Ost. st. lin. zat. na celém mostě                      2x = 349,75      kN/m

**Střední char. hodnota**

	A [m <sup>2</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	g [m/s <sup>2</sup> ]	f [kN/m]
Ř+ ŽBD	5,512	2500	9,81	135,18
V1	0,3	2000	9,81	5,89
V2	1,175	2000	9,81	23,05
V3	0,3	2000	9,81	5,89
D1				0,17
Z1				0,50
Z2				0,50
S1				1,00
S2				1,00
UIC 60				1,70

Ost. st. lin. zatížení na 1/2 mostu                      Σ 188,80      kN/m  
 Ost. st. lin. zat. na celém mostě                      2x = 377,61      kN/m

**Horní char. hodnota**

	A [m <sup>2</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	g [m/s <sup>2</sup> ]	f [kN/m]
Ř+ ŽBD	5,512	2500	9,81	135,18
V1	0,3	2000	9,81	5,89
V2	1,175	2000	9,81	23,05
V3	0,3	2000	9,81	5,89
D1				0,17
Z1				0,50
Z2				0,50
S1				1,00
S2				1,00
UIC 60				1,70

Ost. st. lin. zatížení na 1/2 mostu                      Σ 167,91      kN/m  
 Ost. st. lin. zat. na celém mostě                      2x = 335,82      kN/m

**Dolní char. hodnota**



### 2.2.3. Předpětí (visutá lana)

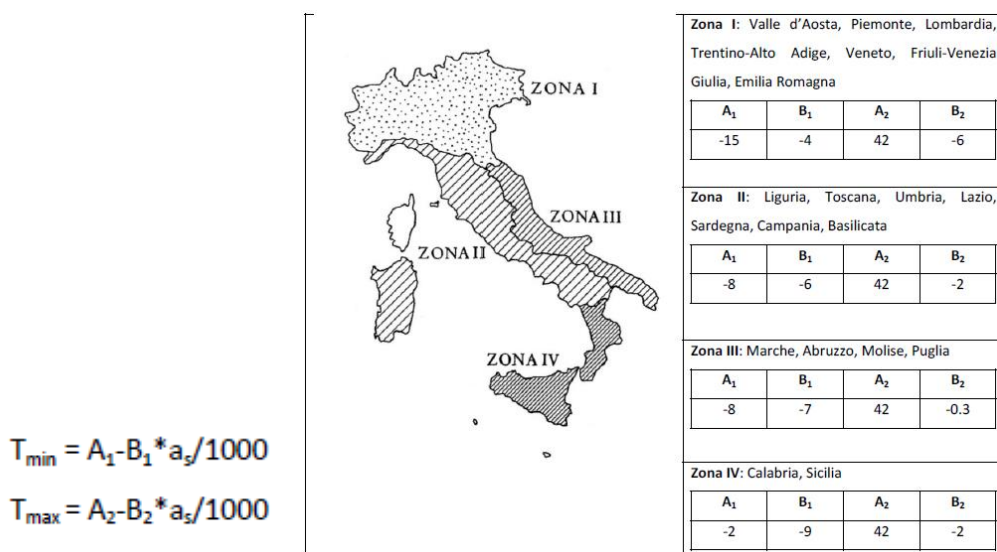
Předpětí bylo vnesené do visutých lan pomocí funkce teplotního zatížení na prutu, do kterých bylo vnesené ochlazení o hodnotě -1350 K. Ochlazení je navržené z hlediska optimalizace vnitřních sil v nosné konstrukci při výpočtu kombinací MSP. Cílem předpětí ve visutých lanech je, aby v konstrukci vznikala co nejmenší tahová napětí, kde postačí centrické předpětí, případně i příložky v místech extrémního napětí.

Dalším kritériem návrhu předpětí ve visutých lanech bylo sledování normálového napětí v průřezu při charakteristických kombinacích do  $0,8 f_{yk}$ , které vedlo na změnu dimenzí lan na průměr 1,2 m.

### 2.2.4. Teplotní změna - rovnoměrná

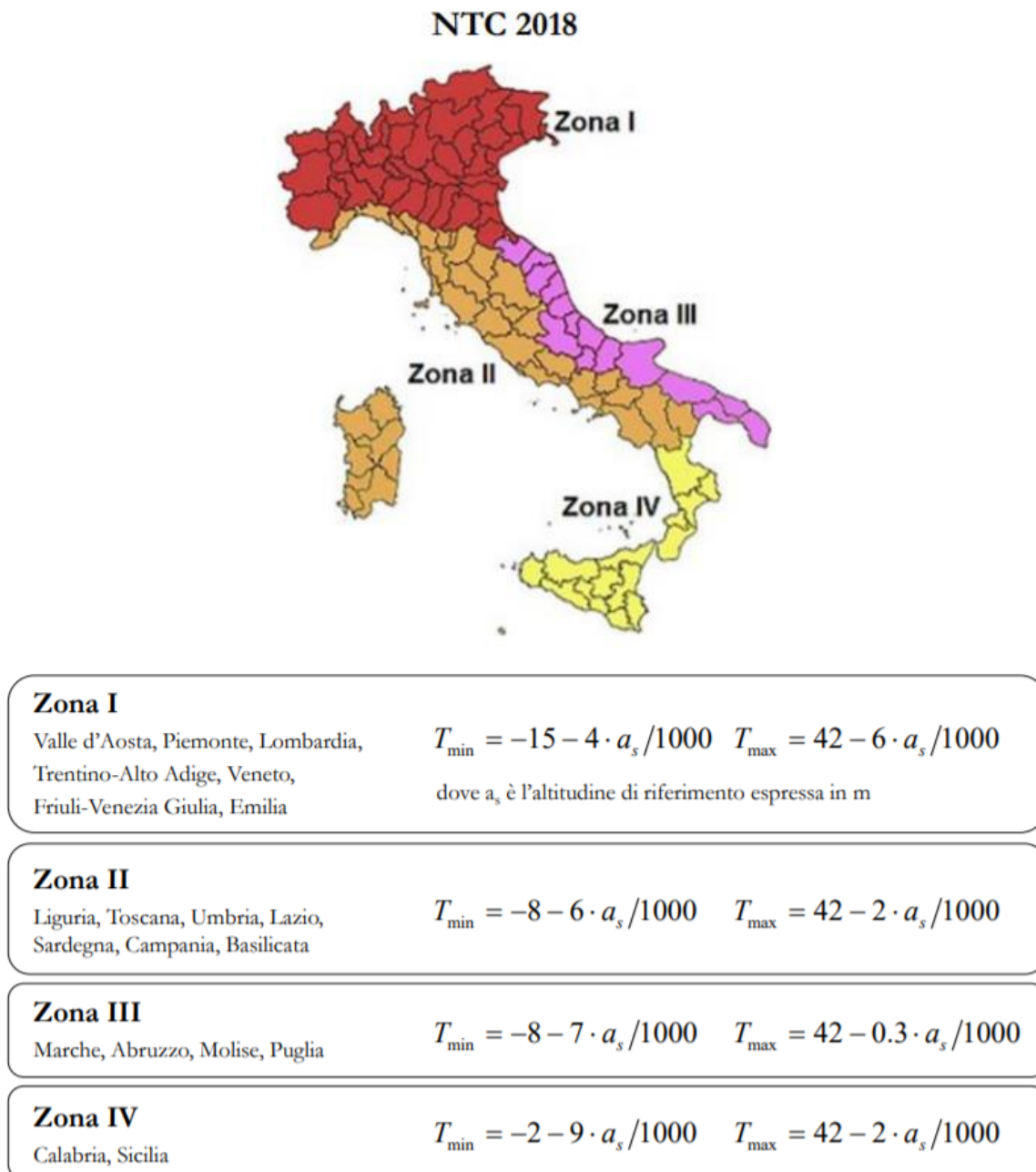
Výpočet zatížení rovnoměrnou změnou teploty je proveden dle Eurokódů EN 1991-1-5, kde je zakomponován italský dodatek, protože každá země má stanovené své součinitele a oblasti dle podnebí ve které se nachází daná oblast.

Pro stanovení minimální a maximální teploty vzduchu ve stínu je třeba určit součinitele  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $A_2$  a  $B_2$  dle umístění mostu.



Obrázek 58: Součinitelé zón v Itálii. [1]

Most se nachází mezi Sicílií a Kalábrií, což dle mapy Italské republiky spadá do IV. oblasti (Zona IV).



Obrázek 59: Mapa Itálie rozdělená do zón. [21]

Po dosazení součinitelů pro danou oblast, dostaneme výrazy pro určení teploty vzduchu ve stínu, kde je zapotřebí ještě určit hodnotu  $a_s$ , což je výška posuzované konstrukce. Do výpočtu vstupují s předpokladem, že nosná

konstrukce se nachází ve výšce  $a_s = 63$  m. Výchozí teplota, při které je nosný prvek zabudován, je dle italského dodatku  $T_0 = 15$  °C.

**Tabulka 12: Stanovení minimální a maximální teploty ve stínu.**

**Zona IV: Calabria, Sicilia**

<b>A<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>
-2	-9	42	-2

$$a_s = 63 \text{ m}$$

$$T_0 = 15 \text{ °C}$$

$$T_{\min} = A_1 - B_1 * a_s / 1000$$

$$T_{\max} = A_2 - B_2 * a_s / 1000$$

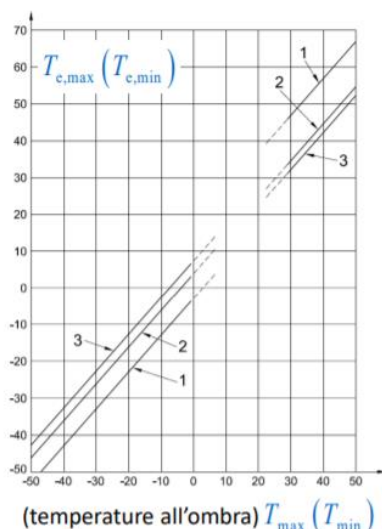
$$T_{\min} = -1,4 \text{ °C}$$

$$T_{\max} = 42,1 \text{ °C}$$

Pro stanovení maximální a minimální rovnoměrné složky teploty mostu je zapotřebí zařadit konstrukci, poté lze hodnoty odečíst z grafu. Konstrukce visutého mostu je typ konstrukce 3 – betonová nosná konstrukce.

**Tabulka 13: Tabulka typů konstrukcí dle italských technických norem. [21]**

<b>Tipo</b>	<b>Impalcato</b>	<b>Struttura</b>
1	Impalcato di acciaio	Trave scatolare di acciaio
		Trave reticolare o a parete piena
2	Impalcato a struttura composta	
3	Impalcato di calcestruzzo	Piastra di calcestruzzo
		Trave di calcestruzzo
		Trave scatolare di calcestruzzo



Obrázek 60: Graf pro stanovení minimální a maximální rovnoměrné složky teploty mostu. [21]

Posledním krokem je stanovení těchto hodnot:

- $\Delta T_{N,con}$  = maximální rozsah rovnoměrné složky teploty mostu při výpočtu zkrácení ( $T_0 \geq T_{e,min}$ )
- $\Delta T_{N,exp}$  = maximální rozsah rovnoměrné složky teploty mostu při výpočtu prodloužení ( $T_{e,max} \geq T_0$ )
- $\Delta T_N$  = rovnoměrná složka teploty

Tabulka 14: Výpočet maximálního rozsahu rovnoměrných složek.

*Typ konstrukce: 3 - betonová nosná konstrukce*

$T_{e,min}$                       7 °C

$T_{e,max}$                       45 °C

$\Delta T_{N,con}$                    $T_0 - T_{e,min}$

$\Delta T_{N,exp}$                    $T_{e,max} - T_0$

$\Delta T_N$                        $T_{e,max} - T_{e,min}$

$\Delta T_{N,con}$                       8 °C

$\Delta T_{N,exp}$                       30 °C

$\Delta T_N$                          38 °C

Stanovením maximálních rozsahů, byly vytvořeny 2 zatěžovací stavy, a to ochlazení nosné konstrukce o -8 °C pro zkrácení nosné konstrukce a oteplení o +30 °C pro prodloužení nosné konstrukce.

### 2.2.5. Teplotní změna – nerovnoměrná, lineární

V tomto případě je vhodné uvažovat zjednodušený postup, a to pouze lineární rozdílovou složku teploty, vyjádřenou rozdílem teploty horního a dolního povrchu nosné konstrukce. Účinky svislých rozdílů teplot se mají uvažovat pomocí ekvivalentních lineárních rozdílových složek teploty  $\Delta T_{M,heat}$  a  $\Delta T_{M,cool}$  mezi horním a dolním povrchem nosné konstrukce [7].

**Tabulka 15: Hodnoty lineárních rozdílových složek teploty pro různé typy nosných konstrukcí. [7]**

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

**Tabulka 16: Hodnoty součinitele  $k_{sur}$  pro různé tloušťky mostního svršku. [7]**

Mosty pozemních komunikací, lávky pro chodce a železniční mosty						
Tloušťka mostního svršku	1. typ		2. typ		3. typ	
	horní povrch teplejší než dolní	dolní povrch teplejší než horní	horní povrch teplejší než dolní	dolní povrch teplejší než horní	horní povrch teplejší než dolní	dolní povrch teplejší než horní
[mm]	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$
bez svršku	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
vodotěsná izolace <sup>1)</sup>	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,0
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
štěrkové lože (750 mm)	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0
<sup>1)</sup> Tyto hodnoty představují horní mezní hodnoty pro tmavé barvy.						

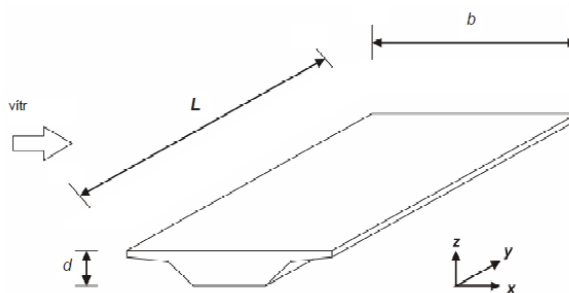
Jedná se o 3. typ: betonová nosná konstrukce – betonový komorový nosník. Uvažuji součinitel  $k_{sur} = 1,0$  a bude uplatněn až při sestavení kombinací.

Hodnoty ekvivalentních lineárních rozdílových složek teploty pro tento typ mostu jsou:

- $\Delta T_{M,heat} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  (horní povrch teplejší než dolní)
- $\Delta T_{M,cool} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  (dolní povrch teplejší než horní)

### 2.2.6. Vítr ve směru X, Y a Z

Visutý most je prostorovou konstrukcí, jehož nosná konstrukce je pružně podepřená pomocí závěsů a může být poměrně poddajná v určitých směrech působení vnějších sil. Proto je třeba analyzovat chování této konstrukce působením větru ve všech směrech a tím nalézt nejučinnější kombinace zatížení.



Obrázek 61: Směry zatížení větrem na konstrukci. [6]

Výpočet sil od větru působící na konstrukci je proveden dle zjednodušených metod obsažených v normách včetně zahrnutých součinitelů pro Itálii. Základní rychlost větru se spočte jako:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

$v_b$	základní rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
$k_a, a_s$	součinitele v dané zóně (viz. Tabulka 17.)
$a_0$	nadmořská výška, ve které se nachází posuzovaná k-ce



Obrázek 62: Mapa větrných zón na území Itálie. [20]

Tabulka 17: Tabulka výchozích hodnot základní rychlosti větru dle zón. [20]

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con eccezione provincia di Trieste)	25	1000	0.010
2	Emilia Romagna	25	750	0.015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0.020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0.020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0.015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0.020
7	Liguria	28	1000	0.015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0.010
9	Isole (con l'esclusione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0.020

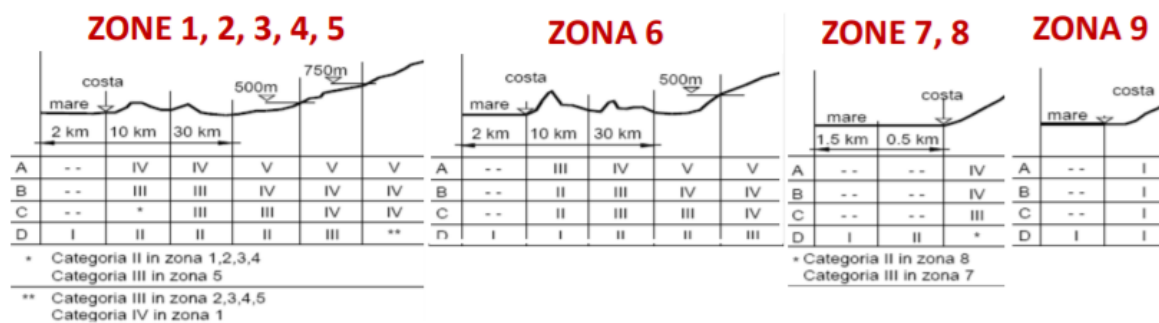
Výška konstrukce se předpokládá hodnotou  $a_s = 63$  m.n.m. což je méně, než  $a_0 = 500$  m pro 4. zónu (Sicílie a Kalábrie) ve které se most nachází, tudíž lze předpokládat, že  $v_{b,0} = v_b = 28,0$  m/s.

Tabulka 18: Kategorie terénu. [20]

<b>A</b>	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
<b>B</b>	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
<b>C</b>	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
<b>D</b>	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

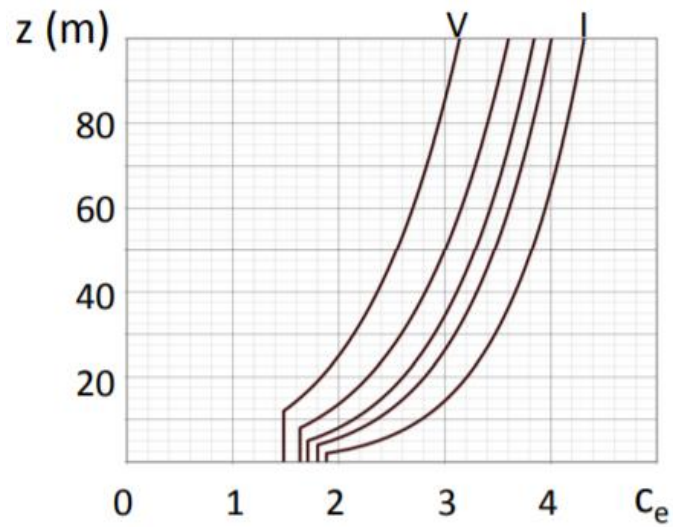
Mostní objekt přes Messinskou úžinu patří do kategorie terénu D, neboli oblasti bez překážek (letišť, jezera, moře, atd.)

Tabulka 19: Součinitele terénu dle zón. [20]

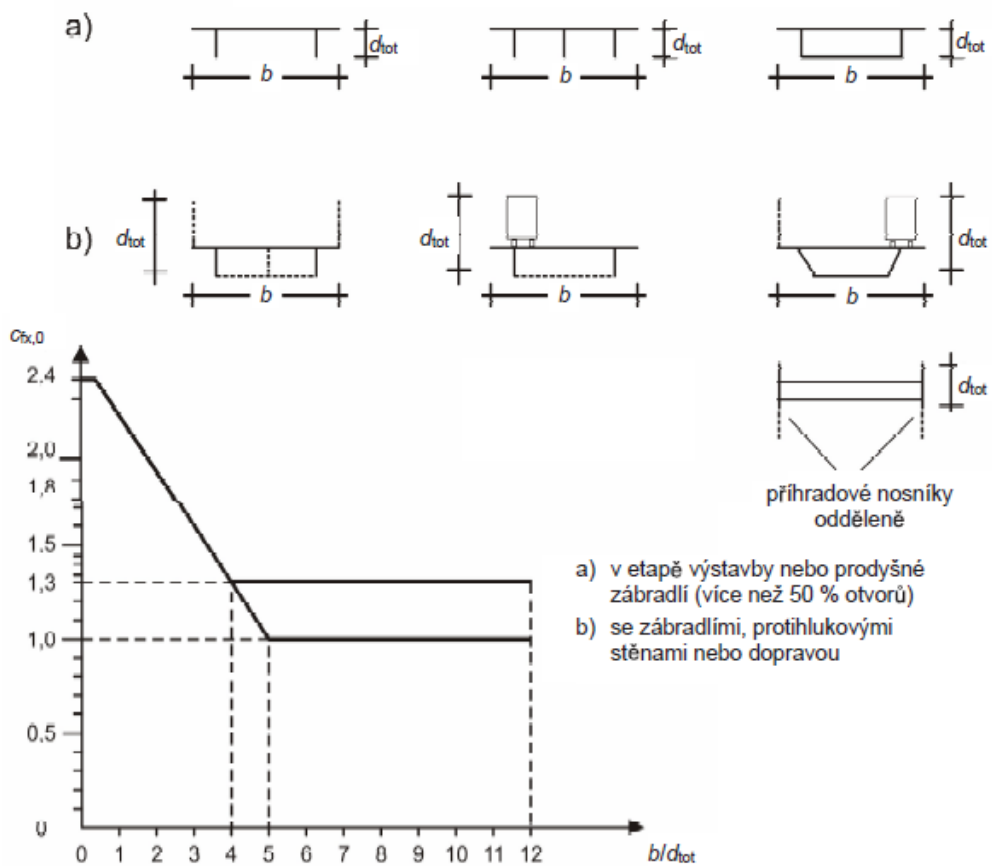


Categoria di esposizione	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0.17	0.01	2
II	0.19	0.05	4
III	0.20	0.10	5
IV	0.22	0.30	8
V	0.23	0.70	12





Obrázek 63: Součinitel expozice  $C_{e(z)}$ . [20]



Obrázek 64: Součinitel síly pro mosty  $c_{fx,0}$ . [6]

$$v_{b,0} = 28 \quad \text{m/s}$$

$$v_b = 28 \quad \text{m/s}$$

Kategorie terénu: D

$$z = 63 \quad \text{m}$$

$$b = 67 \quad \text{m}$$

$$d_{\text{tot}} = 12 \quad \text{m}$$

$$L = 4110 \quad \text{m}$$

$$b/d_{\text{tot}} = 5,58$$

$$C_{f,x} = 1$$

$$C_{e(z)} = 4$$

$$C = 4$$

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

$z$  výška, ve které se nachází nosná konstrukce

$b$  šířka nosné konstrukce

$d_{\text{tot}}$  výška nosné konstrukce

$L$  délka nosné konstrukce

$b/d_{\text{tot}}$  poměr šířky k výšce nosné konstrukce

$C_{f,x}$  součinitel síly

$C_{e(z)}$  součinitel expozice

$C = C_{e(z)} \times C_{f,x}$  součinitel zatížení větrem pro mosty

$\rho$  měrná hmotnost vzduchu

## Vítr ve směru X

Liniové zatížení větrem na konstrukci lze vyjádřit pomocí zjednodušené metody pro výpočet síly ve směru X ze vztahu uvedeném v ČSN EN 1991-1-4 Zatížení větrem (8.3.2) [6].

$$f_{w,x} = 1/2 \times \rho \times v_b \times d_{\text{tot}} \times C$$

$$f_{w,x} = 23520 \quad \text{N/m} = 23,52 \quad \text{kN/m}$$

## Vítr ve směru Y

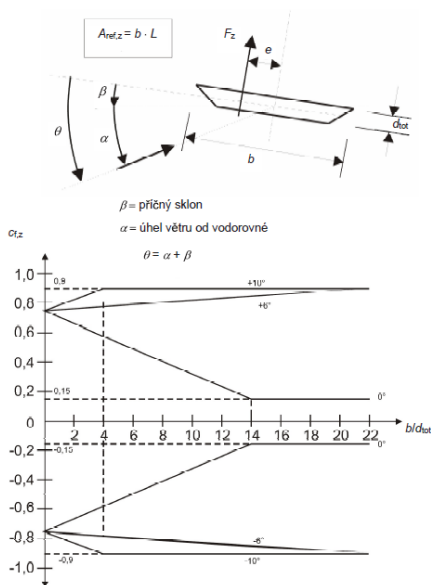
Vítr ve směru rozpětí mostu se pro plnostěnné mosty uvažuje jako 25% síly ve směru X.

$$f_{w,y} = 0,25 \times f_{w,x}$$

$$f_{w,y} = 5880 \text{ N/m} = 5,88 \text{ kN/m}$$

## Vítr ve směru Z

Pro výpočet minimálního a maximálního zatížení větrem ve směru Z je třeba stanovit součinitele C



Obrázek 65: Součinitel  $C_{f,z}$ . [6]

$$C_{f,z,min} = -0,5$$

$$C_{f,z,max} = 0,5$$

$$C_{e(z)} = 4$$

$$C_{min} = -2$$

$$C_{max} = 2$$

$$f_{w,z} = 1/2 \times \rho \times v_b \times b \times C_{min/max}$$

$$f_{w,z,min} = -65660 \text{ N/m} = -65,66 \text{ kN/m}$$

$$f_{w,z,max} = 65660 \text{ N/m} = 65,66 \text{ kN/m}$$

### 2.2.7. Pokles podpor

Kvůli vlastní tíze konstrukce takovýchto rozměrů, předpokládá se pokles podpor, který nemusí být rovnoměrný. Diverzita podloží na obou pevninách může způsobit nerovnoměrné poklesy podpor, a tak je důležité ověřit i tyto zatěžovací stavy. Ze zkušeností z jiných mostních konstrukcí, byly poklesy odhadnuty i pro podpory u této konstrukce:

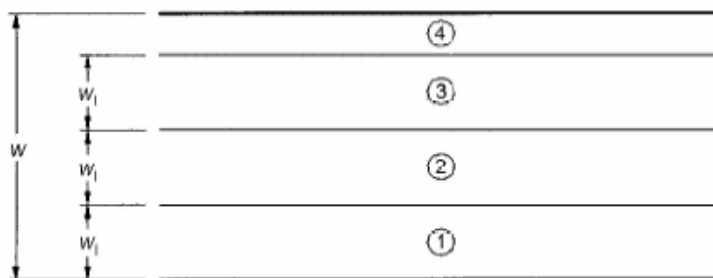
- Pilíř P6 o 5 mm
- Pylon P7 o 50 mm
- Pylon P8 o 50 mm
- Opěra O9 o 5 mm

### 2.2.8. Model zatížení 1 (LM1)

Na mostě je směrově rozdělená silniční komunikace o dvou jízdních páslech odpovídajících přibližně šířkovému uspořádání kategorie S11,5 – jízdní pásy mají šířku vozovky 11,75 m, ta je rozdělena na 3 pruhy po 3,0 m a šířky zbývající plochu 2,75 m.

Tabulka 20: Počet a šířka zatěžovacích pruhů. [8]

Šířka vozovky $w$	Počet zatěžovacích pruhů	Šířka zatěžovacího pruhu $w_1$	Šířka zbývající plochy
$w < 5,4$ m	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4 \text{ m} \leq w < 6$ m	$n_1 = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_1 = \text{Int} \left( \frac{w}{3} \right)$	3 m	$w - 3 \times n_1$
POZNÁMKA Např. pro šířku vozovky 11 m, $n_1 = \text{Int} \left( \frac{11}{3} \right) = 3$ , šířka zbývající plochy je $11 - 3 \times 3 = 2$ m.			



**Legenda**

- |   |                      |                |                          |
|---|----------------------|----------------|--------------------------|
| w | šířka vozovky        | w <sub>1</sub> | šířka zatěžovacího pruhu |
| 1 | zatěžovací pruh č. 1 | 2              | zatěžovací pruh č. 2     |
| 3 | zatěžovací pruh č. 3 | 4              | zbývající plocha         |

**Obrázek 66: Rozdělení vozovky na zatěžovací pruhy. [8]**

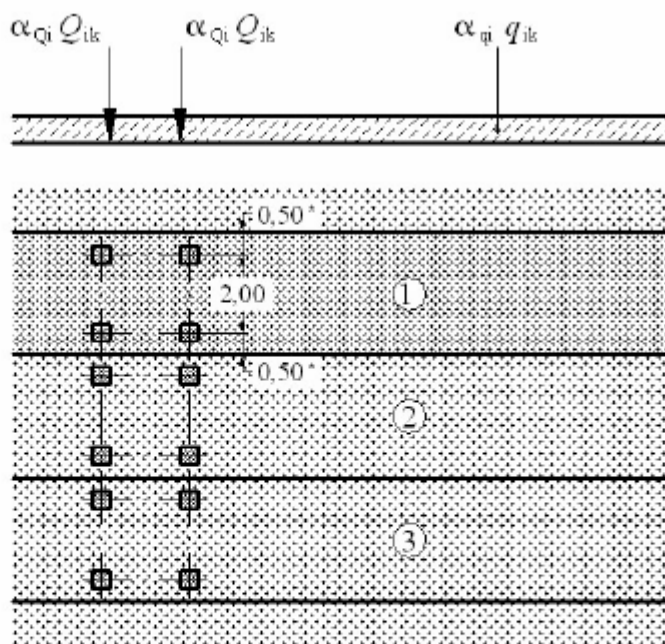
Model zatížení 1 je složen ze dvou dílčích soustav:

- Soustředěné zatížení od dvojnápravy (TS – tandem system)
- Rovnoměrné zatížení (UDL – uniformly distributed load)

**Tabulka 21: LM1-charakteristické hodnoty včetně dynamických účinků. [8]**

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly $Q_k$ [kN]	$q_k$ (nebo $q_{rk}$ ) [kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha ( $q_{rk}$ )	0	2,5

Regulační součinitele uvažujeme hodnotou  $a_{Qi} = a_{qi} = 1,0$ .



**Legenda**

(1) pruh č. 1:  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ ;  $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$

(2) pruh č. 2:  $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$ ;  $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

(3) pruh č. 3:  $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$ ;  $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

\* pro  $w_l = 3,00 \text{ m}$

**Obrázek 67: Použití modelu zatížení 1. [8]**

Maximální délku spojitého rovnoměrného zatížení uvažuje 500 m.

**2.2.9. Zatížení chodníků**

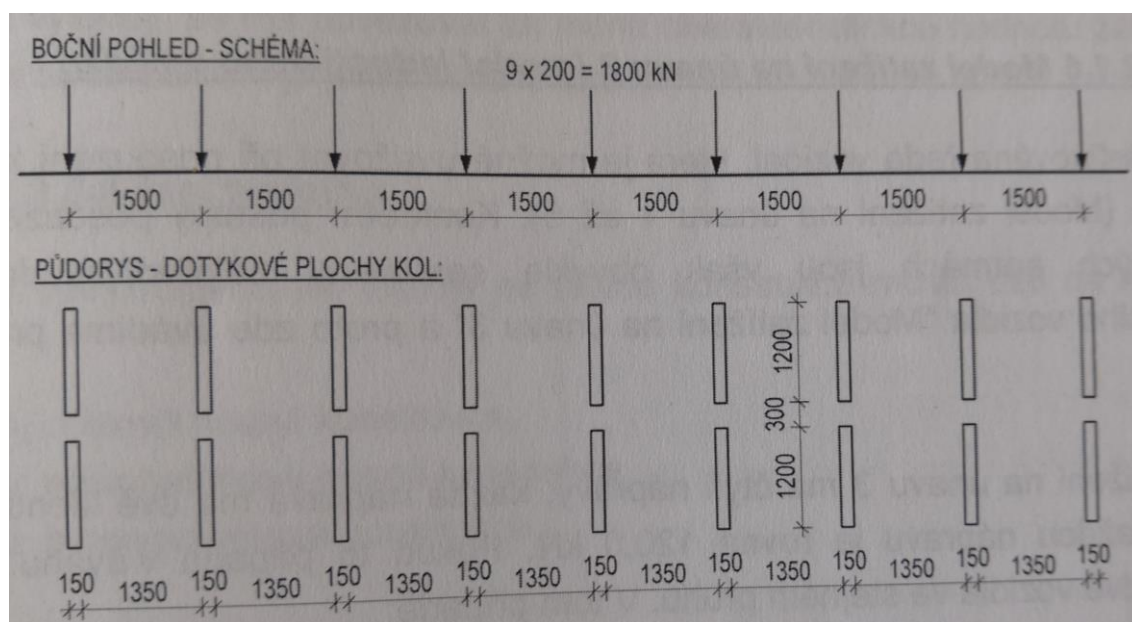
Na chodnících a nouzových pruzích se uvažuje rovnoměrné zatížení 5,0 kN/m<sup>2</sup>.

**2.2.10. Model zatížení 3 (LM3)**

Model zatížení 3 představuje soubor 17 zvláštních zatěžovacích vozidel, které stanoví příslušný úřad v dané zemi. Pro tento most předpokládáme vozidlo o celkové tíze 1800 kN pro silnice I. a II. třídy. Zvláštní vozidlo je jediným vozidlem na mostě a pohybuje se v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů. Pro rychlost do 70 km/h je stanoven dynamický součinitel  $\phi = 1,25$ . Do statického schématu se umístí 9 náprav o tíze 200 kN se vzdáleností 1,5 m od sebe.

**Tabulka 22: Zvláštní vozidlo pro silnice I. a II. třídy. [27]**

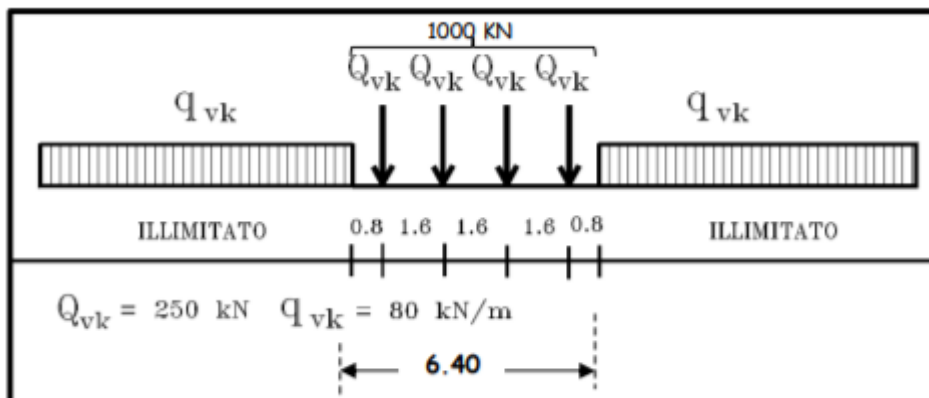
Celková tíha	1800 kN
Označení	1800/200
Nápravy	$n = 9 \times 200 \text{ kN}$ $e = 1,50 \text{ m}$
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů, přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50 \text{ m}$ .
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální ( $\leq 70 \text{ km/hod}$ )
Dynamický součinitel	Ano, $\varphi = 1,25$
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě.



**Obrázek 68: Schéma modelu zatížení 3 (LM3) - 1800/200. [27]**

### 2.2.11. Model zatížení 71 (LM71)

Model zatížení 71 reprezentuje statický účinek od běžné železniční dopravy. Charakteristické hodnoty se musí násobit součinitelem  $\alpha$  na tratích, které jsou určeny pro těžší nebo lehčí dopravu, pro tento případ se bude uvažovat  $\alpha = 1,1$  (dle dostupných technických norem pro Itálii).



Obrázek 69: Schéma modelu zatížení 71. [18]

Spojité zatížení v tomto schématu se uvažuje nekonečně dlouhé, protože se předpokládá, že vlak bude delší nebo stejně dlouhý jako most, což neplatí v tomto případě. Vlak může dosáhnout délky až okolo 650 m a tak je pro tento most stanovená délka liniového zatížení do takové vzdálenosti, aby simulovala celý vlak. Liniové zatížení bude tedy na obě strany 321,8 m.

Tento model zatížení zahrnuje pouze statický účinek a je třeba určit dynamický součinitel dle kvality koleje. Jedná se o důležitou součást dopravní infrastruktury, takže se uvažuje vztah pro pečlivě udržovanou kolej:

(a) per linee con elevato standard manutentivo:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82 \text{ con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

Obrázek 70: Dynamický součinitel  $\Phi_2$  pro pečlivě udržovanou kolej pro rychlost vlaků do 200 km/h. [18]

Při dosazení náhradní délky  $L_\phi = 3300$  m (představující délku hlavního pole) vychází dynamický součinitel pod spodním limitem, takže je uvažován  $\Phi_2 = 1,0$ . [24][25]



### 2.3. Nelineární zatěžovací stavy

Nosné prvky visutého mostu jsou modelovány ve 2D pomocí nelinearity 1D prvků, kterými jsou lana a závěsy. Nelineární působení těchto prvků se ve výpočetním softwaru SCIA Engineer počítá pomocí nelineárních kombinací. Při modelování mostu bylo zjištěno, že jsou výsledky z lineárního výpočtu kombinací a nelineárního výpočtu kombinací naprosto nesrovnatelné. Konstrukce se během lineárního výpočtu nechová podle skutečnosti, takže jsou takové výsledky nepoužitelné. Odhadnout průběhy vnitřních sil od nelineárního působení zatěžovacích stavů na takové konstrukce vyžaduje zkušenosti, které nelze při běžném projektování získat. Pro účely efektivního sestavení kombinací je tedy potřeba znát, jak daný zatěžovací stav působí na konstrukci.

Pro přibližné zjištění průběhu byly sestaveny nelineární kombinace pro každý zatěžovací stav (či skupinu) na konstrukci, ve které jsou obsaženy i stálé zatížení včetně předpětí ve visutých lanech. Od průběhu vnitřních sil v zjišťovaných řezech byla odečtena hodnota vnitřních sil od nelineární kombinace stálého zatížení včetně předpětí. Výsledkem odečtení těchto hodnot je přibližná hodnota vnitřních sil od daného („krátkodobého“) zatěžovacího stavu při nelineárním výpočtu v daném místě.

Normálové síly jsou v konstrukci tohoto visutého mostu zanedbatelné, mnohem více vypovídající jsou pro kombinace MSP a MSÚ průběhy ohybového momenty  $M_y$  v nosné konstrukci. Pro představu nelineárního chování konstrukce postačí umístit pohyblivé zatížení v místě pylonu, v polovině hlavního a vedlejšího pole. Pro plynulost průběhu křivky ohybového momentu byly odečteny hodnoty v přidaném řezu 3/8 L2. Výsledky nelineárního výpočtu vnitřních sil jsou uvedeny v následujících tabulkách a grafech.

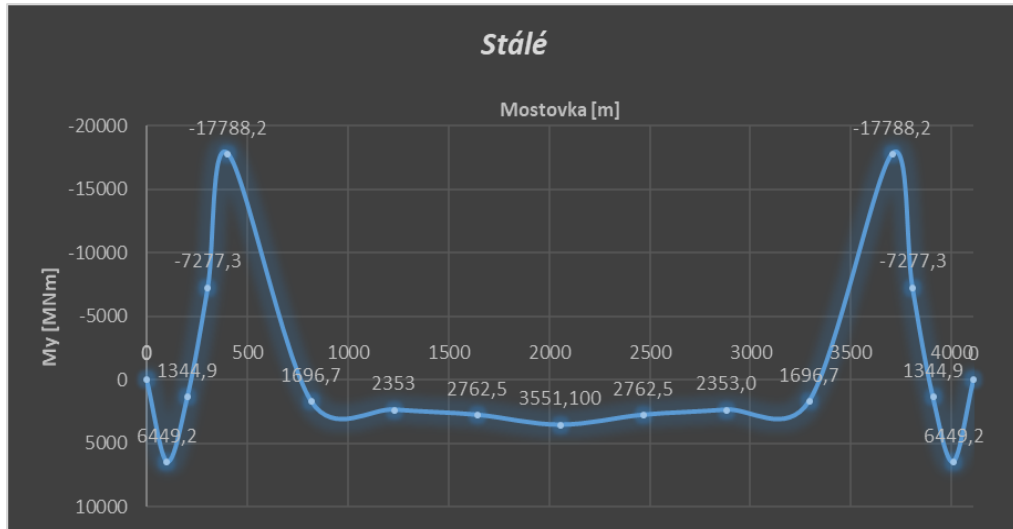


Tabulka 24: Nelineární hodnoty ohybových momentů od nelineárních zatěžovacích stavů.

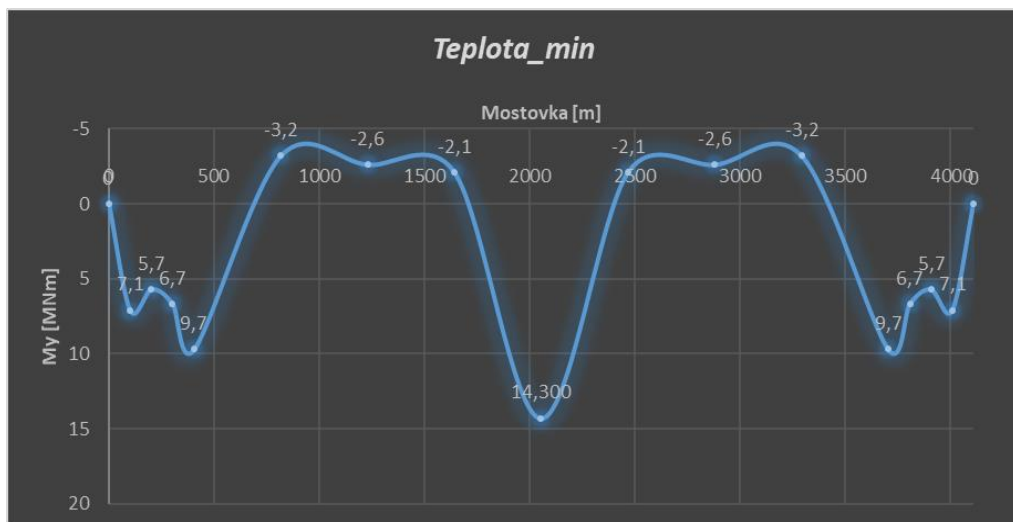
L1	405	m
L2	3300	m
L3	405	m

Nelineární hodnoty ohybových momentů  $M_y$  od nelineárních zatěžovacích stavů

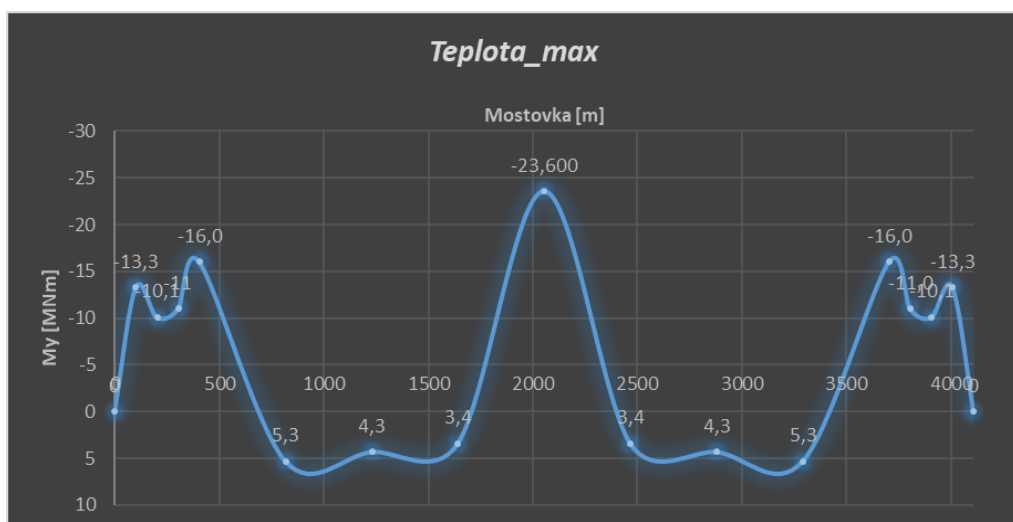
Č.	Číslo řezu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Označení řezu																
0	0	1/4 L1	1/2 L1	3/4 L1	Pylon	1/8 L2	1/4 L2	3/8 L2	1/2 L2	5/8 L2	3/4 L2	7/8 L2	Pylon	1/4 L3	1/2 L3	3/4 L3	L
	Vzdálenost od počátku mostu	101,25	202,5	303,75	405	817,5	1230	1642,5	2055	2467,5	2880	3292,5	3705	3806,25	3907,5	4008,75	4110
0	0	6449,2	1344,9	-7277,3	-17788,2	1696,7	2353	2762,5	3551,100	2762,5	2353,0	1696,7	-17788,2	-7277,3	1344,9	6449,2	0
1	0	7,1	5,7	6,7	9,7	-3,2	-2,6	-2,1	14,300	-2,1	-2,6	-3,2	9,7	6,7	5,7	7,1	0
2	0	-13,3	-10,1	-11	-16,0	5,3	4,3	3,4	-23,600	3,4	4,3	5,3	-16,0	-11,0	-10,1	-13,3	0
3	0	-74,7	-123,8	-141,8	-149,3	-138,6	-138,6	-138,5	-136,500	-138,5	-138,6	-138,6	-149,3	-141,8	-123,8	-74,7	0
4	0	149,4	247,5	283,7	298,7	277,2	277,2	277,2	272,900	277,2	277,2	277,2	298,7	283,7	247,5	149,4	0
5	0	-227,1	-83,6	191	486,6	-54,5	-53,4	-56,6	-87,400	-56,6	-53,4	-54,5	486,6	191,0	-83,6	-227,1	0
6	0	226,9	83,8	-187,7	-480,0	53,4	52,5	55,6	86,500	55,6	52,5	53,4	-480,0	-187,7	83,8	226,9	0
7	0	-14,4	-10,9	17,6	55,0	-13,6	-13,8	-14,6	-0,500	14,8	13,9	13,6	-54,9	-17,5	10,9	14,3	0
8	0	-9,2	-4,8	-1,8	-1,4	0,0	0	0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
9	0	29,4	16,1	9,3	10,8	0,4	0,5	0,5	0,400	0,4	0,4	0,4	-5,2	-2,6	-0,6	-0,3	0
10	0	815,6	685,4	113,9	-447,2	22,2	21,3	22,5	35,500	23,0	21,7	22,1	-196,6	-76,8	34,8	93,8	0
11	0	292,7	277,6	-28,9	-383,7	17,3	18,4	19,3	31,400	17,8	17,0	17,9	-179,7	-69,8	34,0	91,9	0
12	0	12,4	-62,9	-254,6	-487,0	-32,3	495,8	-14,4	-17,700	-38,3	-34,6	-27,9	-33,8	-14,8	17,0	64,3	0
13	0	32,1	-19,2	-74,9	-128,2	-48,4	-58,4	-46,7	508,900	-46,7	-58,4	-48,4	-128,2	-74,9	-19,2	32,1	0
14	0	70,9	145,7	7,9	-45,7	-0,9	0	-0,1	0,000	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0
15	0	3,5	-4,8	-6	68,1	-0,5	-0,2	-0,2	-0,200	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	0
16	0	-6,5	-7,8	-13,7	-22,0	-5,1	117,8	-4	-4,300	-4,8	-4,4	-3,9	12,9	5,0	-1,4	-2,3	0
17	0	-4,9	-4,3	0,4	6,0	-5,7	-6,4	-6,7	114,600	-6,7	-6,4	-5,7	6,0	0,4	-4,3	-4,9	0
18	0	1196,4	887,2	341,6	-341,4	0,0	-0,7	-0,8	-0,400	-0,1	-0,1	-0,1	3,6	1,8	0,5	0,3	0
19	0	880,8	687,4	-43,1	-816,9	43,7	-11,6	-12,5	-14,400	-17,3	-15,8	-14,5	61,2	25,8	-2,1	-6,2	0
20	0	-187,2	-225,1	-410,6	-671,9	-61,8	619	-18,8	-122,900	-141,0	-129,6	-115,1	375,3	143,2	-41,1	-68,3	0
21	0	-141,6	-124,2	3,5	155,0	-162,1	-183,8	-88,1	620,900	-88,1	-183,8	-162,1	155,0	3,5	-124,2	-141,6	0



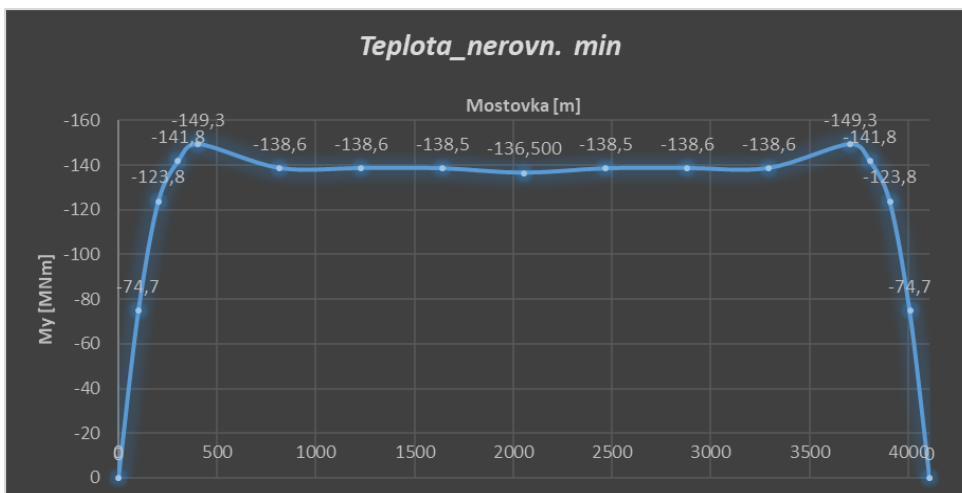
Obrázek 71: Ohybové momenty od působení stálého zatížení.



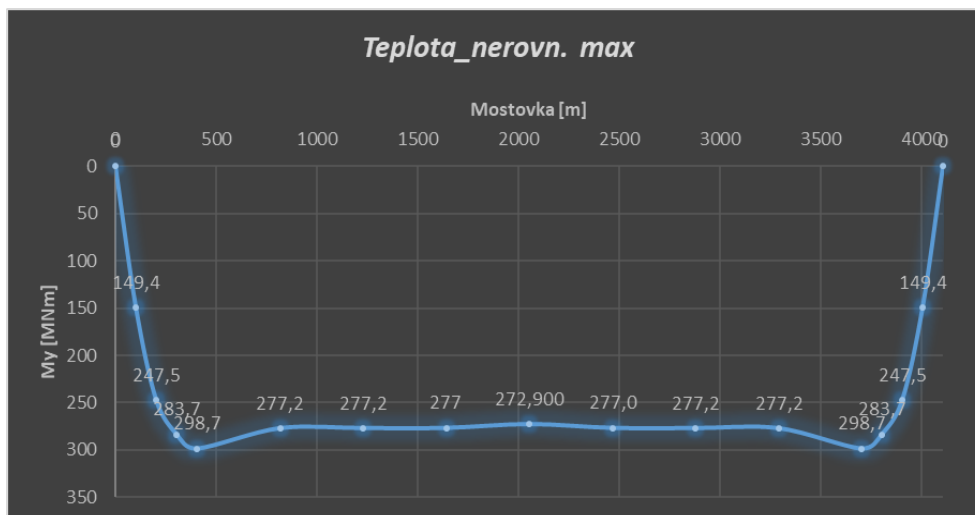
Obrázek 72: Ohybové momenty od působení rovnoměrného ochlazení.



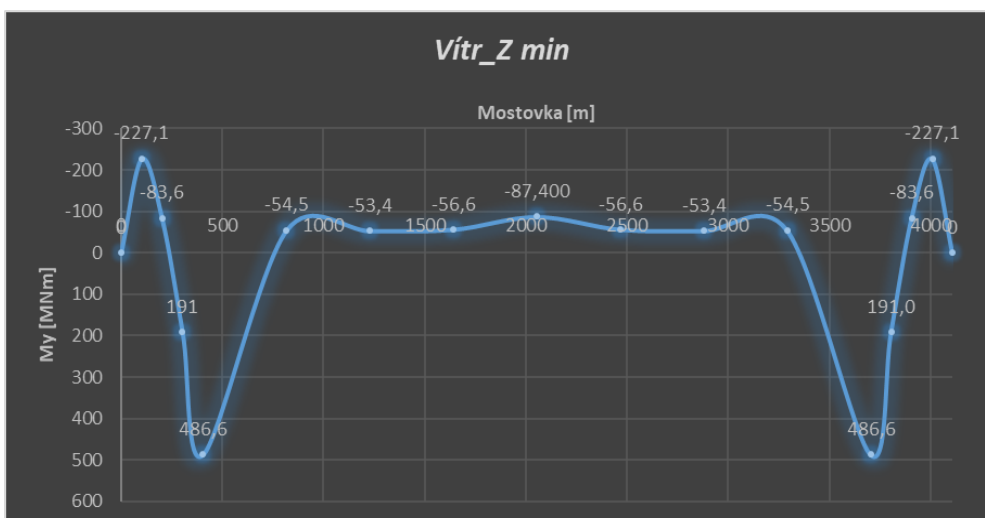
Obrázek 73: Ohybové momenty od působení rovnoměrného oteplení.



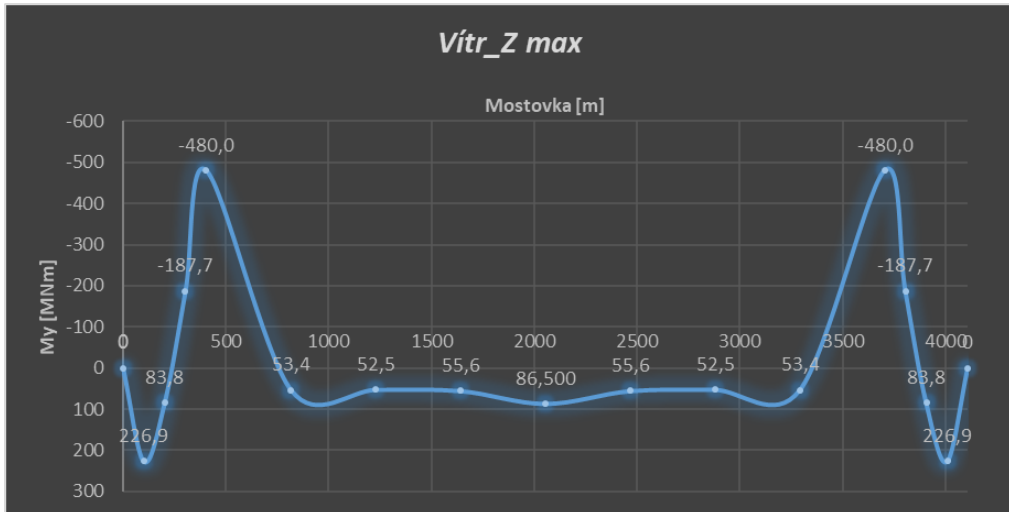
Obrázek 74: Ohybové momenty od působení nerovnoměrného ochlazení.



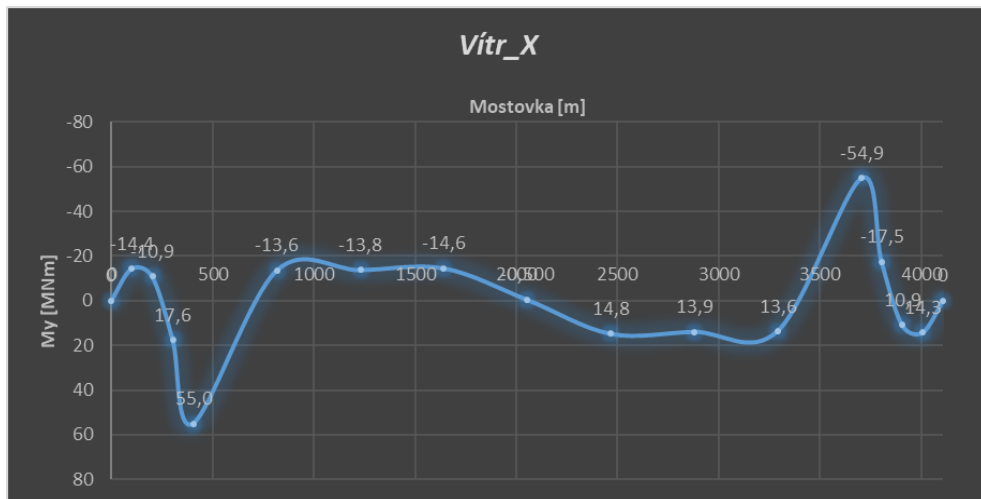
Obrázek 75: Ohybové momenty od působení nerovnoměrného oteplení.



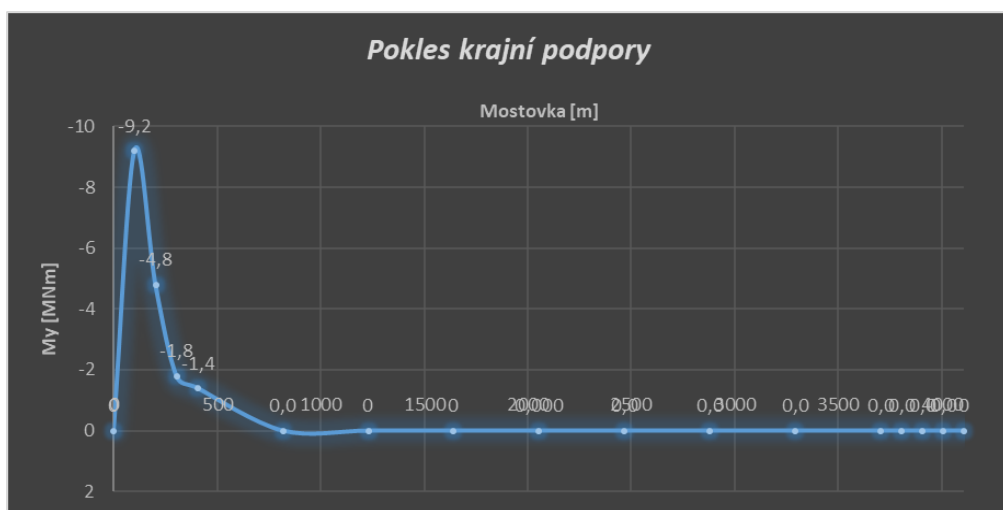
Obrázek 76: Ohybové momenty od působení svislého větru odlehčujícího konstrukci.



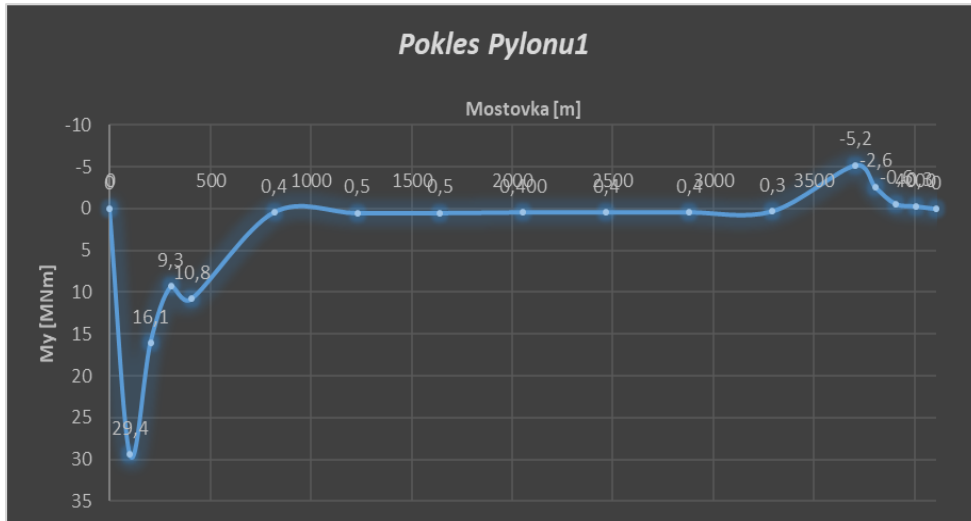
Obrázek 77: Ohybové momenty od působení svislého větru přitěžujícího konstrukci.



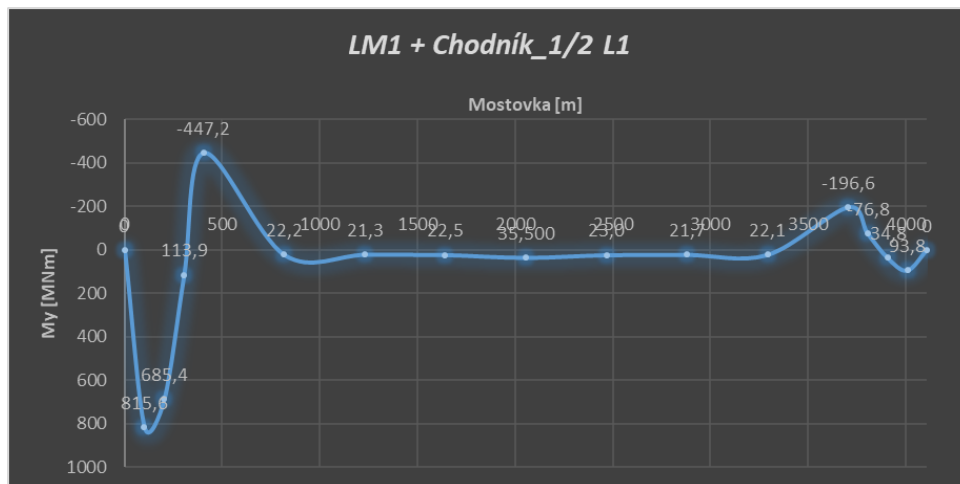
Obrázek 78: Ohybové momenty od působení větru v podélném směru mostovky.



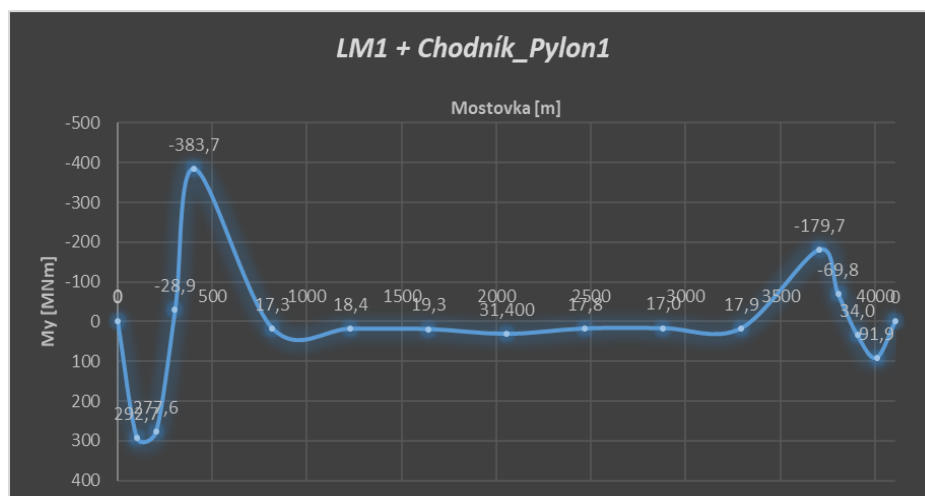
Obrázek 79: Ohybové momenty od poklesu pilíře P6.



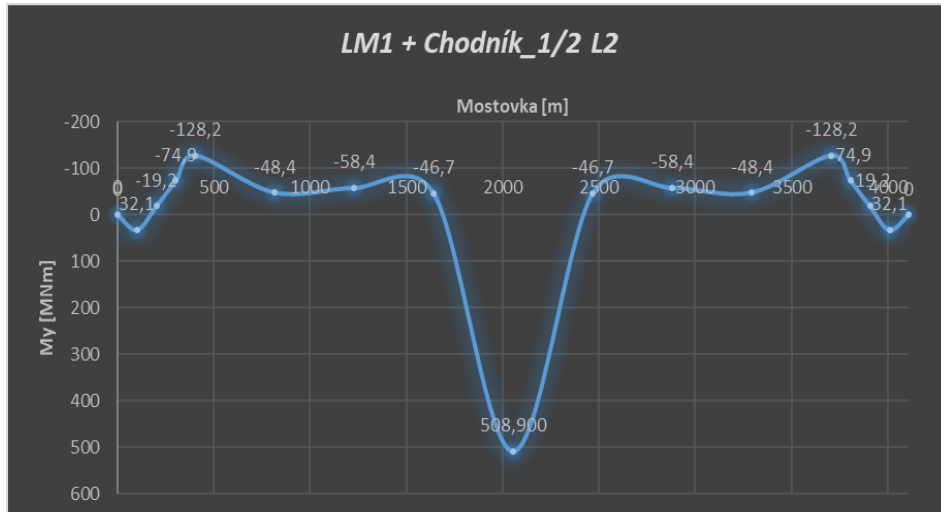
Obrázek 80: Ohybové momenty od poklesu pylonu P7.



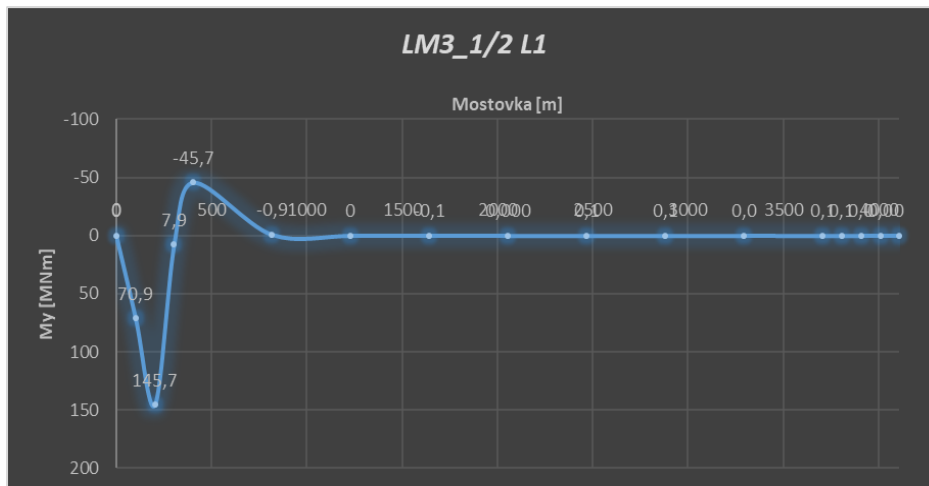
Obrázek 81: Ohybové momenty od působení LM1 a zatížení chodníků v 1/2 L1.



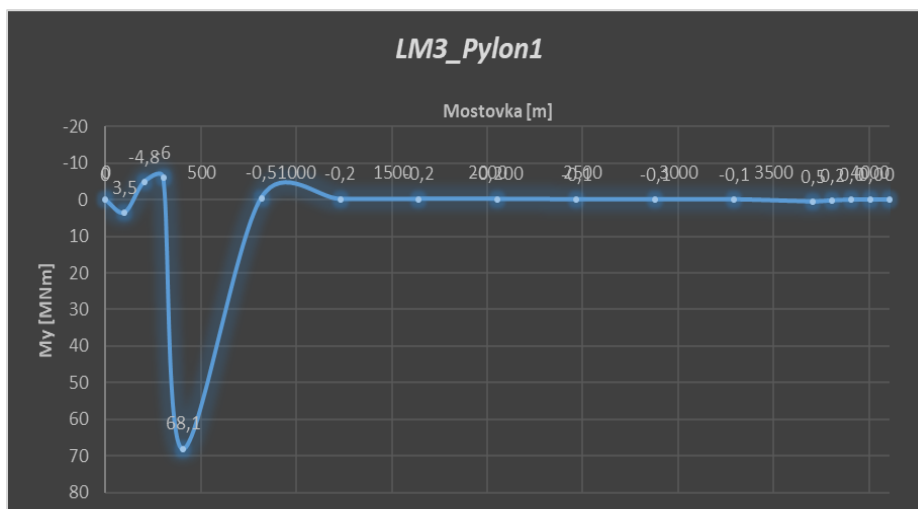
Obrázek 82: Ohybové momenty od působení LM1 a zatížení chodníků v pylonu.



Obrázek 83: Ohybové momenty od působení LM1 a zatížení chodníků v 1/2 L2.

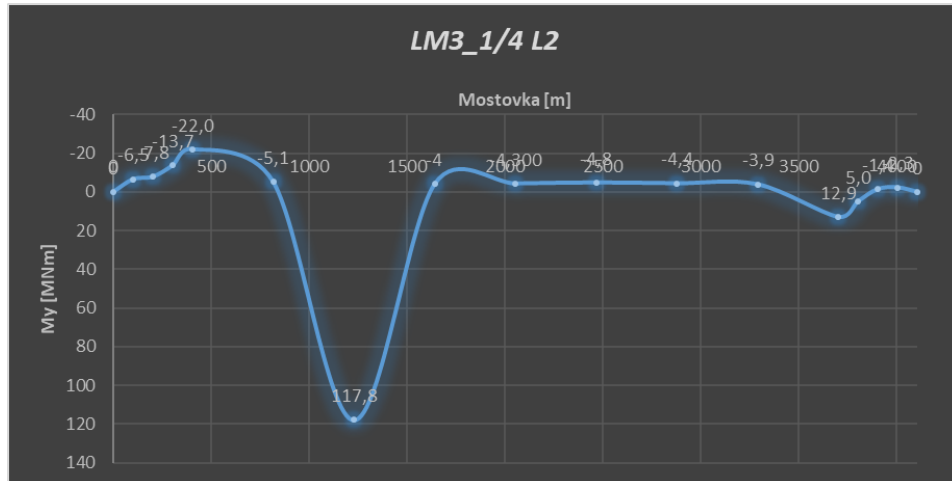


Obrázek 84: Ohybové momenty od působení LM3 v 1/2 L1.

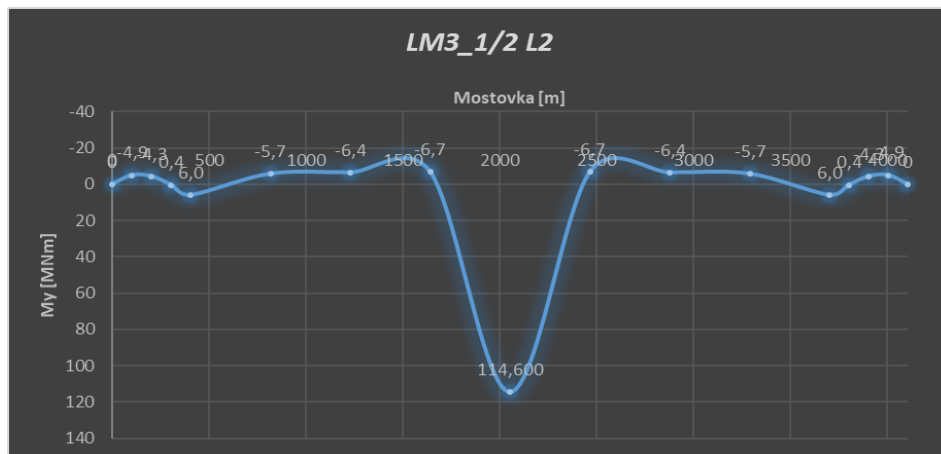


Obrázek 85: Ohybové momenty od působení LM3 v pylonu.

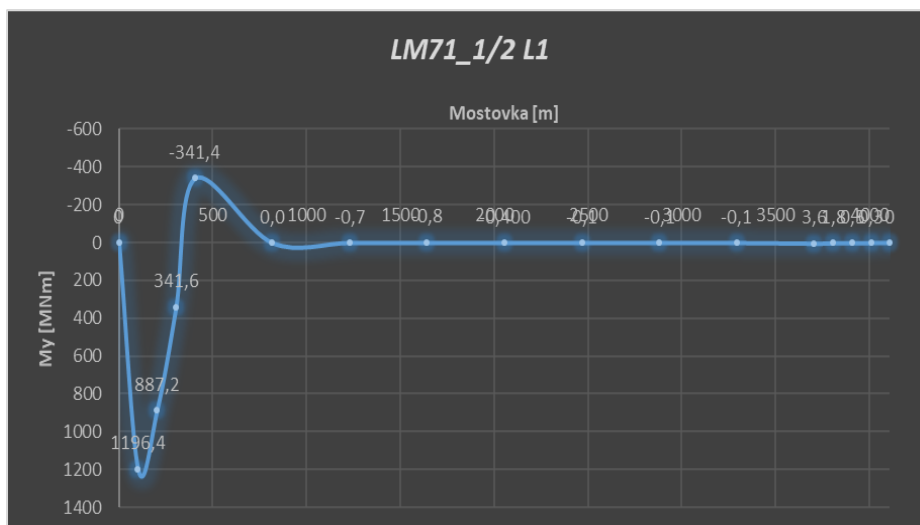




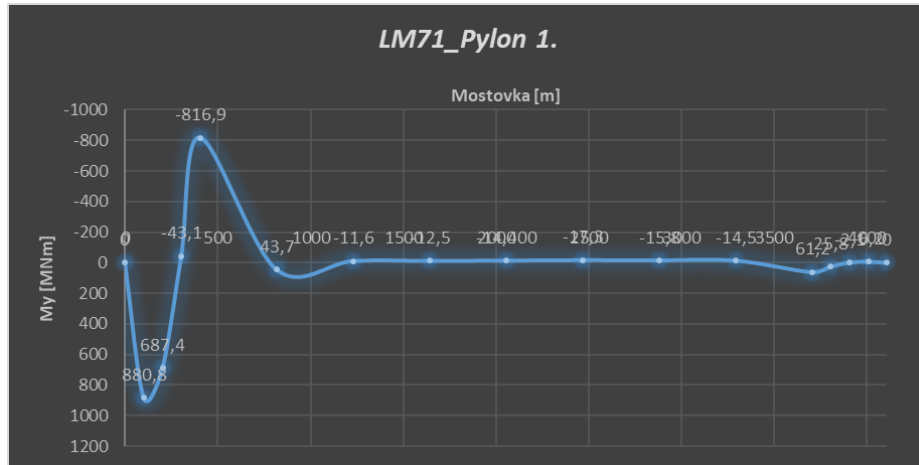
Obrázek 86: Ohybové momenty od působení LM3 v 1/4 L2.



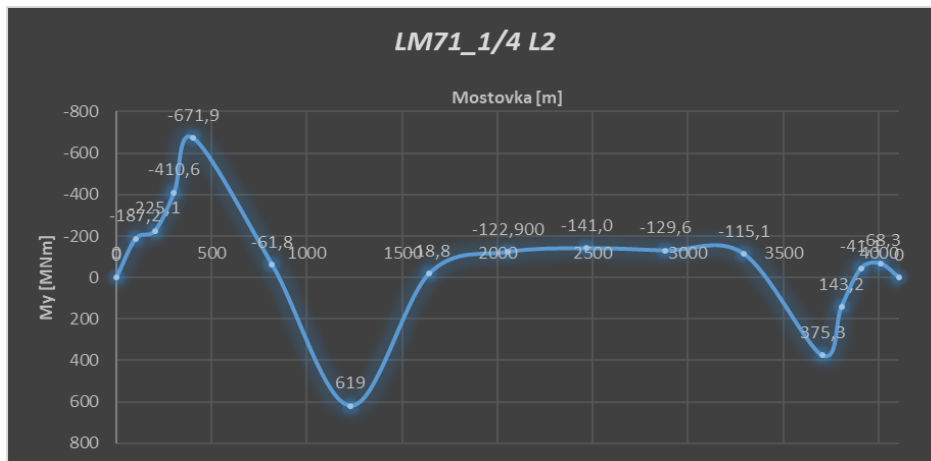
Obrázek 87: Ohybové momenty od působení LM3 v 1/2 L2.



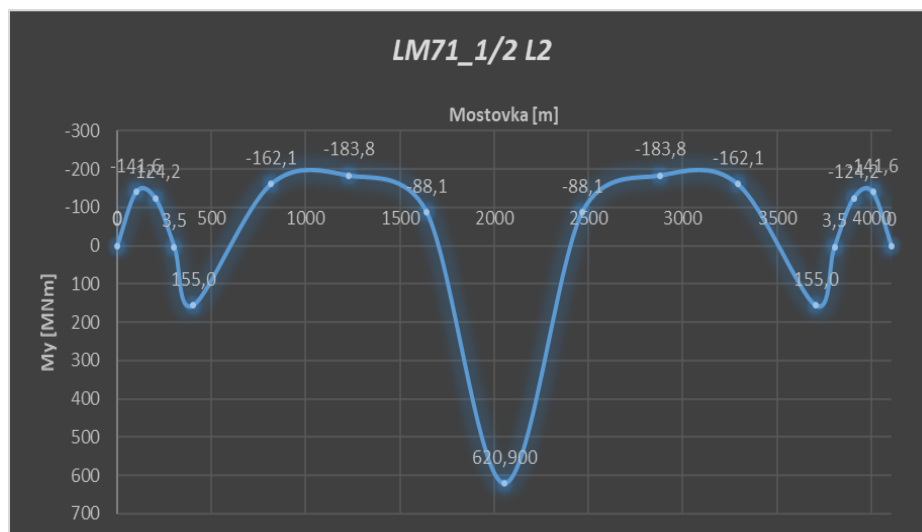
Obrázek 88: Ohybové momenty od působení LM71 v 1/2 L1.



Obrázek 89: Ohybové momenty od působení LM71 v pylonu.



Obrázek 90: Ohybové momenty od působení LM71 v 1/4 L2.



Obrázek 91: Ohybové momenty od působení LM71 v 1/2 L2

Pomocí těchto zjištění lze předpokládat, jaký bude mít jednotlivý zatěžovací stav vliv na konstrukci v daném místě při nelineárním chování. Lze skrze hodnoty v grafech a tabulce určit, jaký zatěžovací stav bude zásadnější při sestavování kombinací zatížení. Na první pohled lze říct například, že sestava LM1 a zatížení chodníků působí nejpříznivěji než LM3. Schéma zvláštního vozidla se použije až při analýze v příčném směru na 3D konstrukci.

Důležitým poznatkem této analýzy je poznatek toho, že se konstrukce chová spíše jako staticky určitá z toho důvodu, že vnitřní síly od poklesu podpor jsou zcela zanedbatelné (v hodnotách ‰ ve srovnání s vlastní tíhou). Z důvodu náročného návrhu mostní konstrukce, bude vliv staticky neurčitého momentu od předpětí ve všech variantách zanedbán. Dalším důvodem je také náročnost výpočetního modelu, ve kterém probíhají složité nelineární výpočty a hrozila by případná nestabilita výpočtu.

## 2.4. Nelineární kombinace zatížení

### Kombinace pro mezní stavy použitelnosti

a) Charakteristická kombinace:

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

b) Častá kombinace:

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

c) Kvazistálá kombinace:

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

d) Občasná kombinace:

(pouze pro mosty pozemních komunikací)

$$\Sigma G_{k,j} "+" P_k "+" \psi_{1,infq} Q_{k1} "+" \Sigma \psi_{1,i} Q_{ki}$$

**Kombinace pro MSÚ (kromě ověření na únavu)**

**a ) Kombinace pro trvalé a dočasné návrhové situace - základní kombinace:**

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

nebo alternativně pro mezní stavy STR a GEO jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů:

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

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

**b ) Kombinace pro mimořádné návrhové situace:**

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

**c ) Kombinace pro seismické návrhové situace:**

$$\Sigma G_{k,j} "+" P "+" A_{Ed} "+" \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

**Tabulka 25: Součinitele spolehlivosti zatížení. [27]**

Zatížení	Značka	Situace	
		T / D	M
Stálé zatížení			
působící nepříznivě	$\gamma_{Gsup}$	1,35	1,00
působící příznivě	$\gamma_{Ginf}$	1,00	1,00
Nerovnoměrné poklesy			
pružná lineární analýza	$\gamma_{Gset}$	1,20	1,00
nelineární analýza	$\gamma_{Gset}$	1,35	0,00
Předpětí <i>(podrobnosti jsou v ČSN EN 1992)</i>	$\gamma_P$	1,00	1,00
Zatížení silniční dopravou a chodci	$\gamma_Q$		
nepříznivě		1,35	1,00
příznivě		0,00	0,00
Zatížení železniční dopravou	$\gamma_Q$		
nepříznivě - LM71, SW/0, HSLM		1,45	1,00
nepříznivě - SW/2		1,20	1,00
příznivě		0,00	0,00
Ostatní proměnná zatížení	$\gamma_Q$		
nepříznivá		1,50	1,00
příznivá		0,00	0,00
Mimořádné zatížení	$\gamma_A$		1,00

**Tabulka 26: Součinitele kombinace  $\psi$  pro silniční a železniční mosty. [27]**

Zatížení	Značka		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1,infq.}$
Zatížení silniční dopravou a chodci	gr1a (LM1)	TS	0,75	0,75	0,00	0,80
		UDL	0,40	0,40	0,00	0,80
		zat.chodci+cyklisty	0,40	0,40	0,00	0,80
	gr1b (jednotlivá náprava)		0,00	0,75	0,00	0,80
	gr2 (vodorovné síly)		0,00	0,00	0,00	1,00
	gr3 (zatížení chodci)		0,00	0,40	0,00	0,80
Zatížení železniční dopravou	gr4 (LM4 - zatížení davem lidí)		0,00	-	0,00	0,80
	gr5 (LM3 - zvláštní vozidla)		0,00	-	0,00	1,00
	LM71		0,80	0,80	0,00	-
Zatížení větrem (sil.)	SW/0		0,80	0,80	0,00	-
	SW/2		0,00	1,00	0,00	-
Zatížení větrem (žal.)	$F_{wk}$ : trvalé návrhové situace provádění		0,60	0,20	0,00	0,60
	$F_w^*$		1,00	-	-	-
Zatížení teplotou	$F_{wk}$ : bez železniční dopravy		0,75	0,50	0,00	-
	$F_w^*$ : s železniční dopravou		1,00	-	-	-
Zatížení sněhem	$T_k$		0,60	0,60	0,50	0,80
Staveništní zat.	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		0,80	-	-	1,00
	$Q_c$		1,00	-	1,00	1,00

$$\xi_G = 0,85$$

Kombinace zatížení jsou sestaveny dle ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. U této konstrukce zcela jistě bude mít vliv i sestavení mimořádné kombinace, avšak pro účely návrhu postačí kombinace charakteristická, častá a kvazistála pro MSP, pro MSÚ se využije vztahů 6.10a a 6.10b. V následujících kapitolách jsou sestaveny kombinace pro mezní stavy a u jednotlivých zatížení jsou vypočteny součinitele jako vstupní údaje do výpočetního softwaru.

## 2.4.1. Kombinace pro mezní stavy použitelnosti

Tabulka 27: Součinitele použité pro min a max charakteristickou kombinaci zatížení.

**Charakteristická kombinace**

$$\Sigma G_{kj} \text{"+"} P \text{"+"} Q_{k,1} \text{"+"} \Sigma \psi_{0j} Q_{kj}$$

Řez	VI. tíha NK	Ost.stálé	Pokles podpor	Teplota			Vítr	LM1 - TS	LM1 - UDL	Chodníky		LM71				
	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_i$	$k_{sur}$	$\Sigma=$	$\psi_0$	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_i$	koef. (3/5)	$\Sigma=$	$\psi_i$	$\alpha$	$\phi_2$	$\Sigma=$
max_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
max_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
max_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
max_Pylon	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
max_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
max_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
max_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,10	1,00	1,10
min_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
min_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
min_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
min_Pylon	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
min_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
min_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
max_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									

Tabulka 28: Součinitele použité pro min a max častou kombinaci zatížení.

**Častá kombinace**

$$\Sigma G_{kj} \text{"+"} P \text{"+"} \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{"+"} \Sigma \psi_{2j} Q_{kj}$$

Řez	VI. tíha NK	Ost.stálé	Pokles podpor	Teplota			Vítr	LM1 - TS	LM1 - UDL	Chodníky		LM71				
	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_i$	$k_{sur}$	$\Sigma=$	$\psi_2$	$\psi_1$	$\psi_1$	$\psi_1$	koef. (3/5)	$\Sigma=$	$\psi_1$	$\alpha$	$\phi_2$	$\Sigma=$
max_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
max_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
max_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
max_Pylon	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
max_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
max_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
max_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,75	0,40	0,40	0,60	0,24	0,80	1,10	1,00	0,88
min_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									
min_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									
min_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									
min_Pylon	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									
min_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									
min_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									
min_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,60	0,00									

Tabulka 29: Součinitele použité pro min a max kvazi-stálou kombinaci zatížení.

**Kvazistálá kombinace**

$$\Sigma G_{kj} \text{"+"} P \text{"+"} \Sigma \psi_{2j} Q_{kj}$$

Řez	VI. tíha NK	Ost.stálé	Pokles podpor	Teplota			Vítr
	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_i$	$\psi_2$	$k_{sur}$	$\Sigma=$	$\psi_2$
max_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
max_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
max_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
max_Pylon	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
max_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
max_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
max_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_Pylon	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00
min_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00

## 2.4.2. Kombinace pro mezní stavy únosnosti

Tabulka 30: Součinitele pro min a max kombinaci dle vztahu 6.10a a 6.10b.

Vztah (6.10a)

$$\sum \gamma_{0i} G_{ki}^{*+} \gamma_{iP}^{*+} \gamma_{iQ}^{*+} \gamma_{01} \psi_{0i} Q_{ki}^{*+} \gamma_{02} \psi_{0i} Q_{ki}^{*+} \gamma_{03} \psi_{0i} Q_{ki}^{*+}$$

Řez	Vlastní tíha NK			Ostatní stálé			Poklesy			Teplota			Větr			LM1 - TS			LM1 - LDL			Chodníky			LM71					
	$\xi_g$	$\gamma_g$	$\Sigma$	$\xi_g$	$\gamma_g$	$\Sigma$	$\xi_g$	$\gamma_g$	$\Sigma$	$\psi_0$	$k_{sur}$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\Sigma$	koef. (3/5)	$\psi_0$	$\gamma_Q$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\alpha$	$\phi_1$	$\Sigma$
max_1/4 L1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
max_1/2 L1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
max_3/4 L1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
max_P/vln	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
max_1/8 L2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
max_1/4 L2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
max_1/2 L2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_1/4 L1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_1/2 L1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_3/4 L1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_P/vln	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_1/8 L2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_1/4 L2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276
min_1/2 L2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	0,75	1,0125	1,35	0,40	0,54	1,35	0,40	0,80	1,10	1,00	1,276

Vztah (6.10b)

$$\sum \xi_{0i} \gamma_{0i} G_{ki}^{*+} \gamma_{iP}^{*+} \gamma_{iQ}^{*+} \gamma_{01} Q_{ki}^{*+} \gamma_{02} \psi_{0i} Q_{ki}^{*+} \gamma_{03} \psi_{0i} Q_{ki}^{*+}$$

Řez	Vlastní tíha NK			Ostatní stálé			Poklesy			Teplota			Větr			LM1 - TS			LM1 - LDL			Chodníky			LM71					
	$\xi_g$	$\gamma_g$	$\Sigma$	$\xi_g$	$\gamma_g$	$\Sigma$	$\xi_g$	$\gamma_g$	$\Sigma$	$\psi_0$	$k_{sur}$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\Sigma$	koef. (3/5)	$\psi_0$	$\gamma_Q$	$\Sigma$	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\alpha$	$\phi_1$	$\Sigma$
max_1/4 L1	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
max_1/2 L1	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
max_3/4 L1	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
max_P/vln	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
max_1/8 L2	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
max_1/4 L2	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
max_1/2 L2	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	0,85	1,35	1,1475	1,50	0,60	1,00	0,90	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595	
min_1/4 L1	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595
min_1/2 L1	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595
min_3/4 L1	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595
min_P/vln	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595
min_1/8 L2	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595
min_1/4 L2	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595
min_1/2 L2	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	0,85	1,00	0,8500	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,35	1,00	1,35	1,00	0,60	0,81	1,45	1,00	1,10	1,00	1,595

## 2.5. Vnitřní síly

Tabulka 31: Vnitřní síly od kombinací na visutém mostě o 3 polích.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Char-max	6362,1	2515,3	3439,2	5054,2	82,5	503,0	727,7	5,1	7,7	8,4	6,9	-9,8	-25,9	-77,0
	Char-min	3871,8	883,2	2588,8	4883,3	-1379,7	-937,0	-697,5	2,8	5,9	6,7	6,0	-17,3	-43,0	-112,0
	Častá-max	5540,7	2032,2	3083,2	4746,8	-339,8	88,9	315,8	4,2	7,0	7,7	6,4	-13,0	-33,0	-92,2
	Častá-min	4093,4	972,1	2942,8	5622,3	-1237,6	-790,1	-544,8	3,0	5,7	7,1	6,4	-16,3	-40,2	-104,1
	Kvazi-min	4311,2	1225,2	2990,5	5433,6	-961,3	-510,9	-261,8	3,0	5,6	6,8	6,1	-15,8	-38,6	-100,0
MSÚ	Kvazi-min	4101,7	981,5	2957,1	5637,0	-1223,8	-776,2	-530,9	3,0	5,7	7,0	6,4	-16,3	-40,2	-104,2
	6.10a-max	8276,0	2949,0	732,7	-1090,5	785,5	1252,8	1615,8	7,7	7,8	4,9	1,8	13,7	31,5	71,5
	6.10a-min	5790,5	1342,7	-304,6	-1864,7	-577,3	-95,6	233,1	4,6	5,2	3,0	1,0	-1,8	-1,9	-2,0
	6.10b-max	7992,0	3240,2	2407,5	2118,0	826,8	1254,4	1523,6	7,2	8,6	7,5	4,9	2,4	1,8	-10,8
6.10b-min	4573,0	974,7	1141,9	1632,6	-1119,0	-658,8	-392,0	3,5	5,5	5,0	3,9	-12,3	-29,5	-75,6	

Z tabulky je patrné, že největší síly vznikají ve vedlejším poli v oblasti pylonu. V hlavním poli jsou vnitřní síly mnohem menší díky vzepětí visutého lana, ten však nemá tak velký účinek v oblasti pylonů. Z průběhu vnitřních sil to vypadá, že se konstrukce v oblasti pylonů snaží vylomit a síly se z vedlejšího pole přelévají do vedlejšího. Dále je patrné, že normálové síly v konstrukci jsou takřka zanedbatelné. Níže jsou uvedena normálová napětí v horních a dolních vláknech při dané maximální a minimální kombinaci dle vztahu:

$$\sigma_{c,i(h/d)} = \frac{N_{komb,i}}{A_{c,i}} + \frac{N_p}{A_{c,i}} + \frac{M_{komb,i}}{W_{i(h/d)}} + \frac{M_p}{W_{i(h/d)}} \leq 0,0 \text{ MPa (DEKOMPRESSE)} \quad , \text{ kde:}$$

$\sigma_{c,i(h/d)}$  je napětí v betonu od kombinace v určeném průřezu (horní nebo dolní vlákna),

$N_p$  je normálová síla od předpětí,

$A_{c,i}$  je plocha daného průřezu,

$M_{komb,i}$  je ohybový moment od kombinace,

$W_{i(h/d)}$  je modul průřezu (v horních nebo dolních vláknech),

$M_p$  je ohybový moment od předpětí.



Tabulka 32: Napětí v průřezích od charakteristické kombinace u visutého mostu o 3 polích.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{Pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]	
MSP	Char-max	6362,1	2515,3	3439,2	5054,2	82,5	503,0	727,7	5,1	7,7	8,4	6,9	-9,8	-25,9	-77,0	
	Char-min	3871,8	883,2	2588,8	4883,3	-1379,7	-937,0	-697,5	2,8	5,9	6,7	6,0	-17,3	-43,0	-112,0	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L1} = \frac{5,1}{59,9} + \frac{-6362,1}{115,7} = 0,085 + -54,994 = -54,9$															$f_{ctk} = 130$ MPa $f_{ctm} = 13$ MPa $A = 59,91$ m <sup>2</sup> $I_y = 760,99$ m <sup>4</sup> $e_n = 6,578$ m $e_d = 5,422$ m $h = 12$ m $W_{yA} = 115,69$ m <sup>3</sup> $W_{yA} = 140,35$ m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L1} = \frac{5,1}{59,9} + \frac{6362,1}{140,4} = 0,085 + 45,330 = 45,4$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L1} = \frac{2,8}{59,9} + \frac{-3871,8}{115,7} = 0,047 + -33,468 = -33,4$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L1} = \frac{2,8}{59,9} + \frac{3871,8}{140,4} = 0,047 + 27,586 = 27,6$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L1} = \frac{7,7}{59,9} + \frac{-2515,3}{115,7} = 0,129 + -21,742 = -21,6$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L1} = \frac{7,7}{59,9} + \frac{2515,3}{140,4} = 0,129 + 17,921 = 18,0$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L1} = \frac{5,9}{59,9} + \frac{-883,2}{115,7} = 0,098 + -7,634 = -7,5$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L1} = \frac{5,9}{59,9} + \frac{883,2}{140,4} = 0,098 + 6,293 = 6,4$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,3/4 L1} = \frac{8,4}{59,9} + \frac{-3439,2}{115,7} = 0,140 + -29,728 = -29,6$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,3/4 L1} = \frac{8,4}{59,9} + \frac{3439,2}{140,4} = 0,140 + 24,504 = 24,6$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,3/4 L1} = \frac{6,7}{59,9} + \frac{-2588,8}{115,7} = 0,112 + -22,378 = -22,3$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,3/4 L1} = \frac{6,7}{59,9} + \frac{2588,8}{140,4} = 0,112 + 18,445 = 18,6$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,Pylon} = \frac{6,9}{59,9} + \frac{-5054,2}{115,7} = 0,115 + -43,689 = -43,6$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,Pylon} = \frac{6,9}{59,9} + \frac{5054,2}{140,4} = 0,115 + 36,011 = 36,1$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,Pylon} = \frac{6,0}{59,9} + \frac{-4883,3}{115,7} = 0,100 + -42,211 = -42,1$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,Pylon} = \frac{6,0}{59,9} + \frac{4883,3}{140,4} = 0,100 + 34,793 = 34,9$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{-9,8}{59,9} + \frac{-82,5}{115,7} = -0,164 + -0,713 = -0,9$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{-9,8}{59,9} + \frac{82,5}{140,4} = -0,164 + 0,588 = 0,4$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-17,3}{59,9} + \frac{1379,7}{115,7} = -0,289 + 11,926 = 11,6$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-17,3}{59,9} + \frac{-1379,7}{140,4} = -0,289 + -9,830 = -10,1$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2} = \frac{-25,9}{59,9} + \frac{-503,0}{115,7} = -0,432 + -4,348 = -4,8$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2} = \frac{-25,9}{59,9} + \frac{503,0}{140,4} = -0,432 + 3,584 = 3,2$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2} = \frac{-43,0}{59,9} + \frac{937,0}{115,7} = -0,718 + 8,099 = 7,4$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2} = \frac{-43,0}{59,9} + \frac{-937,0}{115,7} = -0,718 + -8,099 = -8,8$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L2} = \frac{-77,0}{59,9} + \frac{-727,7}{115,7} = -1,285 + -6,290 = -7,6$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L2} = \frac{-77,0}{59,9} + \frac{727,7}{115,7} = -1,285 + 6,290 = 5,0$															
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-112,0}{59,9} + \frac{697,5}{115,7} = -1,870 + 6,029 = 4,2$															
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-112,0}{59,9} + \frac{-697,5}{115,7} = -1,870 + -6,029 = -7,9$															

**Tabulka 33: Napětí v průřezích od časté kombinace u visutého mostu o 3 polích.**

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{Pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Častá-max	5540,7	2032,2	3083,2	4746,8	-339,8	88,9	315,8	4,2	7,0	7,7	6,4	-13,0	-33,0	-92,2
	Častá-min	4093,4	972,1	2942,8	5622,3	-1237,6	-790,1	-544,8	3,0	5,7	7,1	6,4	-16,3	-40,2	-104,1
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L1} = \frac{4,2}{59,9} + \frac{-5541}{115,7} = 0,070 + -47,894 = -47,8$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L1} = \frac{4,2}{59,9} + \frac{5541}{140,4} = 0,070 + 39,477 = 39,5$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L1} = \frac{3,0}{59,9} + \frac{-4093}{115,7} = 0,050 + -35,383 = -35,3$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L1} = \frac{3,0}{59,9} + \frac{4093}{140,4} = 0,050 + 29,165 = 29,2$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L1} = \frac{7,0}{59,9} + \frac{-2032}{115,7} = 0,117 + -17,566 = -17,4$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L1} = \frac{7,0}{59,9} + \frac{2032}{140,4} = 0,117 + 14,479 = 14,6$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L1} = \frac{5,7}{59,9} + \frac{-972}{115,7} = 0,095 + -8,403 = -8,3$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L1} = \frac{5,7}{59,9} + \frac{972}{140,4} = 0,095 + 6,926 = 7,0$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,3/4 L1} = \frac{7,7}{59,9} + \frac{-3083}{115,7} = 0,129 + -26,651 = -26,5$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,3/4 L1} = \frac{7,7}{59,9} + \frac{3083}{140,4} = 0,129 + 21,968 = 22,1$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,3/4 L1} = \frac{7,1}{59,9} + \frac{-2943}{115,7} = 0,119 + -25,438 = -25,3$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,3/4 L1} = \frac{7,1}{59,9} + \frac{2943}{140,4} = 0,119 + 20,967 = 21,1$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,Pylon} = \frac{6,4}{59,9} + \frac{-4747}{115,7} = 0,107 + -41,031 = -40,9$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,Pylon} = \frac{6,4}{59,9} + \frac{4747}{140,4} = 0,107 + 33,821 = 33,9$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,Pylon} = \frac{6,4}{59,9} + \frac{-5622}{115,7} = 0,107 + -48,599 = -48,5$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,Pylon} = \frac{6,4}{59,9} + \frac{5622}{140,4} = 0,107 + 40,058 = 40,2$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/8 L2} = \frac{-13,0}{59,9} + \frac{340}{115,7} = -0,217 + 2,937 = 2,7$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/8 L2} = \frac{-13,0}{59,9} + \frac{-340}{140,4} = -0,217 + -2,421 = -2,6$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/8 L2} = \frac{-16,3}{59,9} + \frac{1238}{115,7} = -0,272 + 10,698 = 10,4$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/8 L2} = \frac{-16,3}{59,9} + \frac{-1238}{140,4} = -0,272 + -8,818 = -9,1$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L2} = \frac{-33,0}{59,9} + \frac{-89}{115,7} = -0,551 + -0,768 = -1,3$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L2} = \frac{-33,0}{59,9} + \frac{89}{140,4} = -0,551 + 0,633 = 0,1$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L2} = \frac{-40,2}{59,9} + \frac{790}{115,7} = -0,671 + 6,830 = 6,2$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L2} = \frac{-40,2}{59,9} + \frac{-790}{140,4} = -0,671 + -5,629 = -6,3$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L2} = \frac{-92,2}{59,9} + \frac{-316}{115,7} = -1,539 + -2,730 = -4,3$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L2} = \frac{-92,2}{59,9} + \frac{316}{140,4} = -1,539 + 2,250 = 0,7$														
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L2} = \frac{-104,1}{59,9} + \frac{545}{115,7} = -1,738 + 4,709 = 3,0$														
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L2} = \frac{-104,1}{59,9} + \frac{-545}{140,4} = -1,738 + -3,882 = -5,6$														

$f_{ck} = 130$  MPa  
 $f_{ctm} = 13$  MPa  
 $A = 59,91$  m<sup>2</sup>  
 $I_y = 760,99$  m<sup>4</sup>  
 $e_s = 6,578$  m  
 $e_d = 5,422$  m  
 $h = 12$  m  
 $W_{yA} = 115,69$  m<sup>3</sup>  
 $W_{yB} = 140,35$  m<sup>3</sup>

Tabulka 34: Napětí v průřezích od kvazi-stálé kombinace u visutého mostu o 3 polích.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pyon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pyon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Kvazi-max	4311,2	1225,2	2990,5	5433,6	-961,3	-510,9	-261,8	3,0	5,6	6,8	6,1	-15,8	-38,6	-100,0
	Kvazi-min	4101,7	981,5	2957,1	5637,0	-1223,8	-776,2	-530,9	3,0	5,7	7,0	6,4	-16,3	-40,2	-104,2

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L1} = \frac{3,0}{59,9}$	+	$\frac{-4311}{115,7}$	=	0,050	+	-37,266	=	-37,2	MPa	TLAK	$f_{ck} = 130$ MPa $f_{ctm} = 13$ MPa $A = 59,91$ m <sup>2</sup> $I_y = 760,99$ m <sup>4</sup> $e_h = 6,578$ m $e_d = 5,422$ m $h = 12$ m $W_{y,h} = 115,69$ m <sup>3</sup> $W_{y,d} = 140,35$ m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L1} = \frac{3,0}{59,9}$	+	$\frac{4311}{140,4}$	=	0,050	+	30,717	=	30,8	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L1} = \frac{3,0}{59,9}$	+	$\frac{-4102}{115,7}$	=	0,050	+	-35,455	=	-35,4	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L1} = \frac{3,0}{59,9}$	+	$\frac{4102}{140,4}$	=	0,050	+	29,224	=	29,3	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L1} = \frac{5,6}{59,9}$	+	$\frac{-1225}{115,7}$	=	0,093	+	-10,591	=	-10,5	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L1} = \frac{5,6}{59,9}$	+	$\frac{1225}{140,4}$	=	0,093	+	8,729	=	8,8	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L1} = \frac{5,7}{59,9}$	+	$\frac{-982}{115,7}$	=	0,095	+	-8,484	=	-8,4	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L1} = \frac{5,7}{59,9}$	+	$\frac{982}{140,4}$	=	0,095	+	6,993	=	7,1	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,3/4 L1} = \frac{6,8}{59,9}$	+	$\frac{-2991}{115,7}$	=	0,114	+	-25,850	=	-25,7	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,3/4 L1} = \frac{6,8}{59,9}$	+	$\frac{2991}{140,4}$	=	0,114	+	21,307	=	21,4	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,3/4 L1} = \frac{7,0}{59,9}$	+	$\frac{-2957}{115,7}$	=	0,117	+	-25,561	=	-25,4	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,3/4 L1} = \frac{7,0}{59,9}$	+	$\frac{2957}{140,4}$	=	0,117	+	21,069	=	21,2	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,Pyon} = \frac{6,1}{59,9}$	+	$\frac{-5434}{115,7}$	=	0,102	+	-46,968	=	-46,9	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,Pyon} = \frac{6,1}{59,9}$	+	$\frac{5434}{140,4}$	=	0,102	+	38,714	=	38,8	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,Pyon} = \frac{6,4}{59,9}$	+	$\frac{-5637}{115,7}$	=	0,107	+	-48,726	=	-48,6	MPa	TLAK	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,Pyon} = \frac{6,4}{59,9}$	+	$\frac{5637}{140,4}$	=	0,107	+	40,163	=	40,3	MPa	TAH	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/8 L2} = \frac{-15,8}{59,9}$	+	$\frac{961}{115,7}$	=	-0,264	+	8,309	=	8,0	MPa	TAH	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/8 L2} = \frac{-15,8}{59,9}$	+	$\frac{-961}{140,4}$	=	-0,264	+	-6,849	=	-7,1	MPa	TLAK	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/8 L2} = \frac{-16,3}{59,9}$	+	$\frac{1224}{115,7}$	=	-0,272	+	10,579	=	10,3	MPa	TAH	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/8 L2} = \frac{-16,3}{59,9}$	+	$\frac{-1224}{140,4}$	=	-0,272	+	-8,719	=	-9,0	MPa	TLAK	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L2} = \frac{-38,6}{59,9}$	+	$\frac{511}{115,7}$	=	-0,644	+	4,416	=	3,8	MPa	TAH	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L2} = \frac{-38,6}{59,9}$	+	$\frac{-511}{140,4}$	=	-0,644	+	-3,640	=	-4,3	MPa	TLAK	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L2} = \frac{-40,2}{59,9}$	+	$\frac{776}{115,7}$	=	-0,671	+	6,709	=	6,0	MPa	TAH	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L2} = \frac{-40,2}{59,9}$	+	$\frac{-776}{140,4}$	=	-0,671	+	-5,530	=	-6,2	MPa	TLAK	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L2} = \frac{-100,0}{59,9}$	+	$\frac{262}{115,7}$	=	-1,669	+	2,263	=	0,6	MPa	TAH	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L2} = \frac{-100,0}{59,9}$	+	$\frac{-262}{140,4}$	=	-1,669	+	-1,865	=	-3,5	MPa	TLAK	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L2} = \frac{-104,2}{59,9}$	+	$\frac{531}{115,7}$	=	-1,739	+	4,589	=	2,8	MPa	TAH	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L2} = \frac{-104,2}{59,9}$	+	$\frac{-531}{140,4}$	=	-1,739	+	-3,783	=	-5,5	MPa	TLAK	

Tabulka 35: Napětí v průřezech od kombinace vztahu 6.10a u visutého mostu o 3 polích.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pyton}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{Pyton}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]							
MSÚ	6.10a-max	8276	2949	733	-1091	786	1253	1616	7,7	7,8	4,9	1,8	13,7	31,5	71,5							
	6.10a-min	5791	1343	-305	-1865	-577	-96	233	4,6	5,2	3,0	1,0	-1,8	-1,9	-2,0							
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L1}$	$\frac{7,7}{59,9}$	+	$\frac{-8276}{115,7}$	=	0,129	+	-71,538	=	-71,4	MPa	TLAK	$f_{ck} = 130$ MPa	$f_{ctm} = 13$ MPa	$A = 59,91$ m <sup>2</sup>	$I_y = 760,99$ m <sup>4</sup>	$e_h = 6,578$ m	$e_d = 5,422$ m	$h = 12$ m	$W_{y,h} = 115,69$ m <sup>3</sup>	$W_{y,d} = 140,35$ m <sup>3</sup>	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L1}$	$\frac{7,7}{59,9}$	+	$\frac{8276}{140,4}$	=	0,129	+	58,966	=	59,1	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L1}$	$\frac{4,6}{59,9}$	+	$\frac{-5791}{115,7}$	=	0,077	+	-50,053	=	-50,0	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L1}$	$\frac{4,6}{59,9}$	+	$\frac{5791}{140,4}$	=	0,077	+	41,257	=	41,3	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L1}$	$\frac{7,8}{59,9}$	+	$\frac{-2949}{115,7}$	=	0,130	+	-25,491	=	-25,4	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L1}$	$\frac{7,8}{59,9}$	+	$\frac{2949}{140,4}$	=	0,130	+	21,011	=	21,1	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L1}$	$\frac{5,2}{59,9}$	+	$\frac{-1343}{115,7}$	=	0,087	+	-11,606	=	-11,5	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L1}$	$\frac{5,2}{59,9}$	+	$\frac{1343}{140,4}$	=	0,087	+	9,567	=	9,7	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,3/4 L1}$	$\frac{4,9}{59,9}$	+	$\frac{-733}{115,7}$	=	0,082	+	-6,333	=	-6,3	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,3/4 L1}$	$\frac{4,9}{59,9}$	+	$\frac{733}{140,4}$	=	0,082	+	5,220	=	5,3	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,3/4 L1}$	$\frac{3,0}{59,9}$	+	$\frac{305}{115,7}$	=	0,050	+	2,633	=	2,7	MPa	TAH										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,3/4 L1}$	$\frac{3,0}{59,9}$	+	$\frac{-305}{140,4}$	=	0,050	+	-2,170	=	-2,1	MPa	TLAK										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,Pyton}$	$\frac{1,8}{59,9}$	+	$\frac{1091}{115,7}$	=	0,030	+	9,426	=	9,5	MPa	TAH										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,Pyton}$	$\frac{1,8}{59,9}$	+	$\frac{-1091}{140,4}$	=	0,030	+	-7,770	=	-7,7	MPa	TLAK										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,Pyton}$	$\frac{1,0}{59,9}$	+	$\frac{1865}{115,7}$	=	0,017	+	16,118	=	16,1	MPa	TAH										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,Pyton}$	$\frac{1,0}{59,9}$	+	$\frac{-1865}{140,4}$	=	0,017	+	-13,286	=	-13,3	MPa	TLAK										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/8 L2}$	$\frac{13,7}{59,9}$	+	$\frac{-786}{115,7}$	=	0,229	+	-6,790	=	-6,6	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/8 L2}$	$\frac{13,7}{59,9}$	+	$\frac{786}{140,4}$	=	0,229	+	5,597	=	5,8	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/8 L2}$	$\frac{-1,8}{59,9}$	+	$\frac{577}{115,7}$	=	-0,030	+	4,990	=	5,0	MPa	TAH										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/8 L2}$	$\frac{-1,8}{59,9}$	+	$\frac{-577}{140,4}$	=	-0,030	+	-4,113	=	-4,1	MPa	TLAK										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L2}$	$\frac{31,5}{59,9}$	+	$\frac{-1253}{115,7}$	=	0,526	+	-10,829	=	-10,3	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L2}$	$\frac{31,5}{59,9}$	+	$\frac{1253}{140,4}$	=	0,526	+	8,926	=	9,5	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L2}$	$\frac{-1,9}{59,9}$	+	$\frac{96}{115,7}$	=	-0,032	+	0,826	=	0,8	MPa	TAH										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L2}$	$\frac{-1,9}{59,9}$	+	$\frac{-96}{140,4}$	=	-0,032	+	-0,681	=	-0,7	MPa	TLAK										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L2}$	$\frac{71,5}{59,9}$	+	$\frac{-1616}{115,7}$	=	1,193	+	-13,967	=	-12,8	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L2}$	$\frac{71,5}{59,9}$	+	$\frac{1616}{140,4}$	=	1,193	+	11,512	=	12,7	MPa	TAH										
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L2}$	$\frac{-2,0}{59,9}$	+	$\frac{-233}{115,7}$	=	-0,033	+	-2,015	=	-2,0	MPa	TLAK										
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L2}$	$\frac{-2,0}{59,9}$	+	$\frac{233}{140,4}$	=	-0,033	+	1,661	=	1,6	MPa	TAH										

Tabulka 36: Napětí v průřezích od kombinace vztahu 6.10b u visutého mostu o 3 polích.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Py/on}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{y/on}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSÚ	6.10b-max	7992	3240	2408	2118	827	1254	1524	7,2	8,6	7,5	4,9	2,4	1,8	-10,8
	6.10b-min	4573	975	1142	1633	-1119	-659	-392	3,5	5,5	5,0	3,9	-12,3	-29,5	-75,6
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L1}$	$\frac{7,2}{59,9}$	+	$\frac{-7992}{115,7}$	=	0,120	+	-69,083	=	-69,0	MPa	TLAK	$f_{ck} = 130$ MPa $f_{ctm} = 13$ MPa $A = 59,91$ m <sup>2</sup> $I_y = 760,99$ m <sup>4</sup> $e_h = 6,578$ m $e_d = 5,422$ m $h = 12$ m $W_{y,h} = 115,69$ m <sup>3</sup> $W_{y,d} = 140,35$ m <sup>3</sup>		
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L1}$	$\frac{7,2}{59,9}$	+	$\frac{7992}{140,4}$	=	0,120	+	56,942	=	57,1	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L1}$	$\frac{3,5}{59,9}$	+	$\frac{-4573}{115,7}$	=	0,058	+	-39,529	=	-39,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L1}$	$\frac{3,5}{59,9}$	+	$\frac{4573}{140,4}$	=	0,058	+	32,582	=	32,6	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L1}$	$\frac{8,6}{59,9}$	+	$\frac{-3240}{115,7}$	=	0,144	+	-28,008	=	-27,9	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L1}$	$\frac{8,6}{59,9}$	+	$\frac{3240}{140,4}$	=	0,144	+	23,086	=	23,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L1}$	$\frac{5,5}{59,9}$	+	$\frac{-975}{115,7}$	=	0,092	+	-8,425	=	-8,3	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L1}$	$\frac{5,5}{59,9}$	+	$\frac{975}{140,4}$	=	0,092	+	6,945	=	7,0	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,3/4 L1}$	$\frac{7,5}{59,9}$	+	$\frac{-2408}{115,7}$	=	0,125	+	-20,810	=	-20,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,3/4 L1}$	$\frac{7,5}{59,9}$	+	$\frac{2408}{140,4}$	=	0,125	+	17,153	=	17,3	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,3/4 L1}$	$\frac{5,0}{59,9}$	+	$\frac{-1142}{115,7}$	=	0,083	+	-9,871	=	-9,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,3/4 L1}$	$\frac{5,0}{59,9}$	+	$\frac{1142}{140,4}$	=	0,083	+	8,136	=	8,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,Py/on}$	$\frac{4,9}{59,9}$	+	$\frac{-2118}{115,7}$	=	0,082	+	-18,308	=	-18,2	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,Py/on}$	$\frac{4,9}{59,9}$	+	$\frac{2118}{140,4}$	=	0,082	+	15,091	=	15,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,Py/on}$	$\frac{3,9}{59,9}$	+	$\frac{-1633}{115,7}$	=	0,065	+	-14,112	=	-14,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,Py/on}$	$\frac{3,9}{59,9}$	+	$\frac{1633}{140,4}$	=	0,065	+	11,632	=	11,7	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/8 L2}$	$\frac{2,4}{59,9}$	+	$\frac{-827}{115,7}$	=	0,040	+	-7,147	=	-7,1	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/8 L2}$	$\frac{2,4}{59,9}$	+	$\frac{827}{140,4}$	=	0,040	+	5,891	=	5,9	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/8 L2}$	$\frac{-12,3}{59,9}$	+	$\frac{1119}{115,7}$	=	-0,205	+	9,673	=	9,5	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/8 L2}$	$\frac{-12,3}{59,9}$	+	$\frac{-1119}{140,4}$	=	-0,205	+	-7,973	=	-8,2	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L2}$	$\frac{1,8}{59,9}$	+	$\frac{-1254}{115,7}$	=	0,030	+	-10,843	=	-10,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L2}$	$\frac{1,8}{59,9}$	+	$\frac{1254}{140,4}$	=	0,030	+	8,938	=	9,0	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L2}$	$\frac{-29,5}{59,9}$	+	$\frac{659}{115,7}$	=	-0,492	+	5,695	=	5,2	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L2}$	$\frac{-29,5}{59,9}$	+	$\frac{-659}{140,4}$	=	-0,492	+	-4,694	=	-5,2	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L2}$	$\frac{-10,8}{59,9}$	+	$\frac{-1524}{115,7}$	=	-0,180	+	-13,170	=	-13,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L2}$	$\frac{-10,8}{59,9}$	+	$\frac{1524}{140,4}$	=	-0,180	+	10,856	=	10,7	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L2}$	$\frac{-75,6}{59,9}$	+	$\frac{392}{115,7}$	=	-1,262	+	3,388	=	2,1	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L2}$	$\frac{-75,6}{59,9}$	+	$\frac{-392}{140,4}$	=	-1,262	+	-2,793	=	-4,1	MPa	TLAK			

## 2.6. Návrh předpětí

Po provedené rektifikaci visutého systému zadané prostřednictvím „ochlazení“ hlavních visutých lan a tímto způsobem dosažené minimalizaci ohybových momentů v mostovce, byl proveden návrh podélného předpětí segmentové mostovky pomocí podélných předpínacích kabelů v konstrukci. Při návrhu vycházíme u konstrukce daného uspořádání z podmínky dekomprese při charakteristické kombinaci zatížení.

## 2.7. Shrnutí

Výpočetní model byl upraven tak, aby se zabránilo vzniku takto velkých tahových napětí v nosné konstrukci. Jelikož předpětí visutého lana již bylo optimalizováno, tak se do konstrukce vneslo předpětí do závěsů v místech extrémních kladných ohybových momentů, které by bylo sice technologicky u takovéto segmentové konstrukce obtížněji proveditelné, ale přesto byl tento způsob vyzkoušen.

Také se stanovilo, že vzhledem k většímu namáhání i k umístění nad přístupným terénem budou krajní pole betonována monoliticky na místě, a to postupem obdobným, jaký se použije při výrobě segmentů pro hlavní pole. Současně předpokládáme, že i výroba prefabrikovaných segmentů bude vyrábět v dočasné výrobě na staveništi, čímž se vyloučí nutnost náročné dlouhé dopravy rozměrných a těžkých segmentů. U monolitických koncových polí bude současně možno slevit z přísných požadavků na dekompresi pro prefabrikované segmentové konstrukce. Tím, že budou vedlejší pole monolitická, připustí se během charakteristické kombinace tahové napětí (vzniky trhlin) a postačí dosažení dekomprese při časté kombinaci (v extrémních případech i kvazistálé). Vedlejší pole se zkusilo z hlediska tuhosti udělat o tl. skořepiny 0,2 m, 0,3 m i 0,5 m.

Model mostu byl upraven a optimalizován dle výše uvedených postupů. Předepnutí závěsů sice pomohlo při maximálním působení kombinací, ale při odlehčení u minimálních účinků vznikl velký rozptyl ohybových momentů na straně kladné i záporné, které by se řešilo centrickým předpětím, jenže při takové ploše průřezu je toto nemožné. Změna tloušťky skořepiny sice mírně ztuhlila průřez

z hlediska ohybové tuhosti (větší  $W_y$ ), ale příspěvek zatížení od vlastní tíhy byl ve srovnání větší a zvětšení průřezové plochy snižuje již tak malé normálové napětí od  $N_p$ , takže stávající průřez o tl. 0,2 m je optimální. Tento postup při jemném ladění závěsů zafungoval a přesto, že byly eliminovány požadavky na dekompresi při charakteristické kombinaci, ohybové momenty přesto dosahovaly stále nadlimitních hodnot (nepředepnutelných).

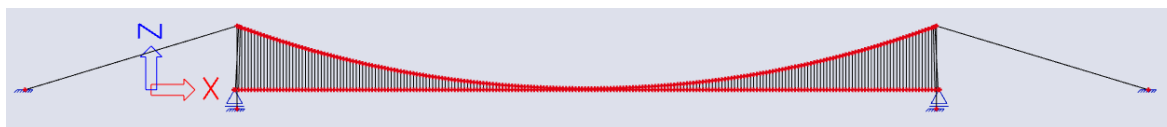
Ideální by bylo změnit statické schéma mostní konstrukce a to tak, aby vedlejší pole byly poloviční délkou hlavního pole, v tu chvíli by se vzepětí visutých lan projevilo i ve vedlejších polích efektivněji. Jenže z hlediska napojení na infrastrukturu, místa přemostění, stávající zástavby a okolního převýšení, jsou tyto rozměry těžce změnitelným vstupním požadavkem pro danou konstrukci.

Z důvodu vysokých hodnot namáhání hlavní nosné konstrukce v oblasti krajních polí a u pylonů byla následně prověřena visutá konstrukce o jednom poli, u které byla mostovka oddělena mostními závěry od přístupových estakád mostními závěry.

### 3. NÁVRH VISUTÉHO MOSTU O 1 POLI

Ze zkušeností nabraných během návrhu předešlé varianty je zřejmé, že ve vedlejších poli vznikají obrovské ohybové momenty, a tak by bylo nejvhodnější krajní pole podepřít, například na pilířích. Byla prověřena varianta podepření na pilířích v kombinaci se zkrácením svislých závěsů v prostoru pylonu. Tato varianta vedla k potřebnému snížení ohybových momentů. Z důvodu zjednodušení konstrukce byla však prověřena ještě visutá konstrukce o jednom poli, s mostními závěry v místě pylonů.

Jak se ukáže v následujících kapitolách, fyzické oddělení hlavního pole od vedlejších povede k hledanému zlepšení. Vedlejší pole by bylo spojitou konstrukcí na pilířích a v místě pylonu by byla pole oddělena mostním závěrem, takže se předpokládá v tomto místě, kde byly dříve ohybové momenty extrémní, momenty nulové.

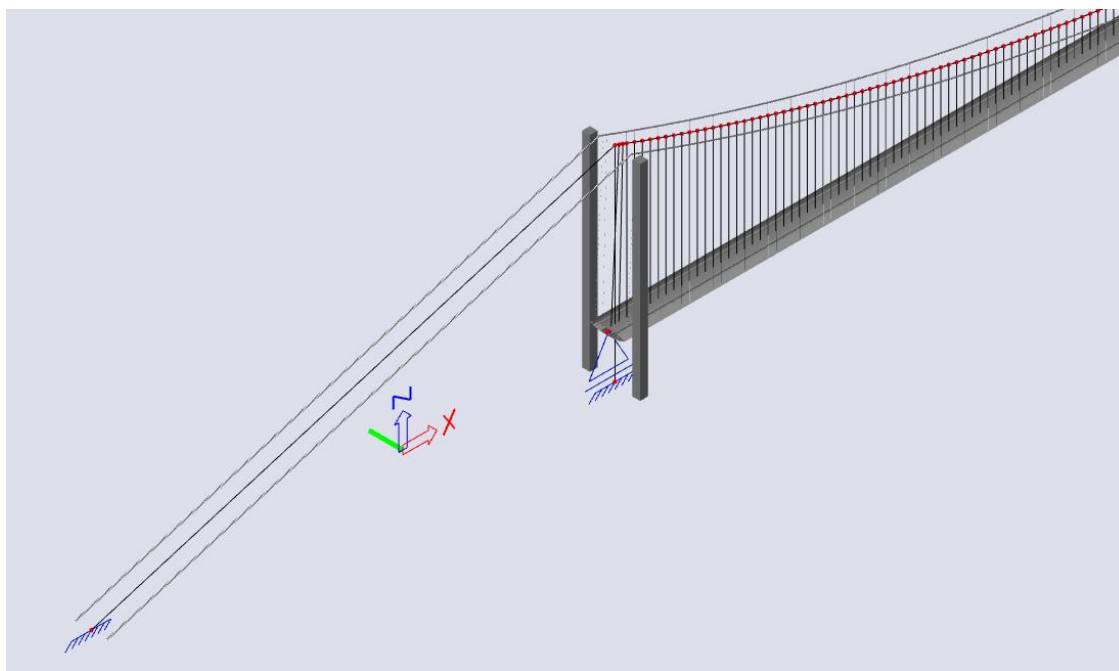


Obrázek 92: Visutý most o 1 poli.



Pro tuto variantu mostu byly opět stanoveny řezy, ve kterých bude konstrukce zatížena pohyblivým zatížením a vyšetřována. Při ponechání označení hlavního pole  $L_2 = 3300$  m řezy jsou:

- $1/8 L_2$
- $1/4 L_2$
- $3/8 L_2$
- $1/2 L_2$



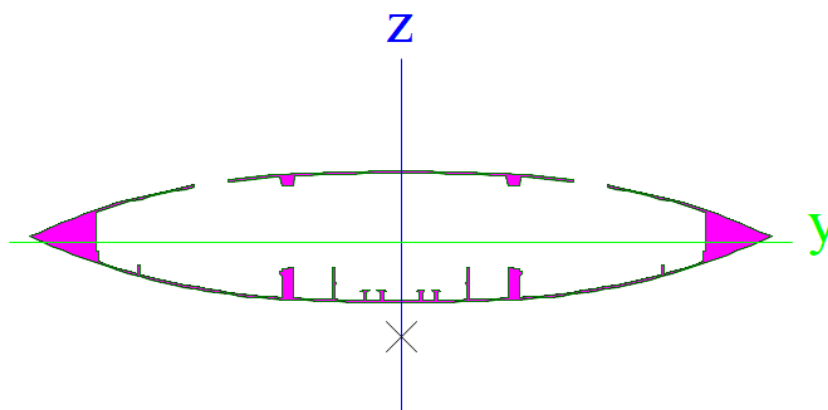
Obrázek 93: Pohled na hmotný model visutého mostu o 1 poli.

### 3.1. Změna průřezu

Jelikož se při sestavování 2D modelu již začal vytvářet prostorový 3D model, vědělo se, že boční vítr bude nejspíš jedním z rozhodujících zatěžovacích stavů při posouzení průřezů. Lineárně se počítaly přibližné vnitřní síly od bočního větru a výsledkem těchto výpočtů, kromě změny geometrie visutých lan, bylo i zvětšení průřezu. Změna proběhla přidáním hmoty do boků pro zvětšení modulu průřezu  $W_z$ , která bude sloužit i pro umístění předpínacích lan.

### 3.1.1. Vlastní tíha

Vlastnost	
A [m <sup>2</sup> ]	6,2020e+01
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ]	2,1126e+01
A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	4,3771e+01
AL [m <sup>2</sup> /m]	2,8636e+02
AD [m <sup>2</sup> /m]	2,8636e+02
cYUCS [mm]	0
cZUCS [mm]	-558
α [deg]	0,00
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,6204e+02
I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	3,2533e+04
i <sub>y</sub> [mm]	3505
i <sub>z</sub> [mm]	22903
W <sub>ely</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,1619e+02
W <sub>elz</sub> [m <sup>3</sup> ]	9,7114e+02



Obrázek 94: Tvar a průřezové charakteristiky průřezu bez žebra o tloušťce skořepiny 0,2 m.

**Tabulka 37: Výpočet vlastní tíhy pro nový průřez.**

**Vlastní tíha**

	A [m <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	e <sub>h</sub> [m]	e <sub>d</sub> [m]	h [m]	š [m]
Průřez bez žebry (P1)	62,02	762,04	32533	116,19	971,14	6,558	5,442	12	67
Průřez s žebry (P2)	146,79	2487,10	54740	404,72	1634,00	6,145	5,855	12	67

	A [m <sup>2</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	g [m/s <sup>2</sup> ]	f [N/m]	f [kN/m]
Průřez bez žebry (P1)	62,02	2700	9,81	1642724	1643
Průřez s žebry (P2)	146,79	2700	9,81	3888027	3888

	tl. [m]	Průřez P1;P2	f [kN/m]	F [kN]
s <sub>1</sub>	0,25	P2	3888	972
s <sub>2</sub>	7,00	P1	1643	11499
s <sub>3</sub>	0,50	P2	3888	1944
s <sub>4</sub>	7,00	P1	1643	11499
s <sub>5</sub>	0,50	P2	3888	1944
s <sub>6</sub>	7,00	P1	1643	11499
s <sub>7</sub>	0,50	P2	3888	1944
s <sub>8</sub>	7,00	P1	1643	11499
s <sub>9</sub>	0,25	P2	3888	972
Celková tíha 1 segmentu				Σ 53772 kN = 5481,378 t

$$f_{\text{průřezy}} = \frac{53772}{30} = 1792,411 \text{ kN/m}$$

L <sub>prutu</sub>	7,636	m
a	0,9	m
b	0,9	m
Počet	8	ks
Σ	49,5	m <sup>3</sup>
ρ	2500	kg/m <sup>3</sup>
g	9,81	m/s <sup>2</sup>
f	1213592	N
f	1213,592	kN
Délka segmentu	30,00	m
f <sub>příhradový nosník</sub>	40,45	kN/m

$$f_{\text{vl.tíha}} = f_{\text{průřezy}} + f_{\text{příhradový nosník}} = 1792,41 + 40,45 = \underline{1832,86} \text{ kN/m}$$

### 3.2. Zatěžovací stavy

Zatěžovací stavy na konstrukci zůstaly stejné, jen se změnilы posuzované řezy a s tím i spojené polohы pohyblivého dopravního zatížení.

**Tabulka 38: Seznam zatěžovacích stavů pro visutý most o 1 poli.**

Jméno	Popis	Typ působení
ZS1	Vlastní tíha (analyticky)	Stálé
ZS2	Ostatní stálé (střední char. hodnota)	Stálé
ZS3	Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	Stálé
ZS4	Ostatní stálé (horní char. hodnota)	Stálé
ZS5	Předpětí (ochlazení)	Stálé
ZS6	Teplota_min	Proměnné
ZS7	Teplota_max	Proměnné
ZS8	Teplota_nerovn.lin. (cool)	Proměnné
ZS9	Teplota_nerovn. lin. (heat)	Proměnné
ZS10	Vítr_Z min	Proměnné
ZS11	Vítr_Z max	Proměnné
ZS12	Vítr_X	Proměnné
ZS13	Pokles pilíře P6	Stálé
ZS14	Pokles pylonu P7	Stálé
ZS15	Pokles pylonu P8	Stálé
ZS16	Pokles pylonu O9	Stálé
ZS17	LM1_TS 1/8 L2	Proměnné
ZS18	LM1_TS 1/4 L2	Proměnné
ZS19	LM1_TS 3/8 L2	Proměnné
ZS20	LM1_TS 1/2 L2	Proměnné
ZS21	LM1_UDL 1/8 L2	Proměnné
ZS22	LM1_UDL 1/4 L2	Proměnné
ZS23	LM1_UDL 3/8 L2	Proměnné
ZS24	LM1_UDL 1/2 L2	Proměnné
ZS25	Chodník_1/8 L2	Proměnné
ZS26	Chodník_1/4 L2	Proměnné
ZS27	Chodník_3/8 L2	Proměnné
ZS28	Chodník_1/2 L2	Proměnné
ZS29	LM71_1/8 L2	Proměnné
ZS30	LM71_3/8 L2	Proměnné
ZS31	LM71_1/2 L2	Proměnné
ZS32	LM71_1/4 L2	Proměnné

### 3.3. Nelineární kombinace zatížení

Tabulka 39: Seznam nelineárních zatěžovacích stavů pro nelineární kombinaci zatížení.

#### Nelineární kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NC0	Stálé + Předpětí	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00 1,00 1,00
NC1	Char-max_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS17 - LM1_TS 1/8 L2 ZS21 - LM1_UDL 1/8 L2 ZS25 - Chodník_1/8 L2 ZS29 - LM71_1/8 L2	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC2	Char-max_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS18 - LM1_TS 1/4 L2 ZS22 - LM1_UDL 1/4 L2 ZS26 - Chodník_1/4 L2 ZS32 - LM71_1/4 L2	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC3	Char-max_3/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS10 - Vitr_Z min ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS19 - LM1_TS 3/8 L2 ZS23 - LM1_UDL 3/8 L2 ZS27 - Chodník_3/8 L2 ZS30 - LM71_3/8 L2	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC4	Char-max_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS10 - Vitr_Z min ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS20 - LM1_TS 1/2 L2 ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS28 - Chodník_1/2 L2 ZS31 - LM71_1/2 L2	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC5	Char-min	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

NC6	Častá-max_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS17 - LM1_TS 1/8 L2	0,75
			ZS21 - LM1_UDL 1/8 L2	0,40
			ZS25 - Chodník_1/8 L2	0,24
			ZS29 - LM71_1/8 L2	0,88
			NC7	Častá-max_1/4 L2
ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00			
ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00			
ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50			
ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00			
ZS18 - LM1_TS 1/4 L2	0,75			
ZS22 - LM1_UDL 1/4 L2	0,40			
ZS26 - Chodník_1/4 L2	0,24			
ZS32 - LM71_1/4 L2	0,88			

NC8	Častá-max_3/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS19 - LM1_TS 3/8 L2	0,75
			ZS23 - LM1_UDL 3/8 L2	0,40
			ZS27 - Chodník_3/8 L2	0,24
			ZS30 - LM71_3/8 L2	0,88
			NC9	Častá-max_1/2 L2
ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00			
ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00			
ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50			
ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00			
ZS20 - LM1_TS 1/2 L2	0,75			
ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2	0,40			
NC10	Častá-min	Použitelnost	ZS28 - Chodník_1/2 L2	0,24
			ZS31 - LM71_1/2 L2	0,88
			ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,60
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00

NC10	Častá-min	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,60
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
NC11	Kvazi-max	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
NC12	Kvazi-min	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
NC13	6.10a-max_1/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS17 - LM1_TS 1/8 L2	1,01
			ZS21 - LM1_UDL 1/8 L2	0,54
			ZS25 - Chodník 1/8 L2	0,32
			ZS29 - LM71 1/8 L2	1,28

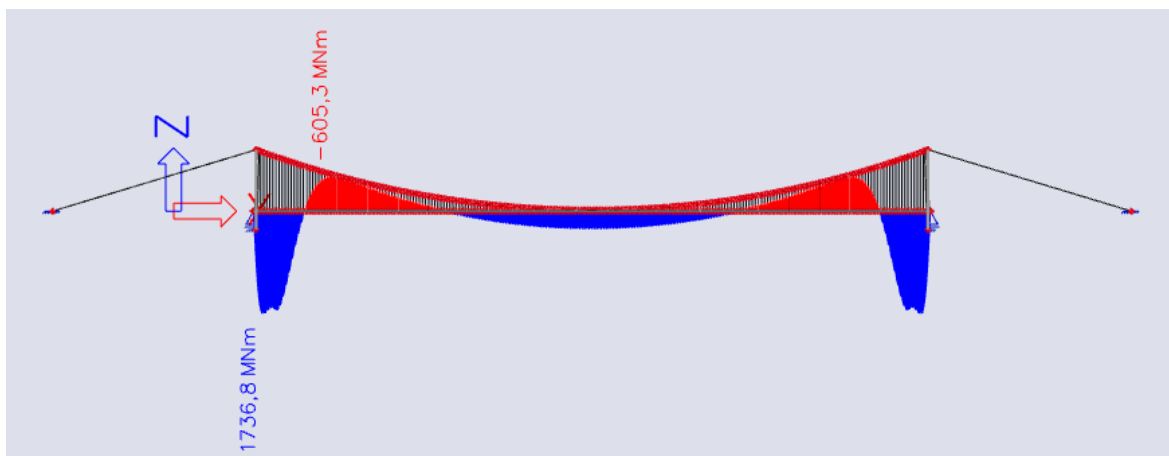
NC14	6.10a-max_1/4 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS18 - LM1_TS 1/4 L2	1,01
			ZS22 - LM1_UDL 1/4 L2	0,54
			ZS26 - Chodník 1/4 L2	0,32
			ZS32 - LM71 1/4 L2	1,28
NC15	6.10a-max_3/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS19 - LM1_TS 3/8 L2	1,01
			ZS23 - LM1_UDL 3/8 L2	0,54
NC16	6.10a-max_1/2 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35

NC16	6.10a-max_1/2 L2	Únosnost	ZS20 - LM1_TS 1/2 L2	1,01
			ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2	0,54
			ZS28 - Chodník_1/2 L2	0,32
			ZS31 - LM71_1/2 L2	1,28
NC17	6.10a-min	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS13 - Pokles piliře P6	1,00
NC18	6.10b-max_1/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS17 - LM1_TS 1/8 L2	1,35
			ZS21 - LM1_UDL 1/8 L2	1,35
			ZS25 - Chodník_1/8 L2	0,81
			ZS29 - LM71_1/8 L2	1,59
NC19	6.10b-max_1/4 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS18 - LM1_TS 1/4 L2	1,35
			ZS22 - LM1_UDL 1/4 L2	1,35
			ZS26 - Chodník_1/4 L2	0,81
			ZS32 - LM71_1/4 L2	1,59
NC20	6.10b-max_3/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS19 - LM1_TS 3/8 L2	1,35
			ZS23 - LM1_UDL 3/8 L2	1,35
			ZS27 - Chodník_3/8 L2	0,81
			ZS30 - LM71_3/8 L2	1,59

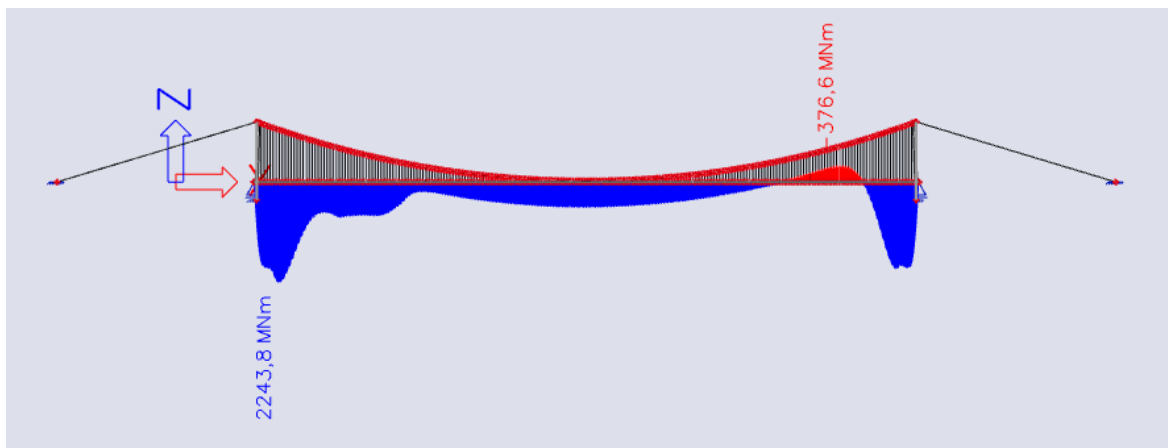


NC21	6.10b-max_1/2 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS10 - Vitr_Z min ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS20 - LM1_TS 1/2 L2 ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS28 - Chodník_1/2 L2 ZS31 - LM71_1/2 L2	1,15 1,15 1,00 0,90 1,50 1,15 1,35 1,35 0,81 1,59
NC22	6.10b-min	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	0,85 0,85 1,00 1,50 1,50 0,85
NC23	MSP - Průhyb	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS20 - LM1_TS 1/2 L2 ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS28 - Chodník_1/2 L2 ZS31 - LM71_1/2 L2	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,00
NC24	MSP - Průhyb 80% sil.dopr.	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS20 - LM1_TS 1/2 L2 ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS28 - Chodník_1/2 L2	1,00 1,00 1,00 0,80 0,80 0,48
NC24	MSP - Průhyb 80% sil.dopr.	Použitelnost	ZS31 - LM71_1/2 L2	1,00
NC25	MSP - Průhyb 80% žel.dopr.	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS20 - LM1_TS 1/2 L2 ZS24 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS28 - Chodník_1/2 L2 ZS31 - LM71_1/2 L2	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 0,80

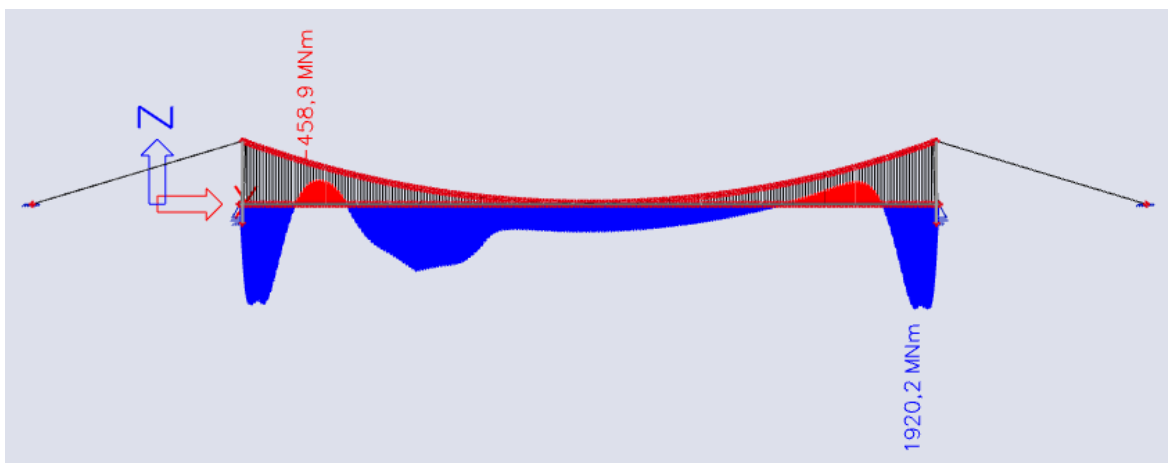
### 3.4. Vnitřní síly



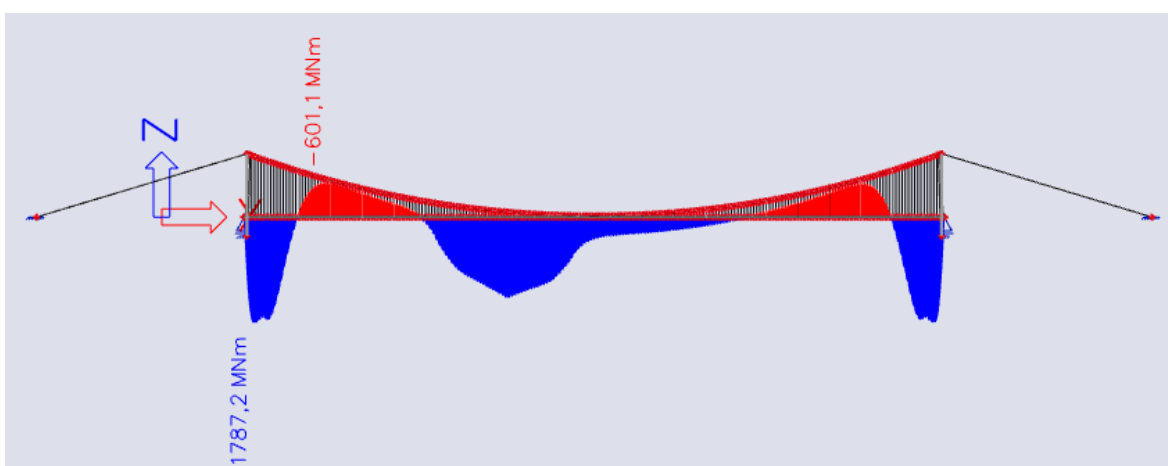
Obrázek 95: NC0 - Stálé + předpětí My.



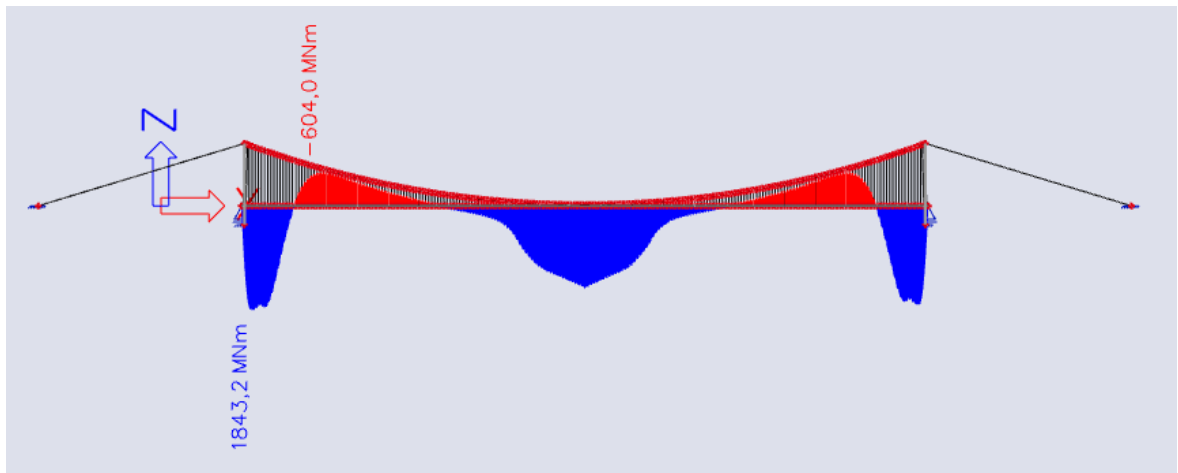
Obrázek 96: NC1 - Char-max<sub>1/8</sub> L2 My.



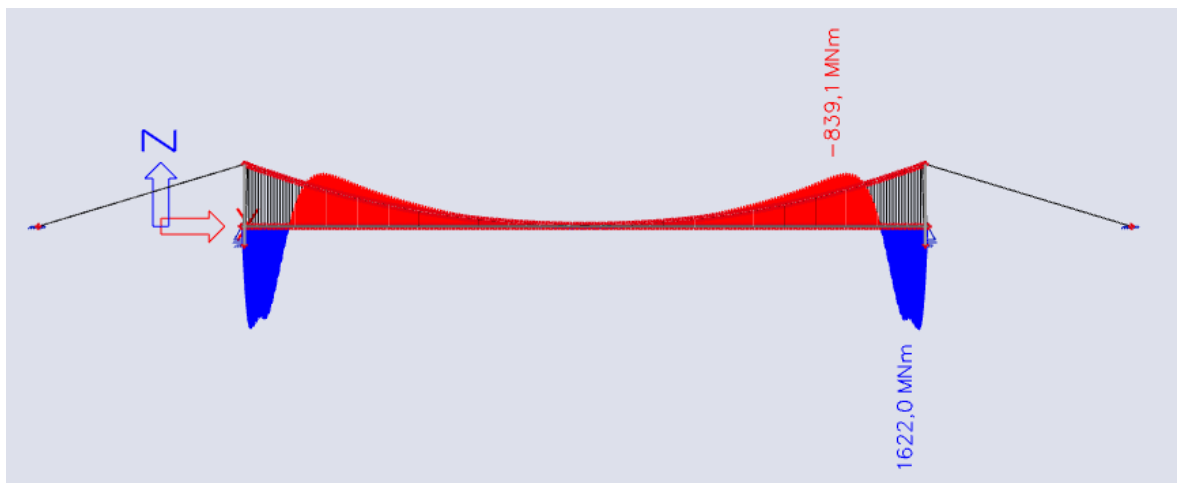
Obrázek 97: NC2 - Char-max<sub>1/4</sub> L2 My.



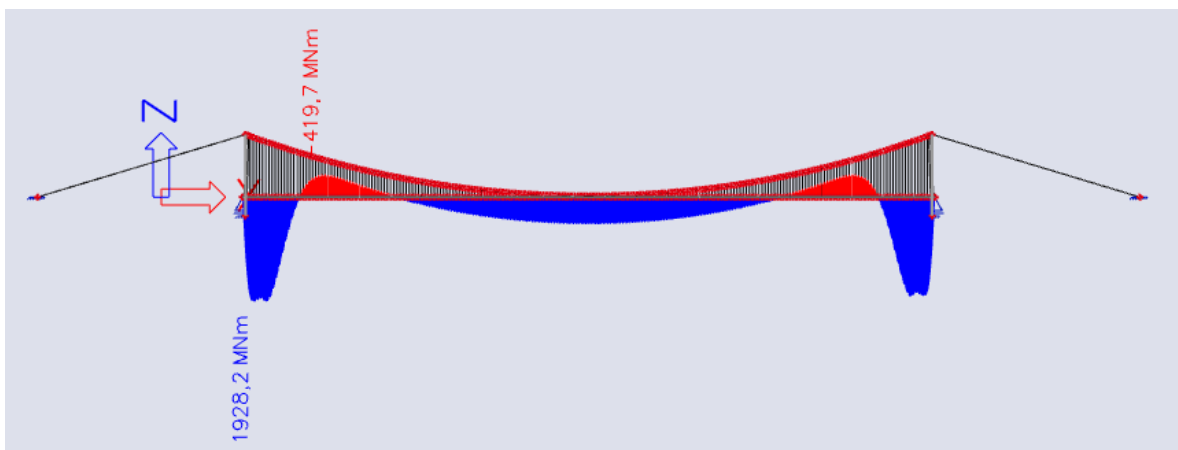
Obrázek 98: NC3 - Char-max<sub>3/8</sub> L2 My.



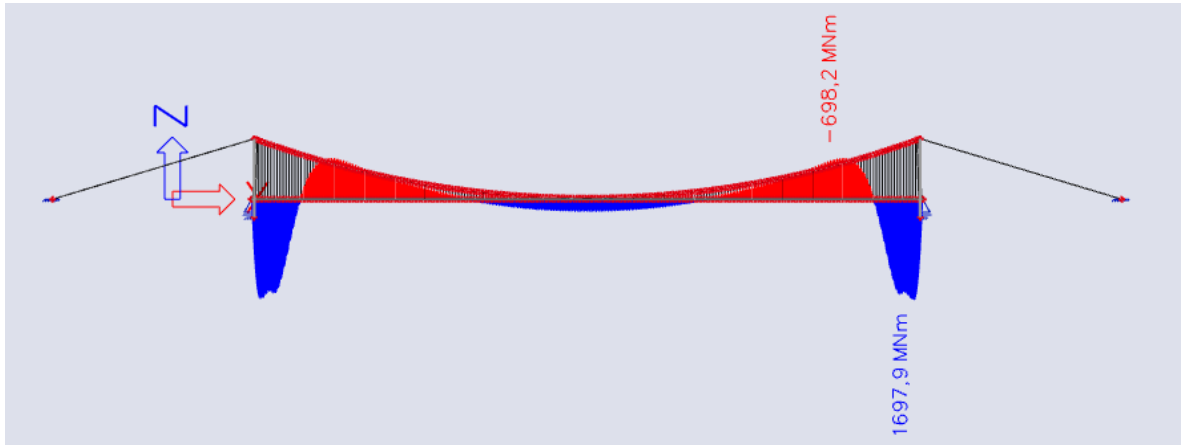
Obrázek 99: NC4 - Char-max\_1/2 L2 My.



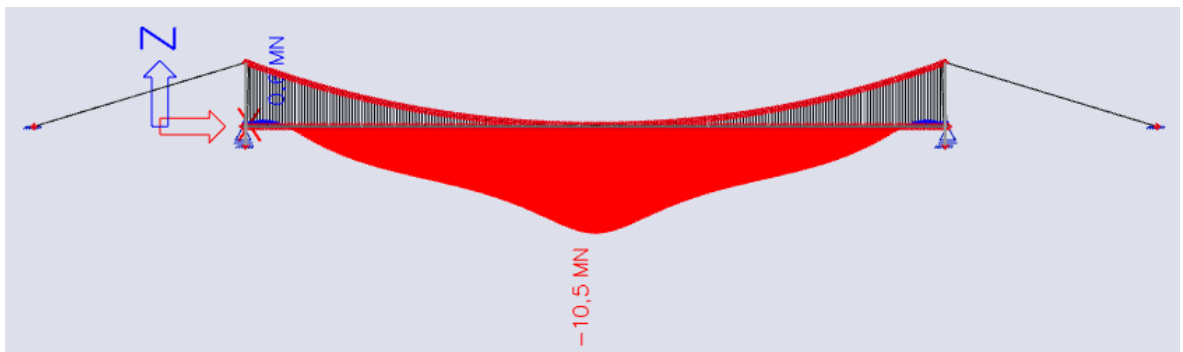
Obrázek 100: NC5 - Char-min My.



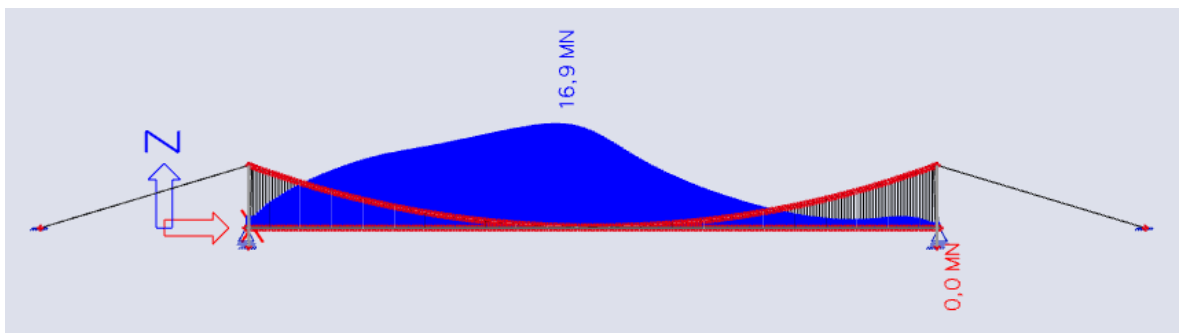
Obrázek 101: NC11 - Kvazi-max My.



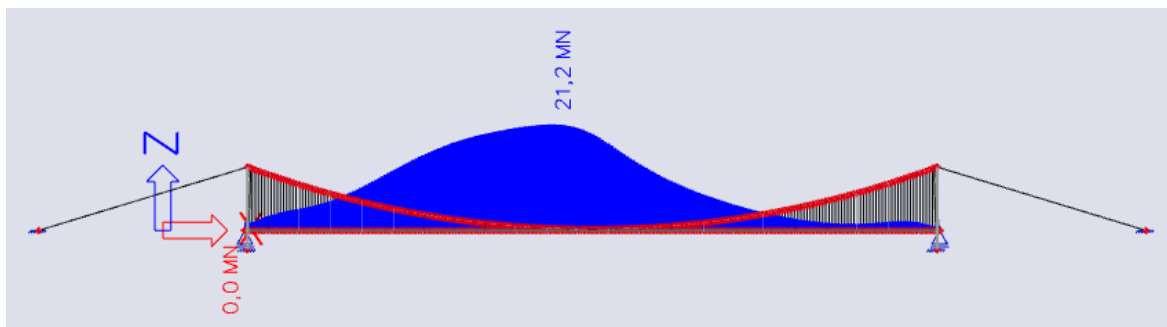
Obrázek 102: NC12 - Kvazi-min My.



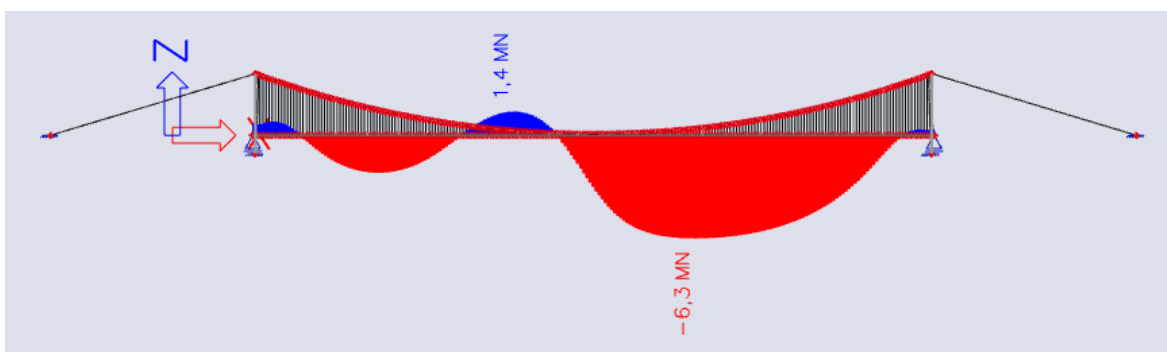
Obrázek 103: NC0 - Stálé + předpětí N.



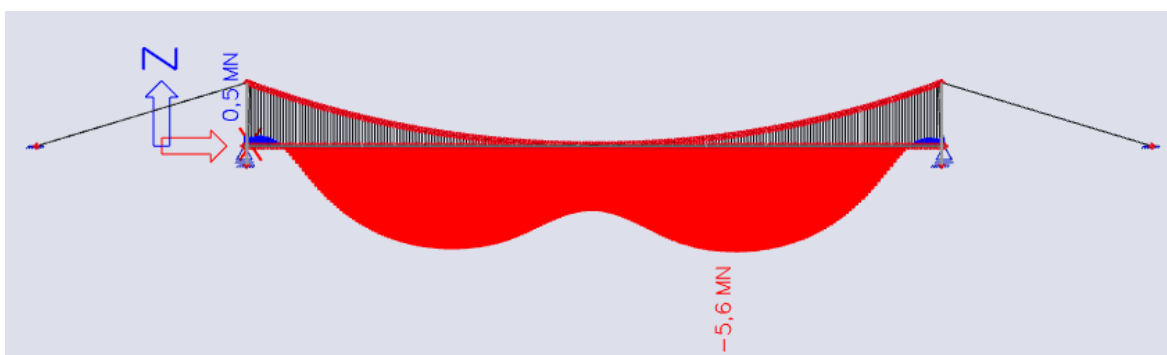
Obrázek 104: NC1- Char-max 1/8 L2 N.



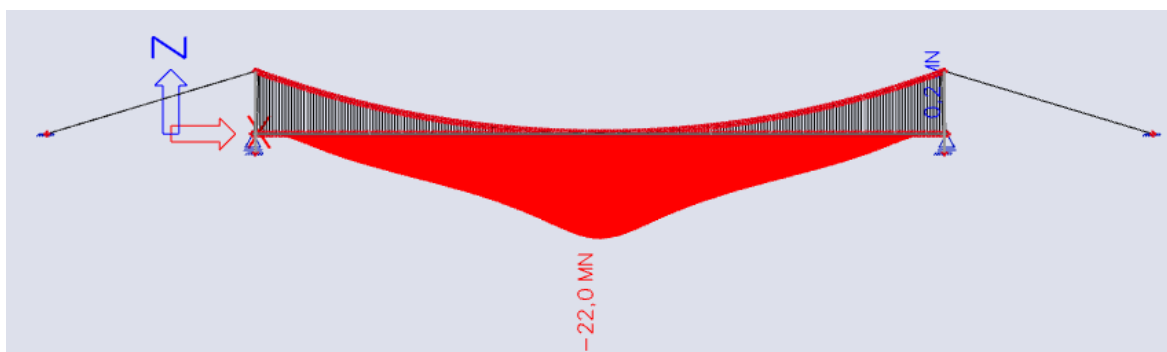
Obrázek 105: NC2 - Char-max 1/4 L2 N.



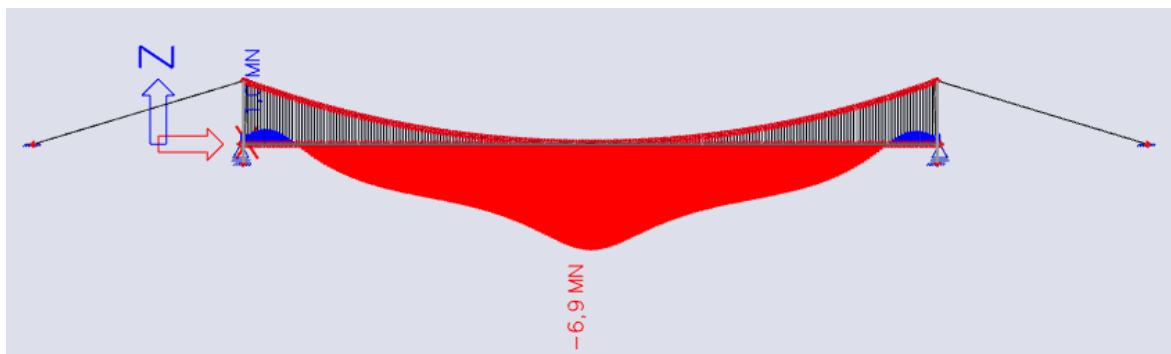
Obrázek 106: NC3 - Char-max 3/8 L2 N.



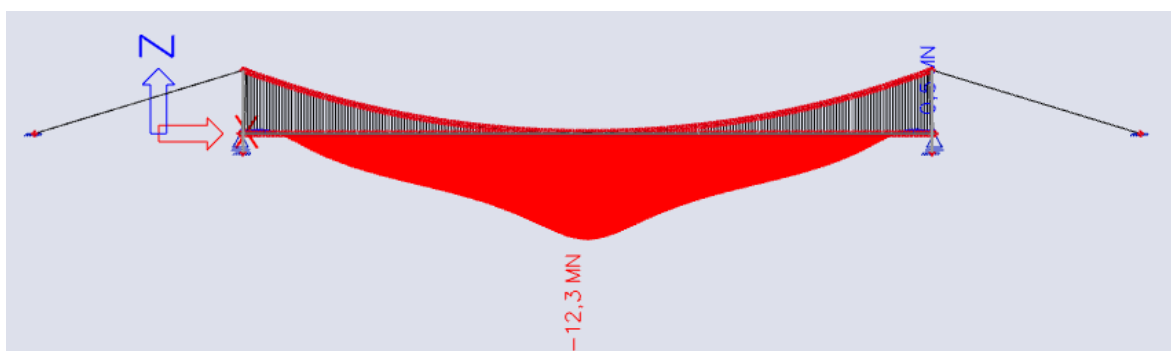
Obrázek 107: NC4 - Char-max 1/2 L2 N.



Obrázek 108: NC5 - Char-min N.



Obrázek 109: NC11 - Kvazi-max N.



Obrázek 110: NC12 - Kvazi-min N.

Z průběhu ohybových momentů je vidět, že ke globální extrému dochází v jiném řezu než mezi dosud předpokládanými, proto se posoudí i toto místo u podpory ve vzdálenosti cca  $1/32 L_2$ . U této varianty mostu je taktéž vidět, že normálové síly v konstrukci jsou prakticky zanedbatelné.

Tabulka 40: Vnitřní síly od kombinací pro visutý most o 1 poli.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/32 L_2}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L_2}$ [NNm]	$M_{y,1/4 L_2}$ [NNm]	$M_{y,3/8 L_2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L_2}$ [MNm]	$N_{1/32 L_2}$ [MN]	$N_{1/8 L_2}$ [MN]	$N_{1/4 L_2}$ [MN]	$N_{3/8 L_2}$ [MN]	$N_{1/2 L_2}$ [MN]
MSP	Char-max	2240,6	755,4	1241,2	1312,0	1458,5	1,2	9,4	14,7	1,4	-3,4
	Char-min	1604,0	-825,7	-311,0	-98,6	44,7	-0,6	-4,9	-9,9	-15,6	-22,0
	Častá-max	2112,0	302,6	811,2	1003,4	1156,5	0,5	3,9	5,0	4,0	1,9
	Častá-min	1674,2	-700,1	-175,0	41,0	190,8	-0,3	-2,7	-5,8	-8,5	-12,2
	Kvazi-max	1928,2	-406,1	124,9	343,1	496,5	-0,2	-1,5	-3,3	-4,7	-6,9
	Kvazi-min	1679,9	-684,1	-159,5	56,9	206,6	-0,4	-2,9	-5,8	-8,6	-12,3
MSÚ	6.10a-max	3263,6	1237,0	1870,9	1956,1	2213,5	14,1	42,2	89,0	106,9	145,3
	6.10a-min	1586,7	841,0	-331,0	-121,3	18,8	-2,0	-5,9	-12,0	-19,1	-27,0
	6.10b-max	2831,8	1425,0	1974,9	2023,4	2210,7	19,6	29,4	51,4	45,5	56,2
	6.10b-min	1337,1	1267,4	-810,9	-623,3	-506,9	-1,8	-14,4	-29,2	-48,2	-68,1

**Tabulka 41: Napětí v průřezích od charakteristické kombinace u visutého mostu o 1 poli.**

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/32 L2}$ [NM]	$M_{y,1/8 L2}$ [NM]	$M_{y,1/4 L2}$ [NM]	$M_{y,3/8 L2}$ [NM]	$M_{y,1/2 L2}$ [NM]	$N_{1/32 L2}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{3/8 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]	$f_{ck} = 130$ $f_{ctm} = 13$ $A = 62,02$ $I_y = 762,04$ $e_{ed} = 6,558$ $h = 12$ $W_{y,h} = 116,20$ $W_{y,d} = 140,03$
MSP	Char-max	2240,6	755,4	1241,2	1312,0	1458,5	1,2	9,4	14,7	1,4	-3,4	MPa
	Char-min	1604,0	-825,7	-311,0	-98,6	44,7	-0,6	-4,9	-9,9	-15,6	-22,0	MPa
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/32 L2} = \frac{1,2}{62,0} + \frac{-2240,6}{116,2} = 0,019 + -19,282 = -19,3$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/32 L2} = \frac{1,2}{62,0} + \frac{2240,6}{140,0} = 0,019 + 16,001 = 16,0$	MPa	TAH									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/32 L2} = \frac{-0,6}{62,0} + \frac{-1604,0}{116,2} = -0,010 + -13,804 = -13,8$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/32 L2} = \frac{-0,6}{62,0} + \frac{1604,0}{140,0} = -0,010 + 11,455 = 11,4$	MPa	TAH									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{9,4}{62,0} + \frac{-755,4}{116,2} = 0,152 + -6,501 = -6,3$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{9,4}{62,0} + \frac{755,4}{140,0} = 0,152 + 5,395 = 5,5$	MPa	TAH									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-4,9}{62,0} + \frac{825,7}{116,2} = -0,079 + 7,106 = 7,0$	MPa	TAH									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-4,9}{62,0} + \frac{-825,7}{140,0} = -0,079 + -5,897 = -6,0$	MPa	TLAK									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2} = \frac{14,7}{62,0} + \frac{-1241,2}{116,2} = 0,237 + -10,682 = -10,4$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2} = \frac{14,7}{62,0} + \frac{1241,2}{140,0} = 0,237 + 8,864 = 9,1$	MPa	TAH									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2} = \frac{-9,9}{62,0} + \frac{311,0}{116,2} = -0,160 + 2,676 = 2,5$	MPa	TAH									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2} = \frac{-9,9}{62,0} + \frac{-311,0}{140,0} = -0,160 + -2,221 = -2,4$	MPa	TLAK									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,3/8 L2} = \frac{1,4}{62,0} + \frac{-1312,0}{116,2} = 0,023 + -11,291 = -11,3$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,3/8 L2} = \frac{1,4}{62,0} + \frac{1312,0}{140,0} = 0,023 + 9,369 = 9,4$	MPa	TAH									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,3/8 L2} = \frac{-15,6}{62,0} + \frac{98,6}{116,2} = -0,252 + 0,849 = 0,6$	MPa	TAH									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,3/8 L2} = \frac{-15,6}{62,0} + \frac{-98,6}{140,0} = -0,252 + -0,704 = -1,0$	MPa	TLAK									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L2} = \frac{-3,4}{62,0} + \frac{-1458,5}{116,2} = -0,055 + -12,552 = -12,6$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L2} = \frac{-3,4}{62,0} + \frac{1458,5}{140,0} = -0,055 + 10,416 = 10,4$	MPa	TAH									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-22,0}{62,0} + \frac{-44,7}{116,2} = -0,355 + -0,385 = -0,7$	MPa	TLAK									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-22,0}{62,0} + \frac{44,7}{140,0} = -0,355 + 0,319 = 0,0$	MPa	TLAK									

Tabulka 42: Napětí v průřezech od časté kombinace u visutého mostu o 1 poli.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]		
MSP	Častá-max	2112,0	302,6	811,2	1003,4	1156,5	0,5	3,9	5,0	4,0	1,9		$f_{ck} = 130$ MPa
	Častá-min	1674,2	-700,1	-175,0	41,0	190,8	-0,3	-2,7	-5,8	-8,5	-12,2		$f_{ctm} = 13$ MPa
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/32 L2} = \frac{0,5}{62,0}$			$\frac{-2112}{116,2}$									$A = 62,02$ m <sup>2</sup>
													$I_y = 762,04$ m <sup>4</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/32 L2} = \frac{0,5}{62,0}$			$\frac{2112}{140,0}$									$e_{el} = 6,558$ m
													$e_d = 5,442$ m
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/32 L2} = \frac{-0,3}{62,0}$			$\frac{-1674}{116,2}$									$h = 12$ m
													$W_{y,h} = 116,20$ m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/32 L2} = \frac{-0,3}{62,0}$			$\frac{1674}{140,0}$									$W_{y,d} = 140,03$ m <sup>3</sup>
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/8 L2} = \frac{3,9}{62,0}$			$\frac{-303}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/8 L2} = \frac{3,9}{62,0}$			$\frac{303}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/8 L2} = \frac{-2,7}{62,0}$			$\frac{700}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/8 L2} = \frac{-2,7}{62,0}$			$\frac{-700}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L2} = \frac{5,0}{62,0}$			$\frac{-811}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L2} = \frac{5,0}{62,0}$			$\frac{811}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0}$			$\frac{175}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0}$			$\frac{-175}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,3/8 L2} = \frac{4,0}{62,0}$			$\frac{-1003}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,3/8 L2} = \frac{4,0}{62,0}$			$\frac{1003}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,3/8 L2} = \frac{-8,5}{62,0}$			$\frac{-41}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,3/8 L2} = \frac{-8,5}{62,0}$			$\frac{41}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L2} = \frac{1,9}{62,0}$			$\frac{-1157}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L2} = \frac{1,9}{62,0}$			$\frac{1157}{140,0}$									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L2} = \frac{-12,2}{62,0}$			$\frac{-191}{116,2}$									
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-12,2}{62,0}$			$\frac{191}{140,0}$									



Tabulka 43: Napětí v průřezích od kvazi-stálé kombinace u visutého mostu o 1 poli.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]		
MSP	Kvazi-max	1928,2	-406,1	124,9	343,1	496,5	-0,2	-1,5	-3,3	-4,7	-6,9		$f_{ck} = 130$ MPa
	Kvazi-min	1679,9	-684,1	-159,5	56,9	206,6	-0,4	-2,9	-5,8	-8,6	-12,3		$f_{ctm} = 13$ MPa
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/32 L2} = \frac{-0,2}{62,0}$	-0,2	+ $\frac{-1928}{116,2}$	=	-0,003	+ $\frac{-16594}{62,0}$	=	-16,6	MPa	TLAK		$A = 62,02$ m <sup>2</sup>	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/32 L2} = \frac{-0,2}{62,0}$	-0,2	+ $\frac{1928}{140,0}$	=	-0,003	+ $\frac{13770}{62,0}$	=	13,8	MPa	TAH		$I_y = 762,04$ m <sup>4</sup>	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/32 L2} = \frac{-0,4}{62,0}$	-0,4	+ $\frac{-1680}{116,2}$	=	-0,006	+ $\frac{-14457}{62,0}$	=	-14,5	MPa	TLAK		$e_s = 6,558$ m	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/32 L2} = \frac{-0,4}{62,0}$	-0,4	+ $\frac{1680}{140,0}$	=	-0,006	+ $\frac{11997}{62,0}$	=	12,0	MPa	TAH		$e_d = 5,442$ m	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/8 L2} = \frac{-1,5}{62,0}$	-1,5	+ $\frac{406}{116,2}$	=	-0,024	+ $\frac{3495}{62,0}$	=	3,5	MPa	TAH		$h = 12$ m	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/8 L2} = \frac{-1,5}{62,0}$	-1,5	+ $\frac{-406}{140,0}$	=	-0,024	+ $\frac{-2900}{62,0}$	=	-2,9	MPa	TLAK		$W_{y,h} = 116,20$ m <sup>3</sup>	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/8 L2} = \frac{-2,9}{62,0}$	-2,9	+ $\frac{684}{116,2}$	=	-0,047	+ $\frac{5887}{62,0}$	=	5,8	MPa	TAH		$W_{y,d} = 140,03$ m <sup>3</sup>	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/8 L2} = \frac{-2,9}{62,0}$	-2,9	+ $\frac{-684}{140,0}$	=	-0,047	+ $\frac{-4885}{62,0}$	=	-4,9	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L2} = \frac{-3,3}{62,0}$	-3,3	+ $\frac{-125}{116,2}$	=	-0,053	+ $\frac{-1075}{62,0}$	=	-1,1	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L2} = \frac{-3,3}{62,0}$	-3,3	+ $\frac{125}{140,0}$	=	-0,053	+ $\frac{0892}{62,0}$	=	0,8	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0}$	-5,8	+ $\frac{160}{116,2}$	=	-0,094	+ $\frac{1373}{62,0}$	=	1,3	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0}$	-5,8	+ $\frac{-160}{140,0}$	=	-0,094	+ $\frac{-1139}{62,0}$	=	-1,2	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,3/8 L2} = \frac{-4,7}{62,0}$	-4,7	+ $\frac{-343}{116,2}$	=	-0,076	+ $\frac{-2953}{62,0}$	=	-3,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,3/8 L2} = \frac{-4,7}{62,0}$	-4,7	+ $\frac{343}{140,0}$	=	-0,076	+ $\frac{2450}{62,0}$	=	2,4	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,3/8 L2} = \frac{-8,6}{62,0}$	-8,6	+ $\frac{-57}{116,2}$	=	-0,139	+ $\frac{-0490}{62,0}$	=	-0,6	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,3/8 L2} = \frac{-8,6}{62,0}$	-8,6	+ $\frac{57}{140,0}$	=	-0,139	+ $\frac{0406}{62,0}$	=	0,3	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/2 L2} = \frac{-6,9}{62,0}$	-6,9	+ $\frac{-497}{116,2}$	=	-0,111	+ $\frac{-4273}{62,0}$	=	-4,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/2 L2} = \frac{-6,9}{62,0}$	-6,9	+ $\frac{497}{140,0}$	=	-0,111	+ $\frac{3546}{62,0}$	=	3,4	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/2 L2} = \frac{-12,3}{62,0}$	-12,3	+ $\frac{-207}{116,2}$	=	-0,198	+ $\frac{-1778}{62,0}$	=	-2,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/2 L2} = \frac{-12,3}{62,0}$	-12,3	+ $\frac{207}{140,0}$	=	-0,198	+ $\frac{1475}{62,0}$	=	1,3	MPa	TAH			

Tabulka 44: Napětí v průřezích od kombinace vztahu 6.10a u visutého mostu o 1 poli.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$f_{ck} = 130$ MPa
MSÚ	6.10a-max	3264	1237	1871	1956	2214	14,1	42,2	89,0	106,9	145,3	$f_{ctm} = 13$ MPa
	6.10a-min	1587	841	-331	-121	19	-2,0	-5,9	-12,0	-19,1	-27,0	$A = 62,02$ m <sup>2</sup>
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/32 L2} = \frac{14,1}{62,0}$			$\frac{-3264}{116,2}$								$I_y = 762,04$ m <sup>4</sup>
												$e_y = 6,558$ m
												$e_d = 5,442$ m
												$h = 12$ m
												$W_{y,h} = 116,20$ m <sup>3</sup>
												$W_{y,d} = 140,03$ m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/32 L2} = \frac{14,1}{62,0}$			$\frac{3264}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/32 L2} = \frac{-2,0}{62,0}$			$\frac{-1587}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/32 L2} = \frac{-2,0}{62,0}$			$\frac{1587}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/8 L2} = \frac{42,2}{62,0}$			$\frac{-1237}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/8 L2} = \frac{42,2}{62,0}$			$\frac{1237}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/8 L2} = \frac{-5,9}{62,0}$			$\frac{-841}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/8 L2} = \frac{-5,9}{62,0}$			$\frac{841}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L2} = \frac{89,0}{62,0}$			$\frac{-1871}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L2} = \frac{89,0}{62,0}$			$\frac{1871}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L2} = \frac{-12,0}{62,0}$			$\frac{331}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L2} = \frac{-12,0}{62,0}$			$\frac{-331}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,3/8 L2} = \frac{106,9}{62,0}$			$\frac{-1956}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,3/8 L2} = \frac{106,9}{62,0}$			$\frac{1956}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,3/8 L2} = \frac{-19,1}{62,0}$			$\frac{121}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,3/8 L2} = \frac{-19,1}{62,0}$			$\frac{-121}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L2} = \frac{145,3}{62,0}$			$\frac{-2214}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L2} = \frac{145,3}{62,0}$			$\frac{2214}{140,0}$								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L2} = \frac{-27,0}{62,0}$			$\frac{-19}{116,2}$								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L2} = \frac{-27,0}{62,0}$			$\frac{19}{140,0}$								

**Tabulka 45: Napětí v průřezech od kombinace vztahu 6.10b u visutého mostu o 1 poli.**

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$f_{ck} = 130$ MPa	$f_{ctm} = 13$ MPa	$A = 62,02$ m <sup>2</sup>	$I_y = 762,04$ m <sup>4</sup>	$e_b = 6,558$ m	$e_d = 5,442$ m	$h = 12$ m	$W_{y,h} = 116,20$ m <sup>3</sup>	$W_{y,d} = 140,03$ m <sup>3</sup>
MSÚ	6.10b-max	2832	1425	1975	2023	2211	19,6	29,4	51,4	45,5	56,2									
	6.10b-min	1337	1267	-811	-623	-507	-1,8	-14,4	-29,2	-48,2	-68,1									
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/32 L2} =$	$\frac{19,6}{62,0}$	+	$\frac{-2832}{116,2}$	=	0,316	+	-24,370	=	-24,1	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/32 L2} =$	$\frac{19,6}{62,0}$	+	$\frac{2832}{140,0}$	=	0,316	+	20,223	=	20,5	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/32 L2} =$	$\frac{-1,8}{62,0}$	+	$\frac{-1337}{116,2}$	=	-0,029	+	-11,507	=	-11,5	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/32 L2} =$	$\frac{-1,8}{62,0}$	+	$\frac{1337}{140,0}$	=	-0,029	+	9,549	=	9,5	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/8 L2} =$	$\frac{29,4}{62,0}$	+	$\frac{-1425}{116,2}$	=	0,474	+	-12,263	=	-11,8	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/8 L2} =$	$\frac{29,4}{62,0}$	+	$\frac{1425}{140,0}$	=	0,474	+	10,176	=	10,7	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/8 L2} =$	$\frac{-14,4}{62,0}$	+	$\frac{-1267}{116,2}$	=	-0,232	+	-10,907	=	-11,1	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/8 L2} =$	$\frac{-14,4}{62,0}$	+	$\frac{1267}{140,0}$	=	-0,232	+	9,051	=	8,8	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L2} =$	$\frac{51,4}{62,0}$	+	$\frac{-1975}{116,2}$	=	0,829	+	-16,996	=	-16,2	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L2} =$	$\frac{51,4}{62,0}$	+	$\frac{1975}{140,0}$	=	0,829	+	14,103	=	14,9	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L2} =$	$\frac{-29,2}{62,0}$	+	$\frac{811}{116,2}$	=	-0,471	+	6,978	=	6,5	MPa	TAH								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L2} =$	$\frac{-29,2}{62,0}$	+	$\frac{-811}{140,0}$	=	-0,471	+	-5,791	=	-6,3	MPa	TLAK								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,3/8 L2} =$	$\frac{45,5}{62,0}$	+	$\frac{-2023}{116,2}$	=	0,734	+	-17,413	=	-16,7	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,3/8 L2} =$	$\frac{45,5}{62,0}$	+	$\frac{2023}{140,0}$	=	0,734	+	14,450	=	15,2	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,3/8 L2} =$	$\frac{-48,2}{62,0}$	+	$\frac{623}{116,2}$	=	-0,777	+	5,364	=	4,6	MPa	TAH								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,3/8 L2} =$	$\frac{-48,2}{62,0}$	+	$\frac{-623}{140,0}$	=	-0,777	+	-4,451	=	-5,2	MPa	TLAK								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L2} =$	$\frac{56,2}{62,0}$	+	$\frac{-2211}{116,2}$	=	0,906	+	-19,025	=	-18,1	MPa	TLAK								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L2} =$	$\frac{56,2}{62,0}$	+	$\frac{2211}{140,0}$	=	0,906	+	15,787	=	16,7	MPa	TAH								
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L2} =$	$\frac{-68,1}{62,0}$	+	$\frac{507}{116,2}$	=	-1,098	+	4,362	=	3,3	MPa	TAH								
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L2} =$	$\frac{-68,1}{62,0}$	+	$\frac{-507}{140,0}$	=	-1,098	+	-3,620	=	-4,7	MPa	TLAK								

### 3.5. Návrh předpětí

Pro předpětí konstrukce i v této variantě předpokládáme použití předpínacích kabelů z lan bez soudržnosti, zainjektovaných v kabelových kanálcích „pružným materiálem“ (vosk, tuk apod.). Pro návrh předpětí byl zvolen předpínací systém firmy Freyssinet, respektive 37 lan o průměru 15,7 mm v kanálku o průměru 150 mm. V místě největších tahů bylo použito i 55 lan o průměru 15,7 mm, tyto kabely jsou umístěny v masivnějších částech průřezu, jako například ve stěně pod příhradovým nosníkem nebo v nosnících pod železničními kolejemi. Návrh mostu je na 100 let a více, a tak bude podstatné napětí v předpínací výztuži na konci životnosti po odečtení ztrát. Ztráty byly pro tento most odhadnuty procentuálně:

- Po zakotvení – 5 % (TR)
- Při uvedení do provozu – 15 % (UP)
- Na konci životnosti – 25 % (KŽ)

**Tabulka 46: Výpočet síly a napětí v předpínací výztuži o 37 lanech po ztrátách napětí.**

#### Předpínací výztuž

Průměr lana=	15,7 mm
Plocha jednoho lana=	150 mm <sup>2</sup>
Charakteristická pevnost $f_{pk}$ =	1860 MPa
Smluvní mez $f_{p0,1k}=0,88 \times f_{pk}$ =	1636,8 MPa
Navrhované napětí $f_{pd}=f_{p0,1k}/1,15$ =	1423,304 MPa

#### Zvedané předpínací kabely:

Celkový počet kabelů v řezu=	1 ks
Počet lan v kabelu=	37 ks
Plocha předpínací výztuže=	0,00555 m <sup>2</sup>

Průměr kanálku=	146 mm
-----------------	--------

#### Předpínací síla

Maximální napětí v předpínací výztuži:

$\sigma_{p,max}$ =	$\min(0,8 \times f_{pk} ; 0,9 \times f_{p0,1k})$ =	1473,12 MPa
--------------------	----------------------------------------------------	-------------

Maximální síla v předpínací výztuži:

$N_{p,max}$ =	8,18 MN
---------------	---------

Síla po zakotvení (ztráta 5%)

$N_{p,TR}$ =	7,77 MN
--------------	---------

Síla v době uvedení do provozu (ztráta 15%)

$N_{p,UP}$ =	6,95 MN
--------------	---------

Síla na konci životnosti (ztráta 25%)

$N_{p,KŽ}$ =	6,13 MN
--------------	---------

Napětí po zakotvení (ztráta 5%)

$\sigma_{p,TR}$ =	1399,464 MPa
-------------------	--------------

Napětí v době uvedení do provozu (ztráta 15%)

$\sigma_{p,UP}$ =	1252,152 MPa
-------------------	--------------

Napětí na konci životnosti (ztráta 25%)

$\sigma_{p,KŽ}$ =	1104,84 MPa
-------------------	-------------

**Tabulka 47: Výpočet síly a napětí v předpínací výztuži o 55 lanech po ztrátách napětí.**

**Předpínací výztuž**

Průměr lana=	15,7	mm
Plocha jednoho lana=	150	mm <sup>2</sup>
Charakteristická pevnost $f_{pk}$ =	1860	MPa
Smluvní mez $f_{p0,1k}=0,88 \times f_{pk}$ =	1636,8	MPa
Navrhované napětí $f_{pd}=f_{p0,1k}/1,15$ =	1423,304	MPa

**Zvedané předpínací kabely:**

Celkový počet kabelů v řezu=	1	ks
Počet lan v kabelu=	55	ks
Plocha předpínací výztuže=	0,00825	m <sup>2</sup>

Průměr kanálku=	146	mm
-----------------	-----	----

**Předpínací síla**

*Maximální napětí v předpínací výztuži:*

$\sigma_{p,max}$ =	$\min(0,8 \times f_{pk} ; 0,9 \times f_{p0,1k})$ =	1473,12	MPa
--------------------	----------------------------------------------------	---------	-----

*Maximální síla v předpínací výztuži:*

$N_{p,max}$ =	12,15	MN
---------------	-------	----

*Síla po zakotvení (ztráta 5%)*

$N_{p,TR}$ =	11,55	MN
--------------	-------	----

*Napětí po zakotvení (ztráta 5%)*

$\sigma_{p,TR}$ =	1399,464	MPa
-------------------	----------	-----

*Síla v době uvedení do provozu (ztráta 15%)*

$N_{p,UP}$ =	10,33	MN
--------------	-------	----

*Napětí v době uvedení do provozu (ztráta 15%)*

$\sigma_{p,UP}$ =	1252,152	MPa
-------------------	----------	-----

*Síla na konci životnosti (ztráta 25%)*

$N_{p,KZ}$ =	9,11	MN
--------------	------	----

*Napětí na konci životnosti (ztráta 25%)*

$\sigma_{p,KZ}$ =	1104,84	MPa
-------------------	---------	-----

Návrh probíhal postupným rozmísťováním předpínacích kabelů ve skořepině nosné konstrukce tak, aby napětí v horních a dolních vláknech při charakteristické kombinaci bylo tlakové (dekomprese). Součet normálových sil a ohybových momentů od předpětí je počítáno v další kapitole s vnitřními silami od kombinací, kde jsou sledována napětí v průřezu.

Ve většině průřezů je snaha o rovnoměrné rozmístění kabelů po celém průřezu a z důvodů duktility při mimořádných situacích jsou umístěny kabely i v horní skořepině. Po stranách v místě, kde byla přidána hmota oproti dřívějšímu průřezu, je 5 kabelů, které jsou průběžné ve všech řezech. Účinky předpětí a počty kabelů jsou pro zjednodušení počítány pouze na polovině konstrukce, protože rozmístění je symetrické, proto jsou součty na konci dvojnásobné.

**Tabulka 48: Návrh předpětí v 1/32 L2 u visutého mostu o 1 poli.**

	<i><b>DOLNÍ</b></i>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,397	-2,44	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,353	-8,29	140,0	-0,06
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,333	-32,70	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,312	-32,57	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,285	-32,41	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,250	-32,19	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,206	-31,92	140,0	-0,23
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,150	-31,58	140,0	-0,23
	D9	-6,1	62,0	-0,1	5,080	-31,15	140,0	-0,22
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,991	-30,60	140,0	-0,22
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,876	-29,90	140,0	-0,21
	D12	-6,1	62,0	-0,1	4,727	-28,99	140,0	-0,21
	D13	-6,1	62,0	-0,1	4,535	-27,81	140,0	-0,20
	D14	-6,1	62,0	-0,1	4,306	-26,40	140,0	-0,19
	D15	-6,1	62,0	-0,1	4,043	-24,79	140,0	-0,18
	D16	-6,1	62,0	-0,1	3,745	-22,96	140,0	-0,16
D17	-6,1	62,0	-0,1	3,411	-20,92	140,0	-0,15	
D18	-6,1	62,0	-0,1	3,046	-18,68	140,0	-0,13	
D19	-6,1	62,0	-0,1	2,639	-16,18	140,0	-0,12	
D20	-6,1	62,0	-0,1	2,165	-13,28	140,0	-0,09	
PŘÍHRADA	D21	-9,1	62,0	-0,1	4,353	-39,67	140,0	-0,28
	D22	-9,1	62,0	-0,1	3,853	-35,12	140,0	-0,25
	D23	-9,1	62,0	-0,1	3,353	-30,56	140,0	-0,22
	D24	-9,1	62,0	-0,1	2,853	-26,00	140,0	-0,19
NOSNÍKY	D25	-9,1	62,0	-0,1	4,936	-44,99	140,0	-0,32
	D26	-9,1	62,0	-0,1	4,936	-44,99	140,0	-0,32

	<i><b>HORNÍ</b></i>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,514	9,28	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,470	15,14	116,2	0,11
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H7	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25

$\Sigma N_p$	-440,5	MN
$\Sigma M_p$	-1128,2	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-7,1	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	-8,1	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-15,2	MPa

**Tabulka 49: Návrh předpětí v 1/8 L2 u visutého mostu o 1 poli.**

	<b>DOLNÍ</b>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,537	-3,29	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,633	-10,01	140,0	-0,07
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,330	-32,68	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,299	-32,49	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,256	-32,23	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,197	-31,87	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,117	-31,38	140,0	-0,22
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,007	-30,70	140,0	-0,22
	D9	-6,1	62,0	-0,1	4,853	-29,76	140,0	-0,21
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,636	-28,43	140,0	-0,20
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,346	-26,65	140,0	-0,19
	D12	-6,1	62,0	-0,1	3,996	-24,50	140,0	-0,17
	D13	-6,1	62,0	-0,1	3,581	-21,96	140,0	-0,16
	D14	-6,1	62,0	-0,1	3,108	-19,06	140,0	-0,14
	D15	-6,1	62,0	-0,1	2,564	-15,72	140,0	-0,11
	D16	-6,1	62,0	-0,1	3,745	-22,96	140,0	-0,16
	D17	-6,1	62,0	-0,1	3,411	-20,92	140,0	-0,15
	D18	-6,1	62,0	-0,1	3,046	-18,68	140,0	-0,13
	D19	-6,1	62,0	-0,1	2,639	-16,18	140,0	-0,12
D20	-6,1	62,0	-0,1	2,165	-13,28	140,0	-0,09	

	<b>HORNÍ</b>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,654	10,14	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,750	16,86	116,2	0,12
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,447	39,53	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-6,416	39,34	116,2	0,28
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H7	-6,1	62,0	-0,1	-6,314	38,72	116,2	0,28
	H8	-6,1	62,0	-0,1	-6,233	38,22	116,2	0,27
	H9	-6,1	62,0	-0,1	-6,124	37,55	116,2	0,27
	H10	-6,1	62,0	-0,1	-5,970	36,61	116,2	0,26
	H11	-6,1	62,0	-0,1	-5,752	35,27	116,2	0,25
	H12	-6,1	62,0	-0,1	-5,112	31,35	116,2	0,22
	H13	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21
	H14	-6,1	62,0	-0,1	-4,225	25,91	116,2	0,19
	H15	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H16	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25

$\Sigma N_p$	-441,5	MN
$\Sigma M_p$	30,6	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-7,1	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	0,2	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-6,9	MPa

Tabulka 50: Návrh předpětí v 1/4 L2 u visutého mostu o 1 poli.

STRANA	DOLNÍ	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,537	-3,29	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,633	-10,01	140,0	-0,07
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,330	-32,68	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,299	-32,49	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,256	-32,23	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,197	-31,87	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,117	-31,38	140,0	-0,22
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,007	-30,70	140,0	-0,22
	D9	-6,1	62,0	-0,1	4,853	-29,76	140,0	-0,21
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,636	-28,43	140,0	-0,20
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,346	-26,65	140,0	-0,19
	D12	-6,1	62,0	-0,1	3,996	-24,50	140,0	-0,17
	D13	-6,1	62,0	-0,1	3,581	-21,96	140,0	-0,16
	D14	-6,1	62,0	-0,1	3,108	-19,06	140,0	-0,14
	D15	-6,1	62,0	-0,1	2,564	-15,72	140,0	-0,11
	D16	-6,1	62,0	-0,1	3,745	-22,96	140,0	-0,16
	D17	-6,1	62,0	-0,1	3,411	-20,92	140,0	-0,15
	D18	-6,1	62,0	-0,1	3,046	-18,68	140,0	-0,13
	D19	-6,1	62,0	-0,1	2,639	-16,18	140,0	-0,12
	D20	-6,1	62,0	-0,1	2,165	-13,28	140,0	-0,09

STRANA	HORNÍ	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,654	10,14	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,750	16,86	116,2	0,12
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,447	39,53	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-6,416	39,34	116,2	0,28
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H7	-6,1	62,0	-0,1	-6,314	38,72	116,2	0,28
	H8	-6,1	62,0	-0,1	-6,233	38,22	116,2	0,27
	H9	-6,1	62,0	-0,1	-6,124	37,55	116,2	0,27
	H10	-6,1	62,0	-0,1	-5,970	36,61	116,2	0,26
	H11	-6,1	62,0	-0,1	-5,752	35,27	116,2	0,25
	H12	-6,1	62,0	-0,1	-5,112	31,35	116,2	0,22
	H13	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21
	H14	-6,1	62,0	-0,1	-4,225	25,91	116,2	0,19
	H15	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H16	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25

$\Sigma N_p$	-441,5	MN
$\Sigma M_p$	30,6	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-7,1	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	0,2	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-6,9	MPa



Tabulka 51: Návrh předpětí v 3/8 L2 u visutého mostu o 1 poli.

	<i>DOLNÍ</i>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,537	-3,29	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,633	-10,01	140,0	-0,07
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,333	-32,70	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,312	-32,57	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,285	-32,41	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,250	-32,19	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,206	-31,92	140,0	-0,23
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,150	-31,58	140,0	-0,23
	D9	-6,1	62,0	-0,1	5,080	-31,15	140,0	-0,22
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,991	-30,60	140,0	-0,22
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,876	-29,90	140,0	-0,21
	D12	-6,1	62,0	-0,1	4,727	-28,99	140,0	-0,21
	D13	-6,1	62,0	-0,1	4,535	-27,81	140,0	-0,20
	D14	-6,1	62,0	-0,1	4,306	-26,40	140,0	-0,19
	D15	-6,1	62,0	-0,1	4,043	-24,79	140,0	-0,18
	D16	-6,1	62,0	-0,1	3,745	-22,96	140,0	-0,16
	D17	-6,1	62,0	-0,1	3,411	-20,92	140,0	-0,15
	D18	-6,1	62,0	-0,1	3,046	-18,68	140,0	-0,13
	D19	-6,1	62,0	-0,1	2,639	-16,18	140,0	-0,12
D20	-6,1	62,0	-0,1	2,165	-13,28	140,0	-0,09	
PŘÍHRADA	D21	-9,1	62,0	-0,1	4,353	-39,67	140,0	-0,28
	D22	-9,1	62,0	-0,1	3,853	-35,12	140,0	-0,25
	D23	-9,1	62,0	-0,1	3,353	-30,56	140,0	-0,22
	D24	-9,1	62,0	-0,1	2,853	-26,00	140,0	-0,19

	<i>HORNÍ</i>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,654	10,14	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,750	16,86	116,2	0,12
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,447	39,53	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-6,416	39,34	116,2	0,28
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H7	-6,1	62,0	-0,1	-6,314	38,72	116,2	0,28
	H8	-6,1	62,0	-0,1	-6,233	38,22	116,2	0,27
	H9	-6,1	62,0	-0,1	-6,124	37,55	116,2	0,27
	H10	-6,1	62,0	-0,1	-5,970	36,61	116,2	0,26
	H11	-6,1	62,0	-0,1	-5,752	35,27	116,2	0,25
	H12	-6,1	62,0	-0,1	-5,112	31,35	116,2	0,22
	H13	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21
	H14	-6,1	62,0	-0,1	-4,225	25,91	116,2	0,19
	H15	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H16	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25

$\Sigma N_p$	-514,4	MN
$\Sigma M_p$	-303,3	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-8,3	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	-2,2	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-10,5	MPa

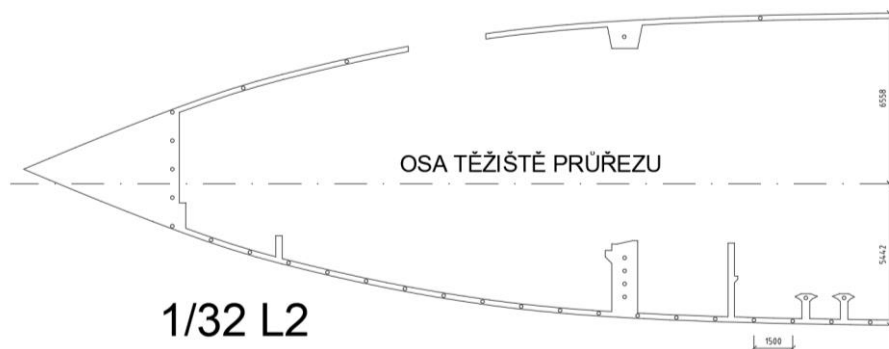
Tabulka 52: Návrh předpětí v 3/8 L2 u visutého mostu o 1 poli.

		N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
	<b>DOLNÍ</b>	[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,537	-3,29	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,633	-10,01	140,0	-0,07
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,333	-32,70	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,312	-32,57	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,285	-32,41	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,250	-32,19	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,206	-31,92	140,0	-0,23
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,150	-31,58	140,0	-0,23
	D9	-6,1	62,0	-0,1	5,080	-31,15	140,0	-0,22
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,991	-30,60	140,0	-0,22
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,876	-29,90	140,0	-0,21
	D12	-6,1	62,0	-0,1	4,727	-28,99	140,0	-0,21
	D13	-6,1	62,0	-0,1	4,535	-27,81	140,0	-0,20
	D14	-6,1	62,0	-0,1	4,306	-26,40	140,0	-0,19
	D15	-6,1	62,0	-0,1	4,043	-24,79	140,0	-0,18
	D16	-6,1	62,0	-0,1	3,745	-22,96	140,0	-0,16
	D17	-6,1	62,0	-0,1	3,411	-20,92	140,0	-0,15
	D18	-6,1	62,0	-0,1	3,046	-18,68	140,0	-0,13
	D19	-6,1	62,0	-0,1	2,639	-16,18	140,0	-0,12
	D20	-6,1	62,0	-0,1	2,165	-13,28	140,0	-0,09
NOSNÍKY	D21	-9,1	62,0	-0,1	4,936	-44,99	140,0	-0,32
	D22	-9,1	62,0	-0,1	4,936	-44,99	140,0	-0,32

	<b>HORNÍ</b>							
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,514	9,28	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,470	15,14	116,2	0,11
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-5,536	33,94	116,2	0,24
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21
	H7	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H8	-9,1	62,0	-0,1	-5,656	51,55	116,2	0,37

$\Sigma N_p$	-385,8	MN
$\Sigma M_p$	-769,0	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-6,2	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	-5,5	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-11,7	MPa



Obrázek 111: Schéma přibližného rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/32 L2.

Ze schématu předpínacích kabelů je vidět, že rastr rozmístění předpínací výztuže po 1,5 m při dolním povrchu je poměrně hustý, ale lze říci, že u konstrukce tohoto uspořádání by bylo možno předpětí navrhnout. Další snížení množství podélného předpětí by bylo zřejmě možno dosáhnout podrobnější optimalizací rektifikace visutého systému („ochlazení lana“). Tato optimalizace předpětí však již nebyla provedena, protože u konstrukce tohoto uspořádání byly zjištěny nadměrné a velice obtížně řešitelné hodnoty deformací, neslučitelné se železničním provozem na mostě.

Přesto tento návrh předpětí může posloužit pro přibližnou představu o potřebném množství předpínací výztuže v konstrukci.

### 3.6. MSP – Omezení napětí (trhlin)

Tlakové napětí v betonu je nutné omezit tak, aby se zabránilo vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin nebo nadměrnému dotvarování. Podélné trhliny mohou vznikat, když úroveň napětí v betonu překročí určitou kritickou hodnotu. Z těchto důvodů se při charakteristické kombinaci má napětí v betonu omezit na  $0,6 f_{ck}$ . Při kvazi-stálé kombinaci se má uvažovat omezení napětí v betonu do  $0,45 f_{ck}$  pro lineární dotvarování.

Splněním těchto podmínek při dolních vláknech a dosažením dekomprese, je celá konstrukce tlačaná a není tedy třeba posuzovat šířky trhlin, protože v konstrukci žádné nevzniknou při kombinacích MSP.

Tabulka 53: MSP-Omezení napětí 1/32 L2.

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-max,1/32 L2} = \frac{1,2}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-2240,6}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = 0,019 + -7,103 + -19,282 + 9,709 = -16,66$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-max,1/32 L2} = \frac{1,2}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{2240,6}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = 0,019 + -7,103 + 16,001 + -9,709 = -0,79$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-min,1/32 L2} = \frac{-0,6}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-1604,0}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = -0,010 + -7,103 + -13,804 + 9,709 = -11,21$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-min,1/32 L2} = \frac{-0,6}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{1604,0}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = -0,010 + -7,103 + 11,455 + -9,709 = -5,37$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{CstI-max,1/32 L2} = \frac{0,5}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-2112}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = 0,008 + -7,103 + -18,176 + 9,709 = -15,56$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{CstI-max,1/32 L2} = \frac{0,5}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{2112}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = 0,008 + -7,103 + 15,083 + -9,709 = -1,72$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{CstI-min,1/32 L2} = \frac{-0,3}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-1674}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = -0,005 + -7,103 + -14,408 + 9,709 = -11,81$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{CstI-min,1/32 L2} = \frac{-0,3}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{1674}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = -0,005 + -7,103 + 11,956 + -9,709 = -4,86$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kvalI-max,1/32 L2} = \frac{-0,2}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-1928}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = -0,003 + -7,103 + -16,594 + 9,709 = -13,99$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kvalI-max,1/32 L2} = \frac{-0,2}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{1928}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = -0,003 + -7,103 + 13,770 + -9,709 = -3,04$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kvalI-min,1/32 L2} = \frac{-0,4}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-1680}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = -0,006 + -7,103 + -14,457 + 9,709 = -11,86$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kvalI-min,1/32 L2} = \frac{-0,4}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{1680}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = -0,006 + -7,103 + 11,997 + -9,709 = -4,82$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10I-max,1/32 L2} = \frac{14,1}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-3264}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = 0,227 + -7,103 + -28,086 + 9,709 = -25,25$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10I-max,1/32 L2} = \frac{14,1}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{3264}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = 0,227 + -7,103 + 23,307 + -9,709 = 6,72$ MPa				TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10I-min,1/32 L2} = \frac{-2,0}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-1587}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = -0,032 + -7,103 + -13,655 + 9,709 = -11,08$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10I-min,1/32 L2} = \frac{-2,0}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{1587}{140,0} + \frac{-1128,2}{116,2} = -0,032 + -7,103 + 11,331 + -9,709 = -5,51$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10I-max,1/32 L2} = \frac{19,6}{62,0} + \frac{-440,5}{62,0} + \frac{-2832}{116,2} + \frac{1128,2}{116,2} = 0,316 + -7,103 + -24,370 + 9,709 = -21,45$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

Tabulka 54: MSP-Omezení napětí 1/8 L2.

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{9,4}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-755,4}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = 0,152 + -7,119 + -6,501 + -0,264 = -13,73$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{9,4}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{755,4}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = 0,152 + -7,119 + 5,395 + 0,219 = -1,35$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-4,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{825,7}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = -0,079 + -7,119 + 7,106 + -0,264 = -0,36$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-4,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-825,7}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = -0,079 + -7,119 + -5,897 + 0,219 = -12,88$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas\acute{a}-max,1/8 L2} = \frac{3,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-303}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = 0,063 + -7,119 + -2,604 + -0,264 = -9,92$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas\acute{a}-max,1/8 L2} = \frac{3,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{303}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = 0,063 + -7,119 + 2,161 + 0,219 = -4,68$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas\acute{a}-min,1/8 L2} = \frac{-2,7}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{700}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = -0,044 + -7,119 + 6,025 + -0,264 = -1,40$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas\acute{a}-min,1/8 L2} = \frac{-2,7}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-700}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = -0,044 + -7,119 + -5,000 + 0,219 = -11,94$	MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-max,1/8 L2} = \frac{-1,5}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{406}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = -0,024 + -7,119 + 3,495 + -0,264 = -3,91$	MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-max,1/8 L2} = \frac{-1,5}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-406}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = -0,024 + -7,119 + -2,900 + 0,219 = -9,82$	MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-min,1/8 L2} = \frac{-2,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{684}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = -0,047 + -7,119 + 5,887 + -0,264 = -1,54$	MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-min,1/8 L2} = \frac{-2,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-684}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = -0,047 + -7,119 + -4,885 + 0,219 = -11,83$	MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a-max,1/8 L2} = \frac{42,2}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-1237}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = 0,680 + -7,119 + -10,645 + -0,264 = -17,35$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a-max,1/8 L2} = \frac{42,2}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{1237}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = 0,680 + -7,119 + 8,834 + 0,219 = 2,61$	MPa					TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a-min,1/8 L2} = \frac{-5,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-841}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = -0,095 + -7,119 + -7,238 + -0,264 = -14,71$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a-min,1/8 L2} = \frac{-5,9}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{841}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = -0,095 + -7,119 + 6,006 + 0,219 = -0,99$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10b-max,1/8 L2} = \frac{29,4}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-1425}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = 0,474 + -7,119 + -12,263 + -0,264 = -19,17$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10b-max,1/8 L2} = \frac{29,4}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{1425}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = 0,474 + -7,119 + 10,176 + 0,219 = 3,75$	MPa					TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10b-min,1/8 L2} = \frac{-14,4}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{-1267}{116,2} + \frac{-30,6}{116,2} = -0,232 + -7,119 + -10,907 + -0,264 = -18,52$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10b-min,1/8 L2} = \frac{-14,4}{62,0} + \frac{-441,5}{62,0} + \frac{1267}{140,0} + \frac{30,6}{140,0} = -0,232 + -7,119 + 9,051 + 0,219 = 1,92$	MPa					TAH

Tabulka 55: MSP-Omezení napětí 1/4 L2.

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2} = \frac{14,7}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-1241,2}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = 0,237 + -7,706 + -10,682 + 1,898 = -16,25$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2} = \frac{14,7}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{1241,2}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = 0,237 + -7,706 + 8,864 + -1,575 = -0,18$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2} = \frac{-9,9}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{311,0}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = -0,160 + -7,706 + 2,676 + 1,898 = -3,29$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2} = \frac{-9,9}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-311,0}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = -0,160 + -7,706 + -2,221 + -1,575 = -11,66$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Cas1a-max,1/4 L2} = \frac{5,0}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-811}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = 0,081 + -7,706 + -6,981 + 1,898 = -12,71$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Cas1a-max,1/4 L2} = \frac{5,0}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{811}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = 0,081 + -7,706 + 5,793 + -1,575 = -3,41$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Cas1a-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{175}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = -0,094 + -7,706 + 1,506 + 1,898 = -4,40$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Cas1a-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-175}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = -0,094 + -7,706 + -1,250 + -1,575 = -10,62$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L2} = \frac{-3,3}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-125}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = -0,053 + -7,706 + -1,075 + 1,898 = -6,94$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L2} = \frac{-3,3}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{125}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = -0,053 + -7,706 + 0,892 + -1,575 = -8,44$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{160}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = -0,094 + -7,706 + 1,373 + 1,898 = -4,53$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L2} = \frac{-5,8}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-160}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = -0,094 + -7,706 + -1,139 + -1,575 = -10,51$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-max,1/4 L2} = \frac{89,0}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-1871}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = 1,435 + -7,706 + -16,101 + 1,898 = -20,47$ MPa	>	$f_{ed} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-max,1/4 L2} = \frac{89,0}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{1871}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = 1,435 + -7,706 + 13,361 + 1,575 = 8,66$ MPa				TAH
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-min,1/4 L2} = \frac{-12,0}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{331}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = -0,193 + -7,706 + 2,849 + 1,898 = -3,15$ MPa	>	$f_{ed} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-min,1/4 L2} = \frac{-12,0}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-331}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = -0,193 + -7,706 + -2,364 + 1,575 = -8,69$ MPa	>	$f_{ed} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-max,1/4 L2} = \frac{51,4}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-1975}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = 0,829 + -7,706 + -16,996 + 1,898 = -21,98$ MPa	>	$f_{ed} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-max,1/4 L2} = \frac{51,4}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{1975}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = 0,829 + -7,706 + 14,103 + -1,575 = 5,65$ MPa				TAH
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-min,1/4 L2} = \frac{-29,2}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{811}{116,2} + \frac{220,5}{116,2} = -0,471 + -7,706 + 6,978 + 1,898 = 0,70$ MPa				TAH
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-min,1/4 L2} = \frac{-29,2}{62,0} + \frac{-478,0}{62,0} + \frac{-811}{140,0} + \frac{-220,5}{140,0} = -0,471 + -7,706 + -5,791 + 1,575 = -12,39$ MPa	>	$f_{ed} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

Tabulka 56: MSP-Omezení napětí 3/8 L2.

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-max, 3/8 L2} = \frac{1,4}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-1312,0}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = 0,023 + -8,294 + -11,291 + 2,610 = -16,95$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-max, 3/8 L2} = \frac{1,4}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{1312,0}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = 0,023 + -8,294 + 9,369 + -2,166 = -1,07$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-min, 3/8 L2} = \frac{-15,6}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{98,6}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = -0,252 + -8,294 + 0,849 + 2,610 = -5,09$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{char-min, 3/8 L2} = \frac{-15,6}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-98,6}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = -0,252 + -8,294 + -0,704 + -2,166 = -11,42$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{cast-max, 3/8 L2} = \frac{4,0}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-1003}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = 0,064 + -8,294 + -8,635 + 2,610 = -14,26$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{cast-max, 3/8 L2} = \frac{4,0}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{1003}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = 0,064 + -8,294 + 7,166 + -2,166 = -3,23$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{cast-min, 3/8 L2} = \frac{-8,5}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-41}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = -0,137 + -8,294 + -0,353 + 2,610 = -6,17$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{cast-min, 3/8 L2} = \frac{-8,5}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{41}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = -0,137 + -8,294 + 0,293 + -2,166 = -10,30$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{ex2i-max, 3/8 L2} = \frac{-4,7}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-343}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = -0,076 + -8,294 + -2,953 + 2,610 = -8,71$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{ex2i-max, 3/8 L2} = \frac{-4,7}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{343}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = -0,076 + -8,294 + 2,450 + -2,166 = -8,09$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{ex2i-min, 3/8 L2} = \frac{-8,6}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-57}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = -0,139 + -8,294 + -0,490 + 2,610 = -6,31$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{ex2i-min, 3/8 L2} = \frac{-8,6}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{57}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = -0,139 + -8,294 + 0,406 + -2,166 = -10,19$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-max, 3/8 L2} = \frac{106,9}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-1956}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = 1,724 + -8,294 + -16,834 + 2,610 = -20,79$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-max, 3/8 L2} = \frac{106,9}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{1956}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = 1,724 + -8,294 + 13,969 + -2,166 = 5,23$ MPa				TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-min, 3/8 L2} = \frac{-19,1}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{121}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = -0,308 + -8,294 + 1,044 + 2,610 = -4,95$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-min, 3/8 L2} = \frac{-19,1}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-121}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = -0,308 + -8,294 + -0,866 + -2,166 = -11,63$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-max, 3/8 L2} = \frac{45,5}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-2023}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = 0,734 + -8,294 + -17,413 + 2,610 = -22,36$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-max, 3/8 L2} = \frac{45,5}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{2023}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = 0,734 + -8,294 + 14,450 + -2,166 = 4,72$ MPa				TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-min, 3/8 L2} = \frac{-48,2}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{623}{116,2} + \frac{303,3}{116,2} = -0,777 + -8,294 + 5,364 + 2,610 = -1,10$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-min, 3/8 L2} = \frac{-48,2}{62,0} + \frac{-514,4}{62,0} + \frac{-623}{140,0} + \frac{-303,3}{140,0} = -0,777 + -8,294 + -4,451 + -2,166 = -15,69$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

**Tabulka 57: MSP-Omezení napětí 1/2 L2.**

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/2 L2} = \frac{-3,4}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-1458,5}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -0,055 + -6,221 + -12,552 + 6,618 = -12,21$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/2 L2} = \frac{-3,4}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{1458,5}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -0,055 + -6,221 + 10,416 + -5,492 = -1,35$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-22,0}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-44,7}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -0,355 + -6,221 + -0,385 + 6,618 = -0,34$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-22,0}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{44,7}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -0,355 + -6,221 + 0,319 + -5,492 = -11,75$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-max,1/2 L2} = \frac{1,9}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-1157}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = 0,031 + -6,221 + -9,953 + 6,618 = -9,52$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-max,1/2 L2} = \frac{1,9}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{1157}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = 0,031 + -6,221 + 8,259 + -5,492 = -3,42$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-min,1/2 L2} = \frac{-12,2}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-191}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -0,197 + -6,221 + -1,642 + 6,618 = -1,44$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/2 L2} = \frac{-12,2}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{191}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -0,197 + -6,221 + 1,363 + -5,492 = -10,55$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-max,1/2 L2} = \frac{-6,9}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-207}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -0,111 + -6,221 + -1,778 + 6,618 = -1,49$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-max,1/2 L2} = \frac{-6,9}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{207}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -0,111 + -6,221 + 1,475 + -5,492 = -10,35$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-min,1/2 L2} = \frac{-12,3}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-207}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -0,198 + -6,221 + -1,778 + 6,618 = -1,58$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Svazi-min,1/2 L2} = \frac{-12,3}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{207}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -0,198 + -6,221 + 1,475 + -5,492 = -10,44$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10a}-max,1/2 L2} = \frac{145,3}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-2214}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = 2,343 + -6,221 + -19,049 + 6,618 = -16,31$ MPa	>	$f_{td} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10a}-max,1/2 L2} = \frac{145,3}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{2214}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = 2,343 + -6,221 + 15,807 + -5,492 = 6,44$ MPa				TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10a}-min,1/2 L2} = \frac{-27,0}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-19}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -0,435 + -6,221 + -0,162 + 6,618 = -0,20$ MPa	>	$f_{td} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10a}-min,1/2 L2} = \frac{-27,0}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{19}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -0,435 + -6,221 + 0,134 + -5,492 = -12,01$ MPa	>	$f_{td} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10b}-max,1/2 L2} = \frac{-56,2}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-2211}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = 0,906 + -6,221 + -19,025 + 6,618 = -17,72$ MPa	>	$f_{td} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10b}-max,1/2 L2} = \frac{-56,2}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{2211}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = 0,906 + -6,221 + 15,787 + -5,492 = 4,98$ MPa				TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10b}-min,1/2 L2} = \frac{-68,1}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{507}{116,2} + \frac{769,0}{116,2} = -1,098 + -6,221 + 4,362 + 6,618 = 3,66$ MPa				TAH
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{S_{10b}-min,1/2 L2} = \frac{-68,1}{62,0} + \frac{-385,8}{62,0} + \frac{-507}{140,0} + \frac{-769,0}{140,0} = -1,098 + -6,221 + -3,620 + -5,492 = -16,43$ MPa	>	$f_{td} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

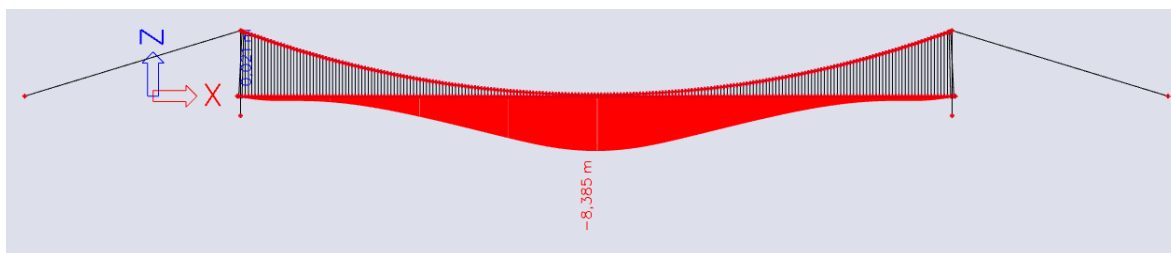
Pomocí předpínací výztuže byla dodržena podmínka ověření dekomprese ve všech posuzovaných průřezích při všech kombinacích MSP, průřezy tímto splňují kritéria omezení napětí a trhlin.

### 3.7. MSP – Omezení průhybů

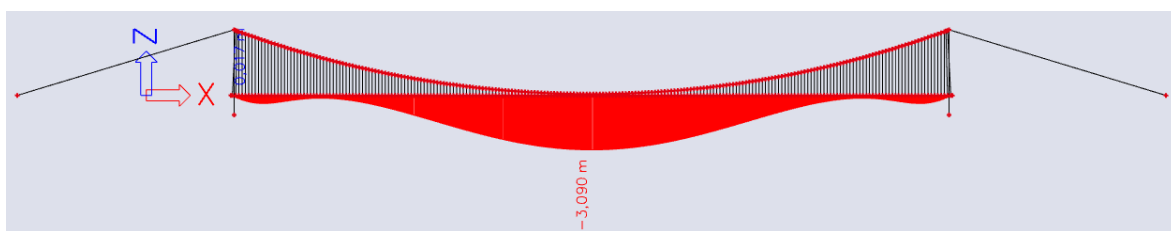
Omezení průhybu pro předpjatou konstrukci je  $L/600$ , což by činilo v hlavním 3300 m dlouhém poli 5,5m možný průhyb. Jelikož chování konstrukce je nelineární a průhyb konstrukce se počítá pouze od zatížení dopravou, je třeba kombinace od sebe odečíst stejně jako v kap. 2.3. Nelineární zatěžovací stavy. Umístí se dopravní zatížení doprostřed hlavního pole včetně stálého zatížení a zjistí se průhyb, poté se od něj odečte průhyb pouze od stálého zatížení a porovná se výsledek s omezením.



Kvůli přísnému kritériu pro omezení průhybu s ohledem na rozměry konstrukce je do posouzení zaveden předpoklad, že je nepravděpodobné, aby se vyskytlo současně v jednu chvíli plné silniční a železniční zatížení uprostřed mostu. Proto pro tento posudek se proto umístilo doprostřed mostu pouze 80 % silničního a 100 % železničního zatížení.



**Obrázek 112: Průhyb od stálého, 80 % silničního a 100 % železničního zatížení uprostřed visutého mostu o 1 poli.**

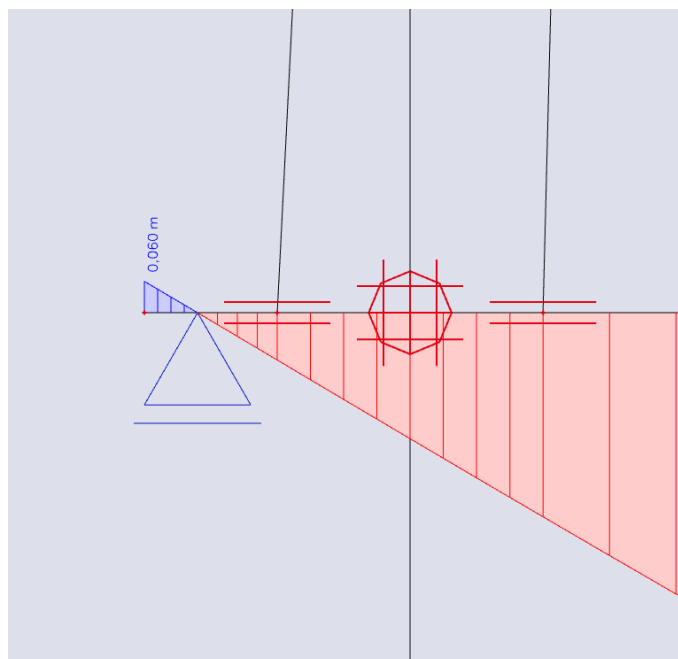


**Obrázek 113: Průhyb od stálého zatížení na visutém mostě o 1 poli.**

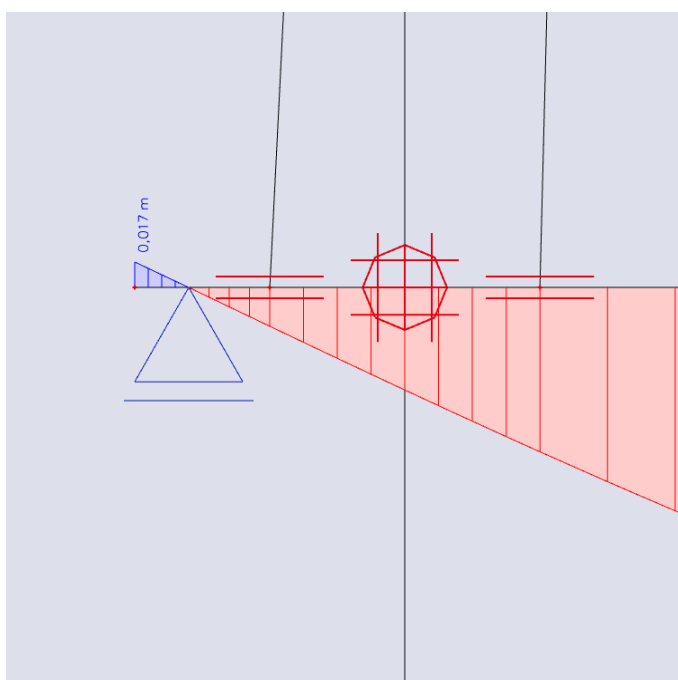
$$u_{z, \text{celk}} = u_{z, \text{dopr} + \text{stálé}} - u_{z, \text{stálé}} = 8,385 - 3,090 = 5,295 \text{ m} < L / 600 = 5,5 \text{ m} \quad \text{Vyhovuje}$$

U železničních mostů jsou velmi přísná kritéria na deformace v místech koncového podepření v rámci pár milimetrů. Dalo by se říct, že u takového mostu se nelze vyhnout velkým deformacím, ale vlaky a kolejnice jsou stejné pro všechny mosty, a tak je potřeba dodržet tyto podmínky i zde. Pro tuto konstrukci se stanovilo omezení průhybu na konci mostní konstrukce maximálně 10 mm s tím, že půjde takovou deformaci vyrovnat pomocí vhodné přechodové oblasti.

Deformace na konci mostu se určí tak, že se umístí dopravní zatížení co nejbližší k podpoře ( $1/8 L_2$ ) a odečte se od něj stálé zatížení, stejně jako v předchozím případě průhybu uprostřed mostu.



Obrázek 114: Průhyb na konci mostu od dopravního a stálého zatížení na visutém mostě o 1 poli.



Obrázek 115: Průhyb na konci mostu od stálého zatížení na visutém mostě o 1 poli.

$$u_{z, celk} = u_{z, dopr + stálé} - u_{z, stálé} = 0,060 - 0,017 = 0,043 \text{ m} < 0,010 \text{ m} \text{ Nevyhovuje}$$

Dalším problematickým parametrem z hlediska posouzení deformací je pootočení koncových průřezů.

### 3.8. Shrnutí

Ložiska jsou umístěná přibližně 3,0 m od kraje a u normálních mostů by se dal problém vyřešit posunutím ložisek blíže ke kraji, jenže podélné deformace u tohoto mostu jsou obrovské a hrozilo by, že nosná konstrukce vypadne z ložisek. Charakter této konstrukce připomíná prostý nosník s převislými konci a omezení deformací na krajích by zde bylo složité a těžce řešitelné.

Pro dosažení dekomprese v této variantě je spotřebované velké množství předpínací výztuže a upozorňuje na počáteční nevhodné statické schéma, které toto způsobuje.

Změnou předpětí visutých lan (závěsů) by bylo možné dosáhnout lepších výsledků vnitřních sil a tím i menší spotřeby výztuže, ale předpokládá se, že deformace v místě podepření budou stále nepřijatelné. Varianta visutého mostu o jednom poli byla analyzována až do mezních stavů a nebude dále optimalizována protože se předpokládá, že nevede k hospodárnému smysluplnému konstrukčnímu návrhu, zejména z důvodu nadměrných deformací neslučitelných se železniční dopravou.

## 4. NÁVRH VISUTÉHO MOSTU SE ŠIKMÝMI ZÁVĚSÝ O 3 POLÍCH

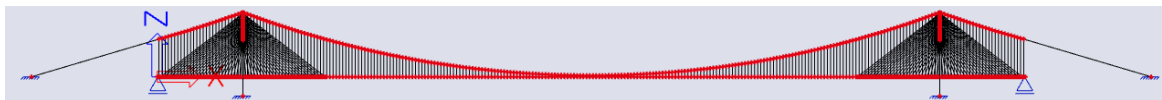
Z varianty visutého mostu o 3 polích je známo, že ve vedlejších polích vznikají od zatížení velké tahové napětí, které není možné bez dalších úprav hospodárně a smysluplně předepnout. Ačkoliv tento problém by bylo možno řešit i s pomocí mezilehlých pilířů, vznikla ještě další varianta, kde jsou vedlejší pole zavěšena na šikmých závěsech připojené k pylonu, aby se snížily hodnoty vnitřních sil ve vedlejších polích a v oblasti pylonu. Tím vzniká konstrukce využívající systém visutých i zavěšených konstrukcí, která se v literatuře nazývá konstrukcí hybridní. Jedná se o poslední variantu řešení tohoto mostu, která vede k hospodárnějšímu návrhu předpětí a omezení deformací na koncích mostu. V rámci jednotné terminologie se bude řešená konstrukce nadále nazývat hybridním mostem.

### 4.1. Hybridní konstrukce

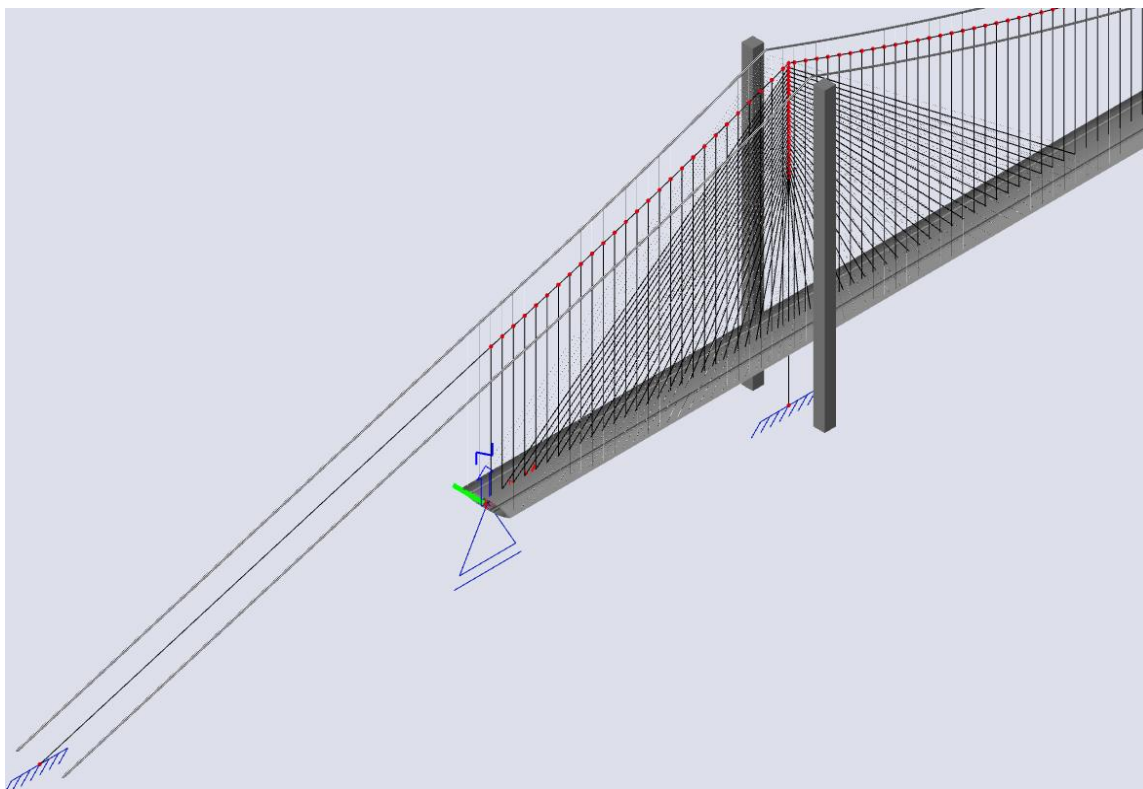
Hybridní uspořádání závěsného systému kombinuje systémy visutých a zavěšených mostů. V okolí pylonů jsou použité šikmé závěsy, které zajišťují dostatečnou tuhost a stabilitu konstrukce i příznivé namáhání konstrukce v krajních polích a v oblasti pylonů. U dlouhých mostů (řádově v kilometrech) by podélná síla vyvozená vodorovnou složkou sil v závěsech dosáhla příliš velkých a obtížně dimenzovatelných hodnot, ve střední části pole jsou proto šikmé závěsy nahrazeny svislými závěsy a visutými kabelem. [1]

### 4.2. 2D Model

Do původního prvotního modelu byly přidány šikmé závěsy, které jsou zakotveny v pylonu od vrcholu po 5,0 m a na segmentech po 15,0 m tak, aby se střídaly se svislými závěsy po 7,5. Šikmým závěsům byla taktéž přiřazena nelinearita na 1D prutu.



Obrázek 116: 2D model visutého mostu o 3 polích se šikmými závěsy (hybridní konstrukce).



Obrázek 117: Pohled na hmotný model visutého mostu o 1 poli se šikmými závěsy (hybridní konstrukce).

### 4.3. Zatěžovací stavy

Zatížení na konstrukci je stejné jako v případě varianty visutého mostu o 3 polích, kromě změny ve vlastní tíze z důvodu změny průřezu (po celé délce konstrukce se uvažuje tloušťka skořepiny 200 mm).

**Tabulka 58: Zatěžovací stavy pro hybridní most.**

Jméno	Popis	Typ působení
ZS1	Vlastní tíha (analyticky)	Stálé
ZS2	Ostatní stálé (střední char. hodnota)	Stálé
ZS3	Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	Stálé
ZS4	Ostatní stálé (horní char. hodnota)	Stálé
ZS5	Předpětí (ochlazení)	Stálé
ZS6	Teplota_min	Proměnné
ZS7	Teplota_max	Proměnné
ZS8	Teplota_nerovn.lin. (cool)	Proměnné
ZS9	Teplota_nerovn. lin. (heat)	Proměnné
ZS10	Vítr_Z min	Proměnné
ZS11	Vítr_Z max	Proměnné
ZS12	Vítr_X	Proměnné
ZS13	Pokles pilíře P6	Stálé
ZS14	Pokles pylonu P7	Stálé
ZS15	Pokles pylonu P8	Stálé
ZS16	Pokles pylonu O9	Stálé
ZS17	LM1_TS 1/4 L1	Proměnné
ZS18	LM1_TS 1/2 L1	Proměnné
ZS19	LM1_TS 3/4 L1	Proměnné
ZS20	LM1_TS Pylon	Proměnné
ZS21	LM1_TS 1/8 L2	Proměnné
ZS22	LM1_TS 1/4 L2	Proměnné
ZS23	LM1_TS 1/2 L2	Proměnné
ZS24	LM1_UDL 1/4 L1	Proměnné
ZS25	LM1_UDL 1/2 L1	Proměnné
ZS26	LM1_UDL 3/4 L1	Proměnné
ZS27	LM1_UDL Pylon	Proměnné
ZS28	LM1_UDL 1/8 L2	Proměnné
ZS29	LM1_UDL 1/4 L2	Proměnné
ZS30	LM1_UDL 1/2 L2	Proměnné
ZS31	LM3_1/4 L1	Proměnné
ZS32	LM3_1/2 L1	Proměnné
ZS33	LM3_3/4 L1	Proměnné
ZS34	LM3_Pylon	Proměnné
ZS35	LM3_1/8 L2	Proměnné
ZS36	LM3_1/4 L2	Proměnné
ZS37	LM3_1/2 L2	Proměnné
ZS38	Chodník_1/4 L1	Proměnné
ZS39	Chodník_1/2 L1	Proměnné
ZS40	Chodník_3/4 L1	Proměnné
ZS41	Chodník_Pylon	Proměnné
ZS42	Chodník_1/8 L2	Proměnné
ZS43	Chodník_1/4 L2	Proměnné
ZS44	Chodník_1/2 L2	Proměnné

### 4.4. Nelineární kombinace zatížení

Tabulka 59: Nelineární kombinace zatížení na hybridním mostě.

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NC0	Stálé + Předpětí	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00 1,00 1,00
NC1	Char-max_1/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS7 - Teplota_max ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS17 - LM1_TS 1/4 L1 ZS24 - LM1_UDL 1/4 L1 ZS38 - Chodník_1/4 L1 ZS45 - LM71_1/4 L1	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC2	Char-max_1/2 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS18 - LM1_TS 1/2 L1 ZS25 - LM1_UDL 1/2 L1 ZS39 - Chodník_1/2 L1 ZS46 - LM71_1/2 L1	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC3	Char-max_3/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS10 - Vitr_Z min ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS19 - LM1_TS 3/4 L1 ZS26 - LM1_UDL 3/4 L1 ZS40 - Chodník_3/4 L1 ZS47 - LM71_3/4 L1	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC4	Char-max_Pylon	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS10 - Vitr_Z min ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS20 - LM1_TS Pylon ZS27 - LM1_UDL Pylon ZS41 - Chodník_Pylon ZS48 - LM71_Pylon	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC5	Char-max_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS21 - LM1_TS 1/8 L2 ZS28 - LM1_UDL 1/8 L2 ZS42 - Chodník_1/8 L2 ZS49 - LM71_1/8 L2	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC6	Char-max_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS22 - LM1_TS 1/4 L2 ZS29 - LM1_UDL 1/4 L2 ZS43 - Chodník_1/4 L2 ZS50 - LM71_1/4 L2	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC7	Char-max_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	1,00 1,00 1,00 0,60

NC7	Char-max_1/2 L2	Použitelnost	ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS23 - LM1_TS 1/2 L2 ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS44 - Chodník_1/2 L2 ZS51 - LM71_1/2 L2	1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 1,10
NC8	Char-min_1/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC9	Char-min_1/2 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC10	Char-min_3/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS11 - Vitr_Z max ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC11	Char-min_Pylon	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS11 - Vitr_Z max ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC12	Char-min_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC13	Char-min_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC14	Char-min_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
NC15	Častá-max_1/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS7 - Teplota_max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS17 - LM1_TS 1/4 L1 ZS24 - LM1_UDL 1/4 L1 ZS38 - Chodník_1/4 L1 ZS45 - LM71_1/4 L1	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00 0,75 0,40 0,24 0,88
NC16	Častá-max_1/2 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS18 - LM1_TS 1/2 L1 ZS25 - LM1_UDL 1/2 L1 ZS39 - Chodník_1/2 L1 ZS46 - LM71_1/2 L1	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00 0,75 0,40 0,24 0,88
NC17	Častá-max_3/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00 1,00 1,00



NC17	Častá-max_3/4 L1	Použitelnost	ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS19 - LM1_TS 3/4 L1	0,75
			ZS26 - LM1_UDL 3/4 L1	0,40
			ZS40 - Chodník_3/4 L1	0,24
			ZS47 - LM71_3/4 L1	0,88
NC18	Častá-max_Pylon	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS20 - LM1_TS Pylon	0,75
			ZS27 - LM1_UDL Pylon	0,40
			ZS41 - Chodník_Pylon	0,24
			ZS48 - LM71_Pylon	0,88
NC19	Častá-max_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS21 - LM1_TS 1/8 L2	0,75
			ZS28 - LM1_UDL 1/8 L2	0,40
			ZS42 - Chodník_1/8 L2	0,24
			ZS49 - LM71_1/8 L2	0,88
NC20	Častá-max_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS22 - LM1_TS 1/4 L2	0,75
			ZS29 - LM1_UDL 1/4 L2	0,40
			ZS43 - Chodník_1/4 L2	0,24
ZS50 - LM71_1/4 L2	0,88			
NC21	Častá-max_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00
			ZS23 - LM1_TS 1/2 L2	0,75
			ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2	0,40
			ZS44 - Chodník_1/2 L2	0,24
ZS51 - LM71_1/2 L2	0,88			
NC22	Častá-min_1/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,60
NC23	Častá-min_1/2 L1	Použitelnost	ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
			ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
NC24	Častá-min_3/4 L1	Použitelnost	ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,60
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
			ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
NC25	Častá-min_Pylon	Použitelnost	ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,60
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
			ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
NC26	Častá-min_1/8 L2	Použitelnost	ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,60
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
NC27	Častá-min_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00

NC27	Častá-min_1/4 L2	Použitelnost	ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 0,60 1,00
NC28	Častá-min_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00
NC29	Kvazi-max_1/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS7 - Teplota_max ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC30	Kvazi-max_1/2 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC31	Kvazi-max_3/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC32	Kvazi-max_Pylon	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC33	Kvazi-max_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC34	Kvazi-max_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC35	Kvazi-max_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS14 - Pokles pylonu P7	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC36	Kvazi-min_1/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC37	Kvazi-min_1/2 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC38	Kvazi-min_3/4 L1	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC39	Kvazi-min_Pylon	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC40	Kvazi-min_1/8 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00
NC41	Kvazi-min_1/4 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analyticky)	1,00

NC41	Kvazi-min_1/4 L2	Použitelnost	ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
NC42	Kvazi-min_1/2 L2	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	0,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,00
NC43	6.10a-max_1/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS7 - Teplota_max	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS17 - LM1_TS 1/4 L1	1,01
			ZS24 - LM1_UDL 1/4 L1	0,54
			ZS38 - Chodník_1/4 L1	0,32
			ZS45 - LM71_1/4 L1	1,28
NC44	6.10a-max_1/2 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS18 - LM1_TS 1/2 L1	1,01
			ZS25 - LM1_UDL 1/2 L1	0,54
			ZS39 - Chodník_1/2 L1	0,32
			ZS46 - LM71_1/2 L1	1,28
NC45	6.10a-max_3/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS19 - LM1_TS 3/4 L1	1,01
			ZS26 - LM1_UDL 3/4 L1	0,54
			ZS40 - Chodník_3/4 L1	0,32
			ZS47 - LM71_3/4 L1	1,28
NC46	6.10a-max_Pylon	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS20 - LM1_TS Pylon	1,01
			ZS27 - LM1_UDL Pylon	0,54
			ZS41 - Chodník_Pylon	0,32
ZS48 - LM71_Pylon	1,28			
NC47	6.10a-max_1/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS21 - LM1_TS 1/8 L2	1,01
			ZS28 - LM1_UDL 1/8 L2	0,54
			ZS42 - Chodník_1/8 L2	0,32
ZS49 - LM71_1/8 L2	1,28			
NC48	6.10a-max_1/4 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,35
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,35
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,35
			ZS22 - LM1_TS 1/4 L2	1,01
			ZS29 - LM1_UDL 1/4 L2	0,54
			ZS43 - Chodník_1/4 L2	0,32
ZS50 - LM71_1/4 L2	1,28			

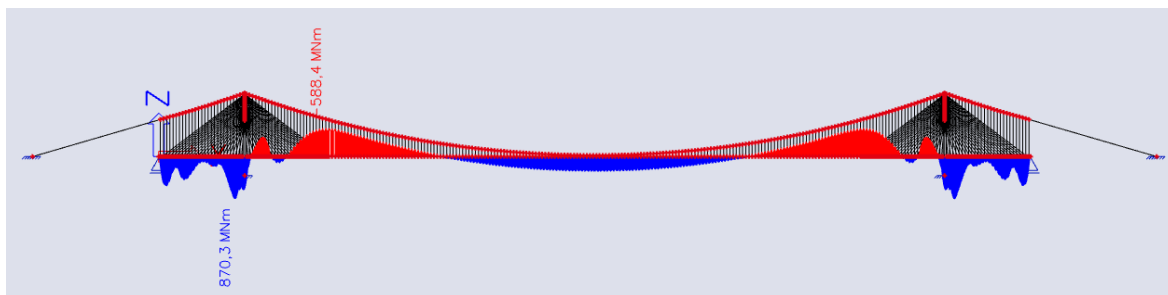
NC49	6.10a-max_1/2 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS23 - LM1_TS 1/2 L2 ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2 ZS44 - Chodník_1/2 L2 ZS51 - LM71_1/2 L2	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35 1,01 0,54 0,32 1,28
NC50	6.10a-min_1/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC51	6.10a-min_1/2 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC52	6.10a-min_3/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS11 - Vitr_Z max ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC53	6.10a-min_Pylon	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS11 - Vitr_Z max ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC54	6.10a-min_1/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC55	6.10a-min_1/4 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC56	6.10a-min_1/2 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool) ZS10 - Vitr_Z min ZS13 - Pokles pilíře P6	1,35 1,35 1,00 0,90 1,50 1,35
NC57	6.10b-max_1/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS7 - Teplota_max ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS17 - LM1_TS 1/4 L1 ZS24 - LM1_UDL 1/4 L1 ZS38 - Chodník_1/4 L1 ZS45 - LM71_1/4 L1	1,15 1,15 1,00 0,90 1,50 1,15 1,35 1,35 0,81 1,59
NC58	6.10b-max_1/2 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický) ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota) ZS5 - Předpětí (ochlazení) ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat) ZS11 - Vitr_Z max ZS14 - Pokles pylonu P7 ZS18 - LM1_TS 1/2 L1	1,15 1,15 1,00 0,90 1,50 1,15 1,35

NC58	6.10b-max_1/2 L1	Únosnost	ZS25 - LM1_UDL 1/2 L1	1,35
			ZS39 - Chodník_1/2 L1	0,81
			ZS46 - LM71_1/2 L1	1,59
NC59	6.10b-max_3/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS19 - LM1_TS 3/4 L1	1,35
			ZS26 - LM1_UDL 3/4 L1	1,35
			ZS40 - Chodník_3/4 L1	0,81
			ZS47 - LM71_3/4 L1	1,59
NC60	6.10b-max_Pylon	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS20 - LM1_TS Pylon	1,35
			ZS27 - LM1_UDL Pylon	1,35
			ZS41 - Chodník_Pylon	0,81
			ZS48 - LM71_Pylon	1,59
NC61	6.10b-max_1/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS21 - LM1_TS 1/8 L2	1,35
			ZS28 - LM1_UDL 1/8 L2	1,35
			ZS42 - Chodník_1/8 L2	0,81
			ZS49 - LM71_1/8 L2	1,59
NC62	6.10b-max_1/4 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS22 - LM1_TS 1/4 L2	1,35
			ZS29 - LM1_UDL 1/4 L2	1,35
			ZS43 - Chodník_1/4 L2	0,81
			ZS50 - LM71_1/4 L2	1,59
NC63	6.10b-max_1/2 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS4 - Ostatní stálé (horní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS9 - Teplota_nerovn. lin. (heat)	0,90
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS14 - Pokles pylonu P7	1,15
			ZS23 - LM1_TS 1/2 L2	1,35
			ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2	1,35
			ZS44 - Chodník_1/2 L2	0,81
			ZS51 - LM71_1/2 L2	1,59
NC64	6.10b-min_1/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS13 - Pokles plíře P6	1,15
NC65	6.10b-min_1/2 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS13 - Pokles plíře P6	1,15
NC66	6.10b-min_3/4 L1	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50

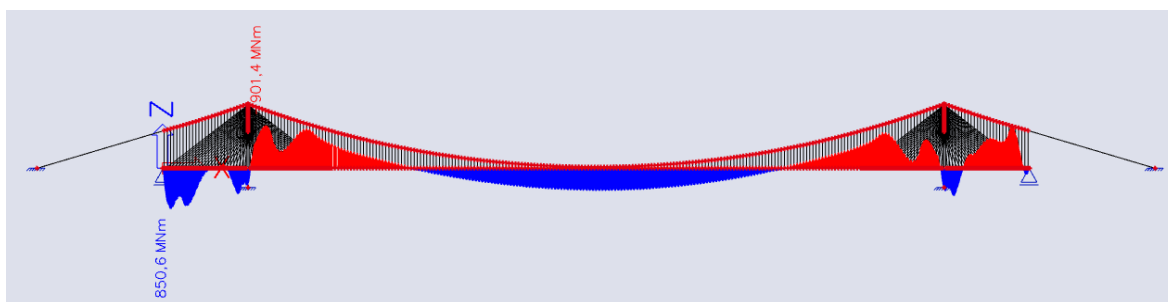
NC66	6.10b-min_3/4 L1	Únosnost	ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,15
NC67	6.10b-min_Pylon	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50
			ZS11 - Vitr_Z max	1,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,15
NC68	6.10b-min_1/8 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,15
NC69	6.10b-min_1/4 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,15
NC70	6.10b-min_1/2 L2	Únosnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,15
			ZS3 - Ostatní stálé (dolní char. hodnota)	1,15
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS8 - Teplota_nerovn.lin. (cool)	1,50
			ZS10 - Vitr_Z min	1,50
			ZS13 - Pokles pilíře P6	1,15
NC71	MSP - Průhyb	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS23 - LM1_TS 1/2 L2	1,00
			ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2	1,00
			ZS44 - Chodník 1/2 L2	0,60
			ZS51 - LM71_1/2 L2	1,10
NC72	MSP - Průhyb 80%silniční	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS23 - LM1_TS 1/2 L2	0,80
			ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2	0,80
			ZS44 - Chodník 1/2 L2	0,48
			ZS51 - LM71_1/2 L2	1,10
NC73	MSP - Průhyb 80%železniční	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS23 - LM1_TS 1/2 L2	1,00
			ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2	1,00
			ZS44 - Chodník 1/2 L2	0,60
			ZS51 - LM71_1/2 L2	0,88
NC74	MSP - Průhyb 80% doprava	Použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha (analytický)	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé (střední char. hodnota)	1,00
			ZS5 - Předpětí (ochlazení)	1,00
			ZS23 - LM1_TS 1/2 L2	0,80
			ZS30 - LM1_UDL 1/2 L2	0,80
			ZS44 - Chodník 1/2 L2	0,48
			ZS51 - LM71_1/2 L2	0,88

#### 4.5. Vnitřní síly

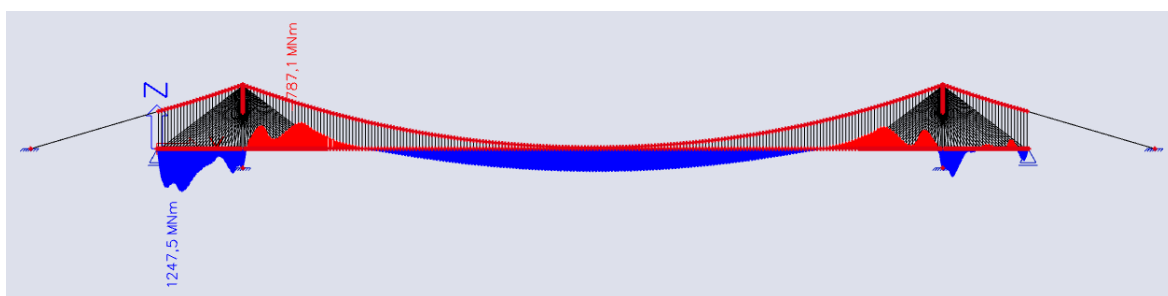
Jedním z důsledků přidání přídatného zavěšeného systému do konstrukce, na rozdíl od první varianty, je již nezanedbatelný průběh normálových sil. V nosné konstrukci se v důsledku předepnutí šikmých závěsů objevují normálové síly – tlakové síly v oblasti pylonů při návrhu konstrukce působí příznivě z hlediska omezení napětí, dekomprese a návrhu předpětí.



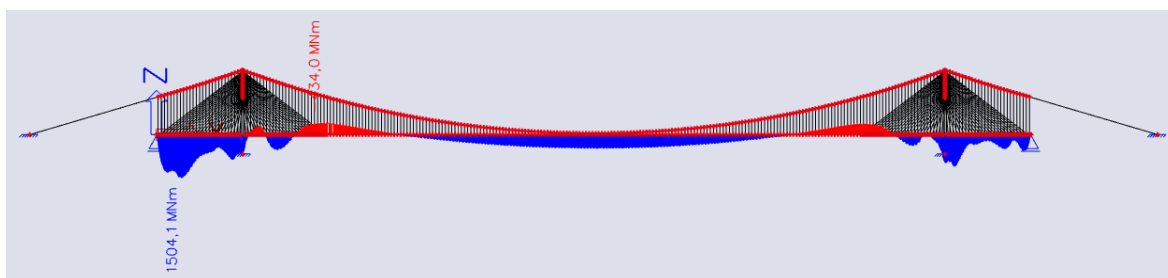
Obrázek 118: NC0 - Stálé + předpětí My.



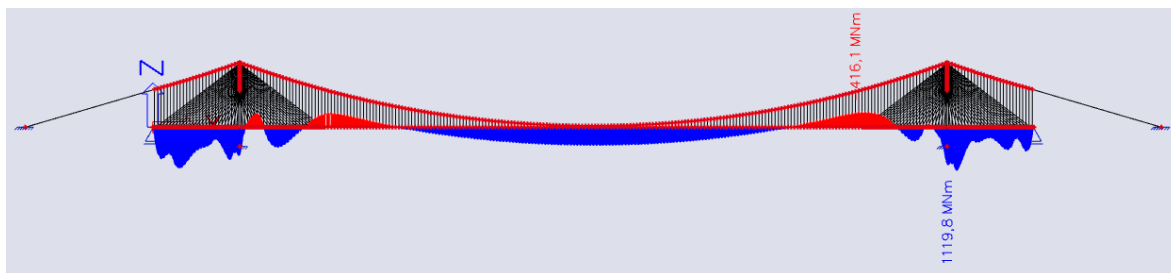
Obrázek 119: NC1 - Char-max\_1/4 L1 My.



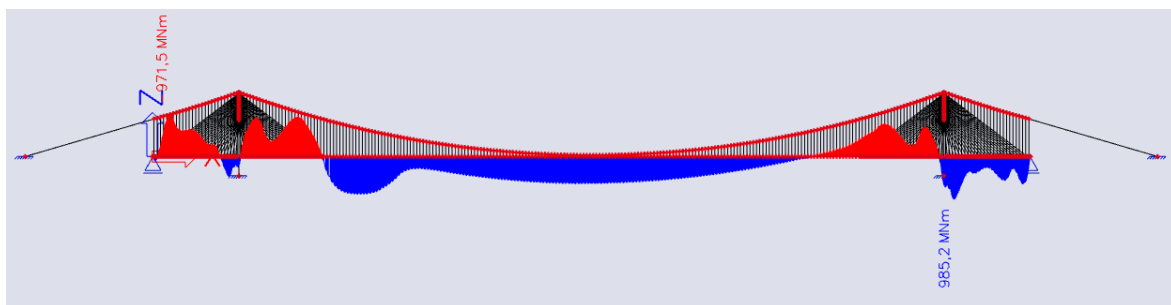
Obrázek 120: NC2 - Char-max\_1/2 L1 My.



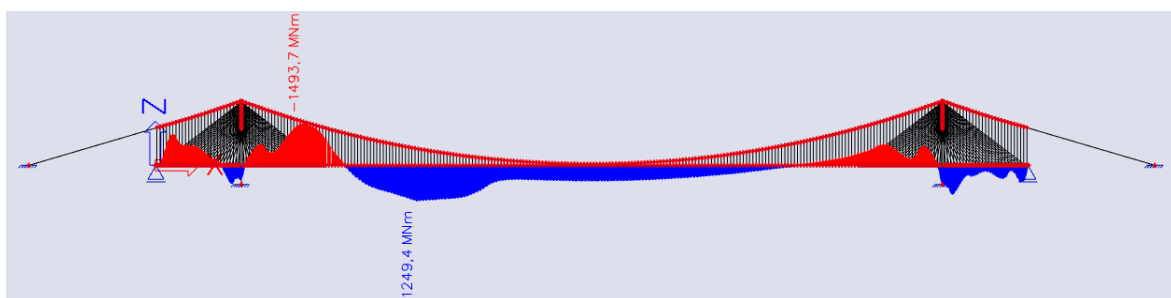
Obrázek 121: NC3 - Char-max\_3/4 L1 My.



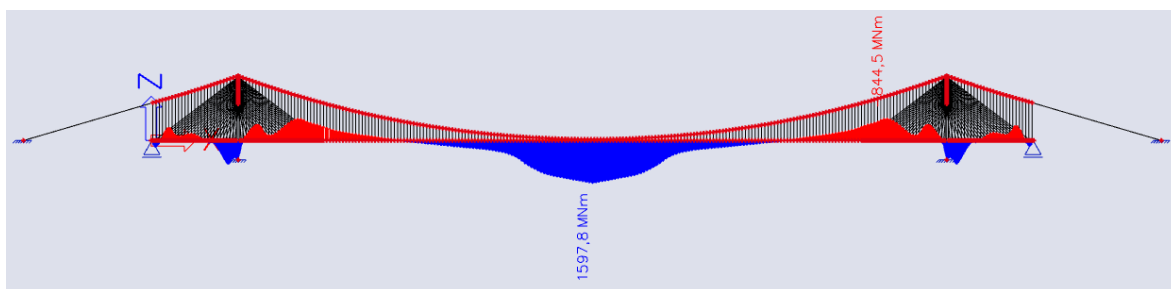
Obrázek 122: NC4 - Char-max\_Pylon My.



Obrázek 123: NC5 - Char-max\_1/8 L2 My.

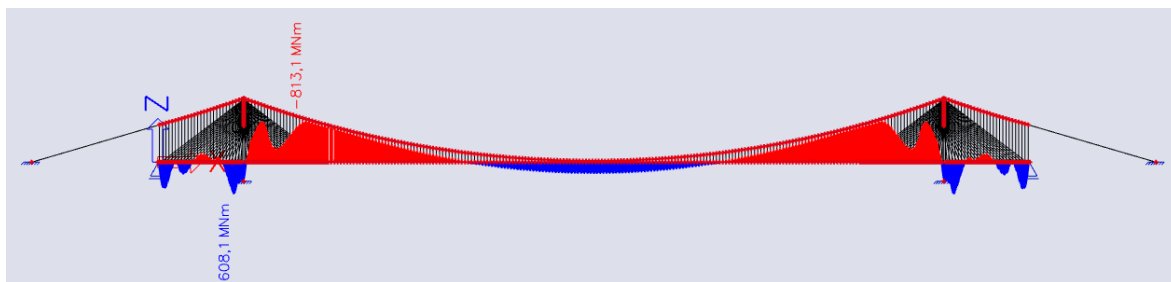


Obrázek 124: NC6 - Char-max\_1/4 L2 My.

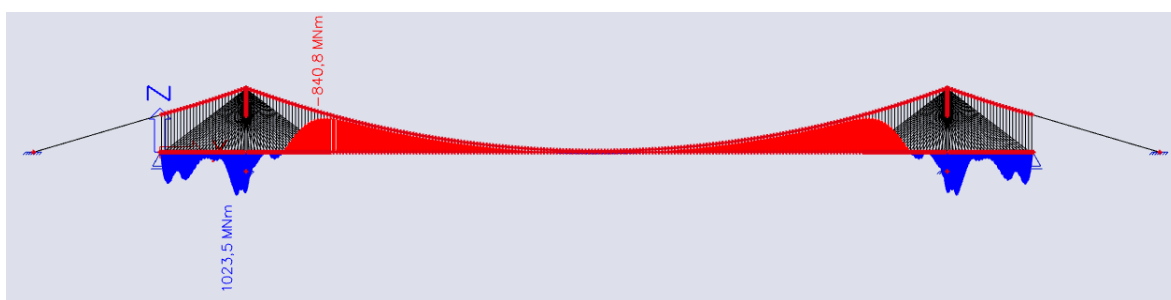


Obrázek 125: NC7 - Char-max\_1/2 L2 My.

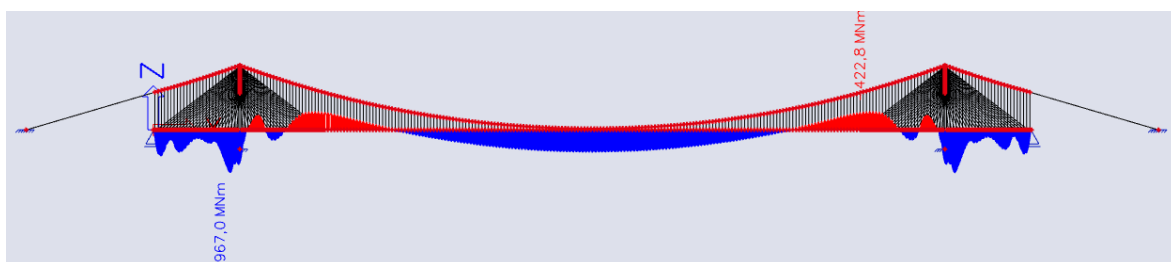




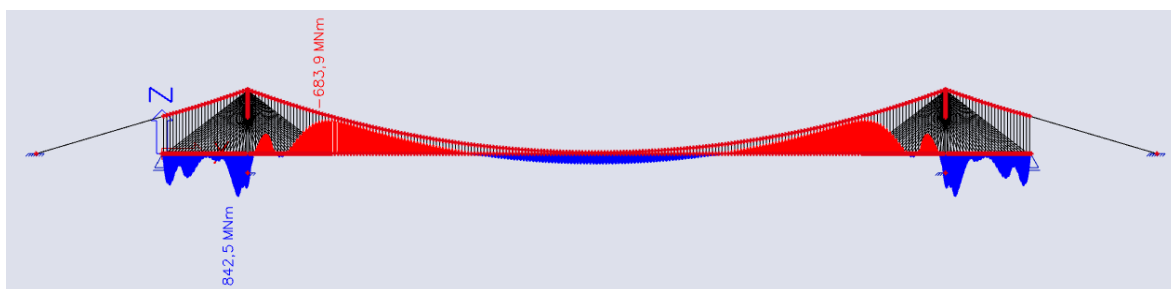
Obrázek 126: NC11 - Char-min\_Pylon My.



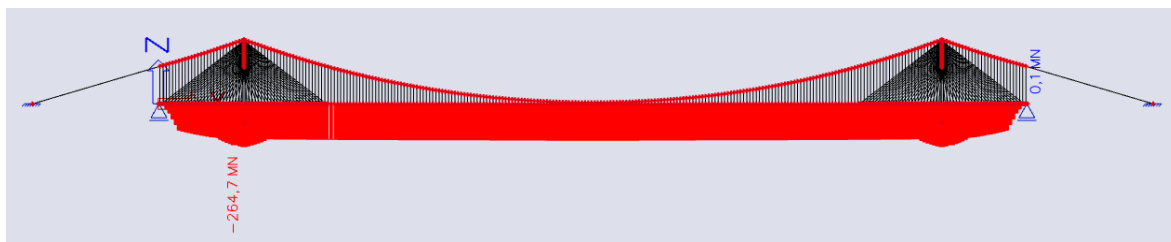
Obrázek 127: NC14 - Char-min\_1/2 L2 My.



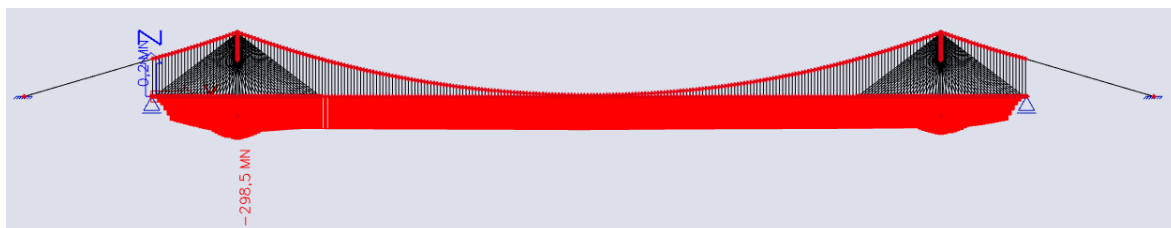
Obrázek 128: NC32 - Kvazi-max\_Pylon My.



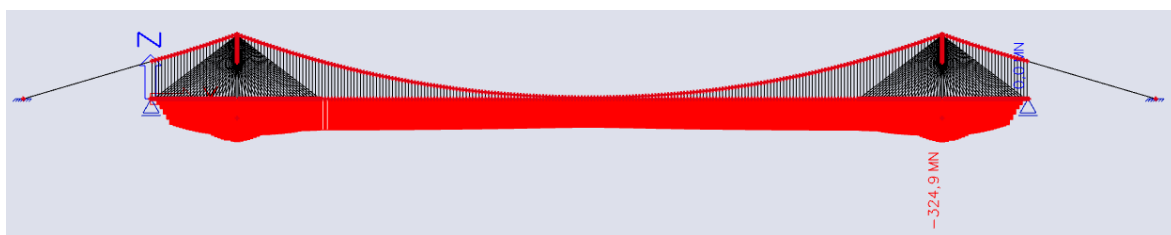
Obrázek 129: NC39 - Kvazi-min\_Pylon My.



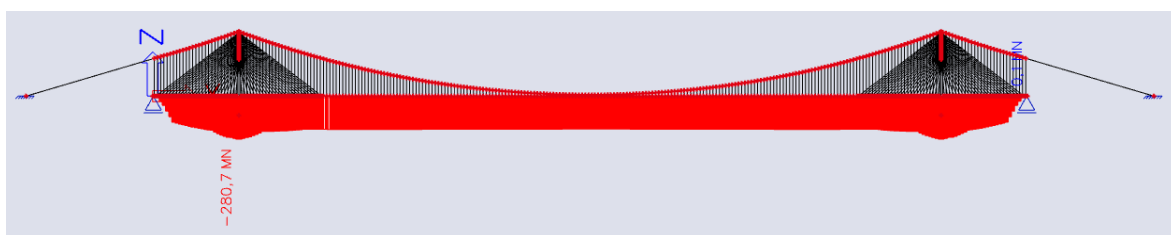
Obrázek 130: NC0 - Stálé + předpětí N.



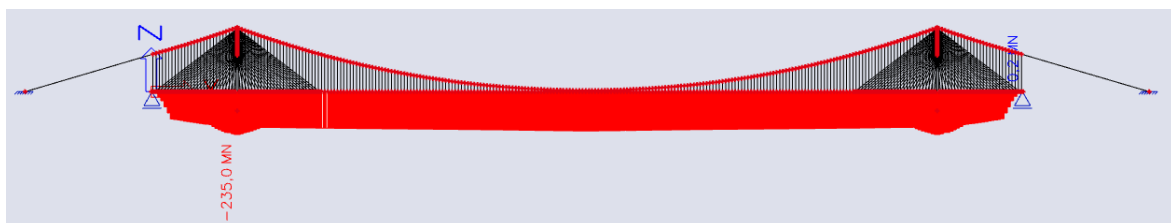
Obrázek 131: NC4 - Char-max\_Pylon N.



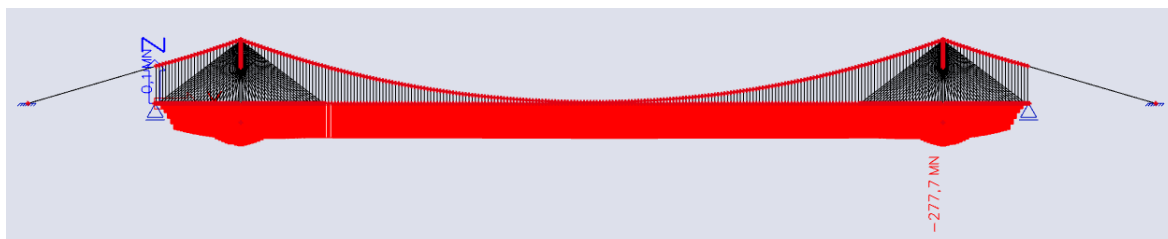
Obrázek 132: NC7 - Char-max\_1/2 L2 N.



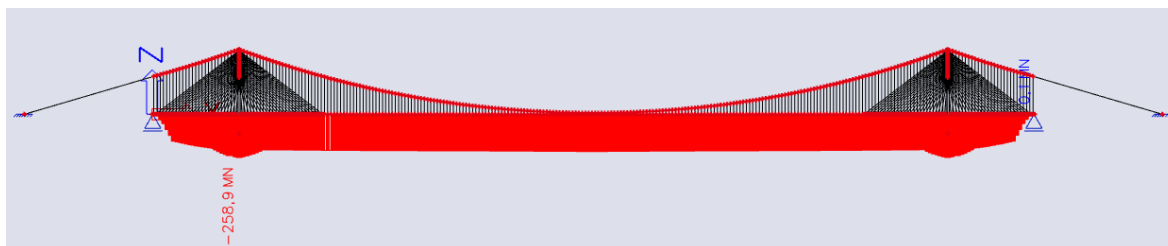
Obrázek 133: NC11 - Char-min\_Pylon N.



Obrázek 134: NC14 - Char-min\_1/2 L2 N.



Obrázek 135: NC32 - Kvazi-max\_Pylon N.



Obrázek 136: NC32 - Kvazi-min\_Pylon N.

Vnitřní síly byly ve všech řezech (nebo oblastech, pokud byl extrém mimo řez) konstrukce od každé kombinace ručně vypsány v Excelu a poté byla vyhledána maxima a minima pro dané řezy. Například maximální ohybový moment (1504,1 MNm) v řezu 1/4 L2 nastal při NC3 (Viz. Obrázek 113) a minimální ohybový moment (-971,5 MNm) nastal při NC5 (Viz. Obrázek 115). Po určení maximálních a minimálních momentů od dané kombinace, byly v též kombinaci vyhledané i normálové síly v místě extrémního ohybového momentu. Tento postup byl zvolen z důvodu, že ohybový moment má na napětí větší vliv a celá konstrukce je tlačaná přibližně stejnou normálovou silou. Všechny minima a maxima od kombinací jsou vypsány v tabulce.

Tabulka 60: Přehled vnitřních sil od kombinací zatížení na 2D modelu hybridního mostu.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Char-max	1504,1	742,6	492,5	1023,5	322,2	1249,4	1597,8	-163,9	-205,8	-324,8	-367,7	-283,3	-281,8	-271,0
	Char-min	-971,5	-781,1	-208,7	243,4	-1493,7	-321,7	41,1	-206,5	-268,4	-245,2	-280,7	-217,3	-217,4	-215,7
	Častá-max	1150,0	546,6	353,4	776,7	151,9	793,9	1147,2	-188,2	-232,6	-282,8	-322,5	-270,5	-271,9	-270,5
	Častá-min	-526,3	-307,7	15,4	448,5	-690,3	-251,2	192,2	-161,1	-188,9	-224,1	-258,6	-216,1	-218,4	-222,9
	Kvazi-min	501,1	195,2	299,4	775,4	-392,1	122,4	503,8	-180,2	-220,4	-261,2	-297,1	-251,9	-254,1	-259,2
MSÚ	Kvazi-max	-281,4	-248,5	197,3	648,4	-674,5	-167,5	208,0	-161,3	-189,1	-224,4	-258,9	-216,4	-218,8	-223,3
	6.10a-max	-1691,2	-496,8	-247,6	-686,3	-126,1	2070,2	2606,5	-369,7	-524,6	-636,9	-698,9	-189,3	-161,8	-66,6
	6.10a-min	-3462,8	-1489,0	-901,3	-1330,4	-4209,8	589,0	1097,3	-336,6	-459,2	-547,2	-601,5	-162,4	-137,9	-71,9
	6.10b-max	572,1	391,5	225,1	182,5	1293,4	2079,5	2493,5	-294,7	-401,0	-491,0	-545,0	-274,3	-258,5	-209,1
	6.10b-min	-2592,4	-1321,8	-695,1	-618,0	-3083,3	-114,4	377,8	-245,8	-320,7	-381,4	-425,2	-214,6	-208,8	-191,7

Tabulka 61: Napětí od charakteristické zatížení kombinace na 2D modelu hybridního mostu.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{Pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Char-max	1504,1	742,6	492,5	1023,5	322,2	1249,4	1597,8	-163,9	-205,8	-324,8	-367,7	-283,3	-281,8	-271,0
	Char-min	-971,5	-781,1	-208,7	243,4	-1493,7	-321,7	41,1	-206,5	-268,4	-245,2	-280,7	-217,3	-217,4	-215,7
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L1}$	$\frac{-163,9}{59,9}$	+	$\frac{-1504,1}{115,7}$	=	-2,736	+	-13,001	=	-15,7	MPa	TLAK	$f_{ck}$ 130 MPa	$f_{ctm}$ 13 MPa	$A$ 59,91 m <sup>2</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L1}$	$\frac{-163,9}{59,9}$	+	$\frac{1504,1}{140,4}$	=	-2,736	+	10,717	=	8,0	MPa	TAH	$I_y$ 760,99 m <sup>4</sup>	$e_h$ 6,578 m	$e_a$ 5,422 m
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L1}$	$\frac{-206,5}{59,9}$	+	$\frac{971,5}{115,7}$	=	-3,447	+	8,398	=	5,0	MPa	TAH	$h$ 12 m	$W_{y,h}$ 115,69 m <sup>3</sup>	$W_{y,d}$ 140,35 m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L1}$	$\frac{-206,5}{59,9}$	+	$\frac{-971,5}{140,4}$	=	-3,447	+	-6,922	=	-10,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L1}$	$\frac{-205,8}{59,9}$	+	$\frac{-742,6}{115,7}$	=	-3,435	+	-6,419	=	-9,9	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L1}$	$\frac{-205,8}{59,9}$	+	$\frac{742,6}{140,4}$	=	-3,435	+	5,291	=	1,9	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L1}$	$\frac{-268,4}{59,9}$	+	$\frac{781,1}{115,7}$	=	-4,480	+	6,752	=	2,3	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L1}$	$\frac{-268,4}{59,9}$	+	$\frac{-781,1}{140,4}$	=	-4,480	+	-5,565	=	-10,0	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,3/4 L1}$	$\frac{-324,8}{59,9}$	+	$\frac{-492,5}{115,7}$	=	-5,422	+	-4,257	=	-9,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,3/4 L1}$	$\frac{-324,8}{59,9}$	+	$\frac{492,5}{140,4}$	=	-5,422	+	3,509	=	-1,9	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,3/4 L1}$	$\frac{-245,2}{59,9}$	+	$\frac{208,7}{115,7}$	=	-4,093	+	1,804	=	-2,3	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,3/4 L1}$	$\frac{-245,2}{59,9}$	+	$\frac{-208,7}{140,4}$	=	-4,093	+	-1,487	=	-5,6	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,Pylon}$	$\frac{-367,7}{59,9}$	+	$\frac{-1023,5}{115,7}$	=	-6,138	+	-8,847	=	-15,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,Pylon}$	$\frac{-367,7}{59,9}$	+	$\frac{1023,5}{140,4}$	=	-6,138	+	7,292	=	1,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,Pylon}$	$\frac{-280,7}{59,9}$	+	$\frac{-243,4}{115,7}$	=	-4,686	+	-2,104	=	-6,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,Pylon}$	$\frac{-280,7}{59,9}$	+	$\frac{243,4}{140,4}$	=	-4,686	+	1,734	=	-3,0	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/8 L2}$	$\frac{-283,3}{59,9}$	+	$\frac{-322,2}{115,7}$	=	-4,729	+	-2,785	=	-7,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/8 L2}$	$\frac{-283,3}{59,9}$	+	$\frac{322,2}{140,4}$	=	-4,729	+	2,296	=	-2,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/8 L2}$	$\frac{-217,3}{59,9}$	+	$\frac{1493,7}{115,7}$	=	-3,627	+	12,912	=	9,3	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/8 L2}$	$\frac{-217,3}{59,9}$	+	$\frac{-1493,7}{140,4}$	=	-3,627	+	-10,643	=	-14,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2}$	$\frac{-281,8}{59,9}$	+	$\frac{-1249,4}{115,7}$	=	-4,704	+	-10,800	=	-15,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/4 L2}$	$\frac{-281,8}{59,9}$	+	$\frac{1249,4}{140,4}$	=	-4,704	+	8,902	=	4,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2}$	$\frac{-217,4}{59,9}$	+	$\frac{321,7}{115,7}$	=	-3,629	+	2,781	=	-0,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/4 L2}$	$\frac{-217,4}{59,9}$	+	$\frac{-321,7}{115,7}$	=	-3,629	+	-2,781	=	-6,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L2}$	$\frac{-271,0}{59,9}$	+	$\frac{-1597,8}{115,7}$	=	-4,524	+	-13,811	=	-18,3	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-max,1/2 L2}$	$\frac{-271,0}{59,9}$	+	$\frac{1597,8}{115,7}$	=	-4,524	+	13,811	=	9,3	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2}$	$\frac{-215,7}{59,9}$	+	$\frac{-41,1}{115,7}$	=	-3,601	+	-0,355	=	-4,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char-min,1/2 L2}$	$\frac{-215,7}{59,9}$	+	$\frac{41,1}{115,7}$	=	-3,601	+	0,355	=	-3,2	MPa	TLAK			

Tabulka 62: Napětí od časté kombinace zatížení na 2D modelu hybridního mostu.

Mezní stav	Kombinace	$M_{1/4 L1}$ [MNm]	$M_{1/2 L1}$ [NNm]	$M_{3/4 L1}$ [NNm]	$M_{Pylon}$ [MNm]	$M_{1/8 L2}$ [MNm]	$M_{1/4 L2}$ [MNm]	$M_{1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{Pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Častá-max	1150,0	546,6	353,4	776,7	151,9	793,9	1147,2	-188,2	-232,6	-282,8	-322,5	-270,5	-271,9	-270,5
	Častá-min	-526,3	-307,7	15,4	448,5	-690,3	-251,2	192,2	-161,1	-188,9	-224,1	-258,6	-216,1	-218,4	-222,9
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L1}$	$\frac{-188,2}{59,9}$	+	$\frac{-1150}{115,7}$	=	-3,141	+	-9,941	=	-13,1	MPa	TLAK	$f_{ck}$ 130 MPa		
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L1}$	$\frac{-188,2}{59,9}$	+	$\frac{1150}{140,4}$	=	-3,141	+	8,194	=	5,1	MPa	TAH	$f_{ctm}$ 13 MPa	A 59,91 m <sup>2</sup>	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L1}$	$\frac{-161,1}{59,9}$	+	$\frac{526}{115,7}$	=	-2,689	+	4,549	=	1,9	MPa	TAH	$I_y$ 760,99 m <sup>4</sup>	$e_h$ 6,578 m	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L1}$	$\frac{-161,1}{59,9}$	+	$\frac{-526}{140,4}$	=	-2,689	+	-3,750	=	-6,4	MPa	TLAK	$e_d$ 5,422 m	$h$ 12 m	
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L1}$	$\frac{-232,6}{59,9}$	+	$\frac{-547}{115,7}$	=	-3,883	+	-4,725	=	-8,6	MPa	TLAK	$W_{y,h}$ 115,69 m <sup>3</sup>	$W_{y,d}$ 140,35 m <sup>3</sup>	
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L1}$	$\frac{-232,6}{59,9}$	+	$\frac{547}{140,4}$	=	-3,883	+	3,894	=	0,0	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L1}$	$\frac{-188,9}{59,9}$	+	$\frac{308}{115,7}$	=	-3,153	+	2,660	=	-0,5	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L1}$	$\frac{-188,9}{59,9}$	+	$\frac{-308}{140,4}$	=	-3,153	+	-2,192	=	-5,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,3/4 L1}$	$\frac{-282,8}{59,9}$	+	$\frac{-353}{115,7}$	=	-4,721	+	-3,055	=	-7,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,3/4 L1}$	$\frac{-282,8}{59,9}$	+	$\frac{353}{140,4}$	=	-4,721	+	2,518	=	-2,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,3/4 L1}$	$\frac{-224,1}{59,9}$	+	$\frac{-15}{115,7}$	=	-3,741	+	-0,133	=	-3,9	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,3/4 L1}$	$\frac{-224,1}{59,9}$	+	$\frac{15}{140,4}$	=	-3,741	+	0,110	=	-3,6	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,Pylon}$	$\frac{-322,5}{59,9}$	+	$\frac{-777}{115,7}$	=	-5,383	+	-6,714	=	-12,1	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,Pylon}$	$\frac{-322,5}{59,9}$	+	$\frac{777}{140,4}$	=	-5,383	+	5,534	=	0,2	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,Pylon}$	$\frac{-258,6}{59,9}$	+	$\frac{-449}{115,7}$	=	-4,317	+	-3,877	=	-8,2	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,Pylon}$	$\frac{-258,6}{59,9}$	+	$\frac{449}{140,4}$	=	-4,317	+	3,196	=	-1,1	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/8 L2}$	$\frac{-270,5}{59,9}$	+	$\frac{-152}{115,7}$	=	-4,515	+	-1,313	=	-5,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/8 L2}$	$\frac{-270,5}{59,9}$	+	$\frac{152}{140,4}$	=	-4,515	+	1,082	=	-3,4	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/8 L2}$	$\frac{-216,1}{59,9}$	+	$\frac{690}{115,7}$	=	-3,607	+	5,967	=	2,4	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/8 L2}$	$\frac{-216,1}{59,9}$	+	$\frac{-690}{140,4}$	=	-3,607	+	-4,918	=	-8,5	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L2}$	$\frac{-271,9}{59,9}$	+	$\frac{-794}{115,7}$	=	-4,539	+	-6,862	=	-11,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/4 L2}$	$\frac{-271,9}{59,9}$	+	$\frac{794}{140,4}$	=	-4,539	+	5,656	=	1,1	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L2}$	$\frac{-218,4}{59,9}$	+	$\frac{251}{115,7}$	=	-3,646	+	2,171	=	-1,5	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/4 L2}$	$\frac{-218,4}{59,9}$	+	$\frac{-251}{140,4}$	=	-3,646	+	-1,790	=	-5,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L2}$	$\frac{-270,5}{59,9}$	+	$\frac{-1147}{115,7}$	=	-4,515	+	-9,916	=	-14,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-max,1/2 L2}$	$\frac{-270,5}{59,9}$	+	$\frac{1147}{140,4}$	=	-4,515	+	8,174	=	3,7	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L2}$	$\frac{-222,9}{59,9}$	+	$\frac{-192}{115,7}$	=	-3,721	+	-1,661	=	-5,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Častá-min,1/2 L2}$	$\frac{-222,9}{59,9}$	+	$\frac{192}{140,4}$	=	-3,721	+	1,369	=	-2,4	MPa	TAH			

Tabulka 63: Napětí od kvazi-stálé kombinace zatížení na 2D modelu hybridního mostu.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,Pylon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{pylon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Kvazi-max	501,1	195,2	299,4	775,4	-392,1	122,4	503,8	-180,2	-220,4	-261,2	-297,1	-251,9	-254,1	-259,2
	Kvazi-min	-281,4	-248,5	197,3	648,4	-674,5	-167,5	208,0	-161,3	-189,1	-224,4	-258,9	-216,4	-218,8	-223,3
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L1}$	$\frac{-180,2}{59,9}$	+	$\frac{-501}{115,7}$	=	-3,008	+	-4,332	=	-7,3	MPa	TLAK	$f_{ck}$ 130 MPa	$f_{ctm}$ 13 MPa	$A$ 59,91 m <sup>2</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L1}$	$\frac{-180,2}{59,9}$	+	$\frac{501}{140,4}$	=	-3,008	+	3,570	=	0,6	MPa	TAH	$I_y$ 760,99 m <sup>4</sup>	$e_h$ 6,578 m	$e_d$ 5,422 m
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L1}$	$\frac{-161,3}{59,9}$	+	$\frac{281}{115,7}$	=	-2,692	+	2,432	=	-0,3	MPa	TLAK	$h$ 12 m	$W_{y,h}$ 115,69 m <sup>3</sup>	$W_{y,d}$ 140,35 m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L1}$	$\frac{-161,3}{59,9}$	+	$\frac{-281}{140,4}$	=	-2,692	+	-2,005	=	-4,7	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L1}$	$\frac{-220,4}{59,9}$	+	$\frac{-195}{115,7}$	=	-3,679	+	-1,687	=	-5,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L1}$	$\frac{-220,4}{59,9}$	+	$\frac{195}{140,4}$	=	-3,679	+	1,391	=	-2,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L1}$	$\frac{-189,1}{59,9}$	+	$\frac{249}{115,7}$	=	-3,157	+	2,148	=	-1,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L1}$	$\frac{-189,1}{59,9}$	+	$\frac{-249}{140,4}$	=	-3,157	+	-1,771	=	-4,9	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,3/4 L1}$	$\frac{-261,2}{59,9}$	+	$\frac{-299}{115,7}$	=	-4,360	+	-2,588	=	-6,9	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,3/4 L1}$	$\frac{-261,2}{59,9}$	+	$\frac{299}{140,4}$	=	-4,360	+	2,133	=	-2,2	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,3/4 L1}$	$\frac{-224,4}{59,9}$	+	$\frac{-197}{115,7}$	=	-3,746	+	-1,705	=	-5,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,3/4 L1}$	$\frac{-224,4}{59,9}$	+	$\frac{197}{140,4}$	=	-3,746	+	1,406	=	-2,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,Pylon}$	$\frac{-297,1}{59,9}$	+	$\frac{-775}{115,7}$	=	-4,959	+	-6,703	=	-11,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,Pylon}$	$\frac{-297,1}{59,9}$	+	$\frac{775}{140,4}$	=	-4,959	+	5,525	=	0,6	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,Pylon}$	$\frac{-258,9}{59,9}$	+	$\frac{-648}{115,7}$	=	-4,322	+	-5,605	=	-9,9	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,Pylon}$	$\frac{-258,9}{59,9}$	+	$\frac{648}{140,4}$	=	-4,322	+	4,620	=	0,3	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/8 L2}$	$\frac{-251,9}{59,9}$	+	$\frac{392}{115,7}$	=	-4,205	+	3,389	=	-0,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/8 L2}$	$\frac{-251,9}{59,9}$	+	$\frac{-392}{140,4}$	=	-4,205	+	-2,794	=	-7,0	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/8 L2}$	$\frac{-216,4}{59,9}$	+	$\frac{675}{115,7}$	=	-3,612	+	5,830	=	2,2	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/8 L2}$	$\frac{-216,4}{59,9}$	+	$\frac{-675}{140,4}$	=	-3,612	+	-4,806	=	-8,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L2}$	$\frac{-254,1}{59,9}$	+	$\frac{-122}{115,7}$	=	-4,242	+	-1,058	=	-5,3	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/4 L2}$	$\frac{-254,1}{59,9}$	+	$\frac{122}{140,4}$	=	-4,242	+	0,872	=	-3,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L2}$	$\frac{-218,8}{59,9}$	+	$\frac{168}{115,7}$	=	-3,652	+	1,448	=	-2,2	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/4 L2}$	$\frac{-218,8}{59,9}$	+	$\frac{-168}{140,4}$	=	-3,652	+	-1,193	=	-4,8	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L2}$	$\frac{-259,2}{59,9}$	+	$\frac{-504}{115,7}$	=	-4,327	+	-4,355	=	-8,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-max,1/2 L2}$	$\frac{-259,2}{59,9}$	+	$\frac{504}{140,4}$	=	-4,327	+	3,590	=	-0,7	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L2}$	$\frac{-223,3}{59,9}$	+	$\frac{-208}{115,7}$	=	-3,727	+	-1,798	=	-5,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{kvazi-min,1/2 L2}$	$\frac{-223,3}{59,9}$	+	$\frac{208}{140,4}$	=	-3,727	+	1,482	=	-2,2	MPa	TLAK			

Tabulka 64: Napětí od kombinace zatížení ze vztahu 6.10a na 2D modelu hybridního mostu.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,PyIon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{PyIon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSÚ	6.10a-max	-2257	-497	-248	-686	-126	2070	2607	-369,7	-524,6	-636,9	-698,9	-189,3	-161,8	-66,6
	6.10a-min	-3463	-1489	-901	-1330	-4210	589	1097	-336,6	-459,2	-547,2	-601,5	-162,4	-137,9	-71,9
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L1}$	$\frac{-369,7}{59,9}$	+	$\frac{2257}{115,7}$	=	-6,171	+	19,509	=	13,3	MPa	TAH	$f_{ck}$ 130 MPa	$f_{ctm}$ 13 MPa	$A$ 59,91 m <sup>2</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L1}$	$\frac{-369,7}{59,9}$	+	$\frac{-2257}{140,4}$	=	-6,171	+	-16,080	=	-22,3	MPa	TLAK	$I_y$ 760,99 m <sup>4</sup>	$e_h$ 6,578 m	$e_d$ 5,422 m
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L1}$	$\frac{-336,6}{59,9}$	+	$\frac{3463}{115,7}$	=	-5,619	+	29,932	=	24,3	MPa	TAH	$h$ 12 m	$W_{y,h}$ 115,69 m <sup>3</sup>	$W_{y,d}$ 140,35 m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L1}$	$\frac{-336,6}{59,9}$	+	$\frac{-3463}{140,4}$	=	-5,619	+	-24,672	=	-30,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L1}$	$\frac{-524,6}{59,9}$	+	$\frac{497}{115,7}$	=	-8,757	+	4,294	=	-4,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L1}$	$\frac{-524,6}{59,9}$	+	$\frac{-497}{140,4}$	=	-8,757	+	-3,540	=	-12,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L1}$	$\frac{-459,2}{59,9}$	+	$\frac{1489}{115,7}$	=	-7,665	+	12,871	=	5,2	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L1}$	$\frac{-459,2}{59,9}$	+	$\frac{-1489}{140,4}$	=	-7,665	+	-10,609	=	-18,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,3/4 L1}$	$\frac{-636,9}{59,9}$	+	$\frac{248}{115,7}$	=	-10,631	+	2,140	=	-8,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,3/4 L1}$	$\frac{-636,9}{59,9}$	+	$\frac{-248}{140,4}$	=	-10,631	+	-1,764	=	-12,4	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,3/4 L1}$	$\frac{-547,2}{59,9}$	+	$\frac{901}{115,7}$	=	-9,134	+	7,791	=	-1,3	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,3/4 L1}$	$\frac{-547,2}{59,9}$	+	$\frac{-901}{140,4}$	=	-9,134	+	-6,422	=	-15,6	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,PyIon}$	$\frac{-698,9}{59,9}$	+	$\frac{686}{115,7}$	=	-11,666	+	5,932	=	-5,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,PyIon}$	$\frac{-698,9}{59,9}$	+	$\frac{-686}{140,4}$	=	-11,666	+	-4,890	=	-16,6	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,PyIon}$	$\frac{-601,5}{59,9}$	+	$\frac{1330}{115,7}$	=	-10,040	+	11,500	=	1,5	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,PyIon}$	$\frac{-601,5}{59,9}$	+	$\frac{-1330}{140,4}$	=	-10,040	+	-9,479	=	-19,5	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/8 L2}$	$\frac{-189,3}{59,9}$	+	$\frac{126}{115,7}$	=	-3,160	+	1,090	=	-2,1	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/8 L2}$	$\frac{-189,3}{59,9}$	+	$\frac{-126}{140,4}$	=	-3,160	+	-0,898	=	-4,1	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/8 L2}$	$\frac{-162,4}{59,9}$	+	$\frac{4210}{115,7}$	=	-2,711	+	36,390	=	33,7	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/8 L2}$	$\frac{-162,4}{59,9}$	+	$\frac{-4210}{140,4}$	=	-2,711	+	-29,995	=	-32,7	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L2}$	$\frac{-161,8}{59,9}$	+	$\frac{-2070}{115,7}$	=	-2,701	+	-17,895	=	-20,6	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L2}$	$\frac{-161,8}{59,9}$	+	$\frac{2070}{140,4}$	=	-2,701	+	14,750	=	12,0	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L2}$	$\frac{-137,9}{59,9}$	+	$\frac{-589}{115,7}$	=	-2,302	+	-5,091	=	-7,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/4 L2}$	$\frac{-137,9}{59,9}$	+	$\frac{589}{140,4}$	=	-2,302	+	4,197	=	1,9	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L2}$	$\frac{-66,6}{59,9}$	+	$\frac{-2607}{115,7}$	=	-1,112	+	-22,531	=	-23,6	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-max,1/2 L2}$	$\frac{-66,6}{59,9}$	+	$\frac{2607}{140,4}$	=	-1,112	+	18,571	=	17,5	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L2}$	$\frac{-71,9}{59,9}$	+	$\frac{-1097}{115,7}$	=	-1,200	+	-9,485	=	-10,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10a-min,1/2 L2}$	$\frac{-71,9}{59,9}$	+	$\frac{1097}{140,4}$	=	-1,200	+	7,818	=	6,6	MPa	TAH			

Tabulka 65: Napětí od kombinace zatížení ze vztahu 6.10a na 2D modelu hybridního mostu.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L1}$ [NNm]	$M_{y,3/4 L1}$ [NNm]	$M_{y,PyJon}$ [MNm]	$M_{y,1/8 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/4 L2}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L1}$ [MN]	$N_{3/4 L1}$ [MN]	$N_{PyJon}$ [MN]	$N_{1/8 L2}$ [MN]	$N_{1/4 L2}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSÚ	6.10b-max	572	392	225	183	1293	2080	2494	-294,7	-401,0	-491,0	-545,0	-274,3	-258,5	-209,1
	6.10b-min	-2592	-1322	-695	-618	-3083	-114	378	-245,8	-320,7	-381,4	-425,2	-214,6	-208,8	-191,7
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L1}$	$\frac{-294,7}{59,9}$	+	$\frac{-572}{115,7}$	=	-4,919	+	-4,945	=	-9,9	MPa	TLAK	$f_{ck}$ 130 MPa	$f_{ctm}$ 13 MPa	$A$ 59,91 m <sup>2</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L1}$	$\frac{-294,7}{59,9}$	+	$\frac{572}{140,4}$	=	-4,919	+	4,076	=	-0,8	MPa	TLAK	$I_y$ 760,99 m <sup>4</sup>	$e_h$ 6,578 m	$e_d$ 5,422 m
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L1}$	$\frac{-245,8}{59,9}$	+	$\frac{2592}{115,7}$	=	-4,103	+	22,409	=	18,3	MPa	TAH	$h$ 12 m	$W_{y,h}$ 115,69 m <sup>3</sup>	$W_{y,d}$ 140,35 m <sup>3</sup>
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L1}$	$\frac{-245,8}{59,9}$	+	$\frac{-2592}{140,4}$	=	-4,103	+	-18,471	=	-22,6	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L1}$	$\frac{-401,0}{59,9}$	+	$\frac{-392}{115,7}$	=	-6,694	+	-3,384	=	-10,1	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L1}$	$\frac{-401,0}{59,9}$	+	$\frac{392}{140,4}$	=	-6,694	+	2,789	=	-3,9	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L1}$	$\frac{-320,7}{59,9}$	+	$\frac{1322}{115,7}$	=	-5,353	+	11,426	=	6,1	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L1}$	$\frac{-320,7}{59,9}$	+	$\frac{-1322}{140,4}$	=	-5,353	+	-9,418	=	-14,8	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,3/4 L1}$	$\frac{-491,0}{59,9}$	+	$\frac{-225}{115,7}$	=	-8,196	+	-1,946	=	-10,1	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,3/4 L1}$	$\frac{-491,0}{59,9}$	+	$\frac{225}{140,4}$	=	-8,196	+	1,604	=	-6,6	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,3/4 L1}$	$\frac{-381,4}{59,9}$	+	$\frac{695}{115,7}$	=	-6,366	+	6,008	=	-0,4	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,3/4 L1}$	$\frac{-381,4}{59,9}$	+	$\frac{-695}{140,4}$	=	-6,366	+	-4,953	=	-11,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,PyJon}$	$\frac{-545,0}{59,9}$	+	$\frac{-183}{115,7}$	=	-9,097	+	-1,578	=	-10,7	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,PyJon}$	$\frac{-545,0}{59,9}$	+	$\frac{183}{140,4}$	=	-9,097	+	1,300	=	-7,8	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,PyJon}$	$\frac{-425,2}{59,9}$	+	$\frac{618}{115,7}$	=	-7,098	+	5,342	=	-1,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,PyJon}$	$\frac{-425,2}{59,9}$	+	$\frac{-618}{140,4}$	=	-7,098	+	-4,403	=	-11,5	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/8 L2}$	$\frac{-274,3}{59,9}$	+	$\frac{-1293}{115,7}$	=	-4,579	+	-11,180	=	-15,8	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/8 L2}$	$\frac{-274,3}{59,9}$	+	$\frac{1293}{140,4}$	=	-4,579	+	9,215	=	4,6	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/8 L2}$	$\frac{-214,6}{59,9}$	+	$\frac{3083}{115,7}$	=	-3,582	+	26,652	=	23,1	MPa	TAH			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/8 L2}$	$\frac{-214,6}{59,9}$	+	$\frac{-3083}{140,4}$	=	-3,582	+	-21,968	=	-25,6	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L2}$	$\frac{-258,5}{59,9}$	+	$\frac{-2080}{115,7}$	=	-4,315	+	-17,975	=	-22,3	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/4 L2}$	$\frac{-258,5}{59,9}$	+	$\frac{2080}{140,4}$	=	-4,315	+	14,816	=	10,5	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L2}$	$\frac{-208,8}{59,9}$	+	$\frac{114}{115,7}$	=	-3,485	+	0,989	=	-2,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/4 L2}$	$\frac{-208,8}{59,9}$	+	$\frac{-114}{140,4}$	=	-3,485	+	-0,815	=	-4,3	MPa	TLAK			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L2}$	$\frac{-209,1}{59,9}$	+	$\frac{-2494}{115,7}$	=	-3,490	+	-21,554	=	-25,0	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-max,1/2 L2}$	$\frac{-209,1}{59,9}$	+	$\frac{2494}{140,4}$	=	-3,490	+	17,766	=	14,3	MPa	TAH			
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L2}$	$\frac{-191,7}{59,9}$	+	$\frac{-378}{115,7}$	=	-3,200	+	-3,266	=	-6,5	MPa	TLAK			
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6.10b-min,1/2 L2}$	$\frac{-191,7}{59,9}$	+	$\frac{378}{140,4}$	=	-3,200	+	2,692	=	-0,5	MPa	TLAK			



#### 4.6. Návrh předpětí

Návrh předpětí je navrženo obdobně jako v předchozí variantě visutého mostu o 1 poli. Opět je využíván předpínací systém od firmy Freyssinet a jelikož pomocí šikmých závěsů došlo k optimalizaci vnitřních sil, postačí ve většině řezů kabely o 37 lanech o průměru 15,7 mm. Pouze ve 1/4 L1 je rozptyl napětí při charakteristické kombinaci tak velký, že se využije kabelů o 55 lanech, ale pouze v masivnějších částech průřezu, ve skořepině jsou pouze 37 lanové kabely.

Stejně jako u minulých variant je zaveden předpoklad, že se most chová jako prostý nosník na pružných podporách. Přestože je díky šikmým závěsům konstrukce tužší, staticky neurčitý moment od předpětí by měl být malý. Staticky neurčitý moment od předpětí je proto zanedbán.

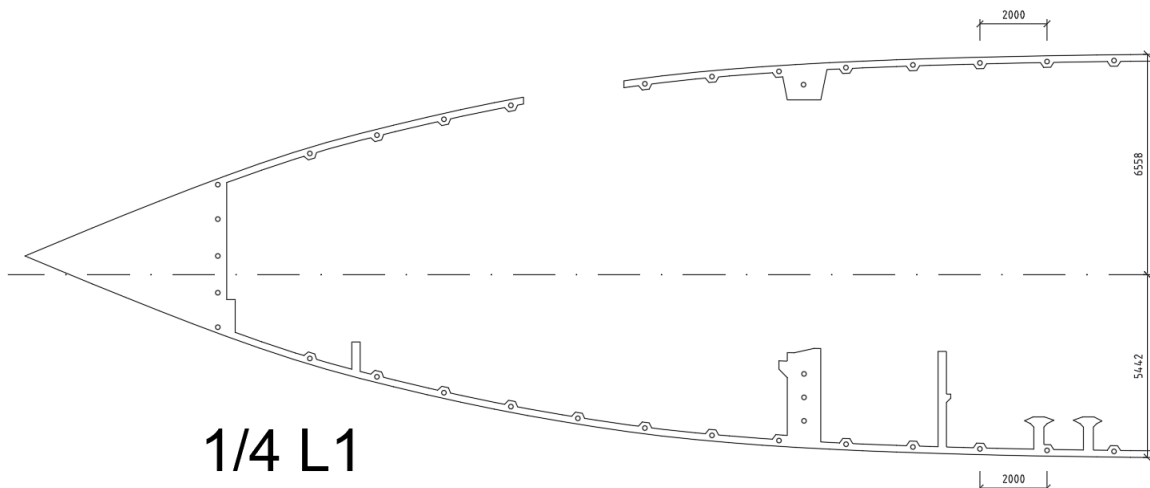
Tabulka 66: Návrh předpětí ve 1/4 L1 hybridního mostu.

	<i>DOLNÍ</i>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,eI}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,397	-2,44	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,353	-8,29	140,0	-0,06
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,330	-32,68	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,299	-32,49	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,256	-32,23	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,197	-31,87	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,117	-31,38	140,0	-0,22
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,007	-30,70	140,0	-0,22
	D9	-6,1	62,0	-0,1	4,853	-29,76	140,0	-0,21
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,636	-28,43	140,0	-0,20
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,346	-26,65	140,0	-0,19
	D12	-6,1	62,0	-0,1	3,996	-24,50	140,0	-0,17
	D13	-6,1	62,0	-0,1	3,581	-21,96	140,0	-0,16
	D14	-6,1	62,0	-0,1	3,108	-19,06	140,0	-0,14
	D15	-6,1	62,0	-0,1	2,564	-15,72	140,0	-0,11
PŘÍHRADA	D21	-9,1	62,0	-0,1	4,353	-39,67	140,0	-0,28
	D22	-9,1	62,0	-0,1	3,653	-33,29	140,0	-0,24
	D23	-9,1	62,0	-0,1	2,953	-26,91	140,0	-0,19
NOSNÍKY	D25	-9,1	62,0	-0,1	4,936	-44,99	140,0	-0,32
	D26	-9,1	62,0	-0,1	4,936	-44,99	140,0	-0,32

	<i>HORNÍ</i>	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,eI}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,654	10,14	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,750	16,86	116,2	0,12
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,447	39,53	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-6,416	39,34	116,2	0,28
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H7	-6,1	62,0	-0,1	-6,314	38,72	116,2	0,28
	H8	-6,1	62,0	-0,1	-6,233	38,22	116,2	0,27
	H9	-6,1	62,0	-0,1	-6,124	37,55	116,2	0,27
	H10	-6,1	62,0	-0,1	-5,970	36,61	116,2	0,26
	H11	-6,1	62,0	-0,1	-5,752	35,27	116,2	0,25
	H12	-6,1	62,0	-0,1	-5,112	31,35	116,2	0,22
	H13	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21
	H14	-6,1	62,0	-0,1	-4,225	25,91	116,2	0,19
	H15	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H16	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25

$\Sigma N_p$	-471,3	MN
$\Sigma M_p$	-159,9	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-7,6	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	-1,1	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-8,7	MPa



Obrázek 137: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/4 L1 hybridního mostu.

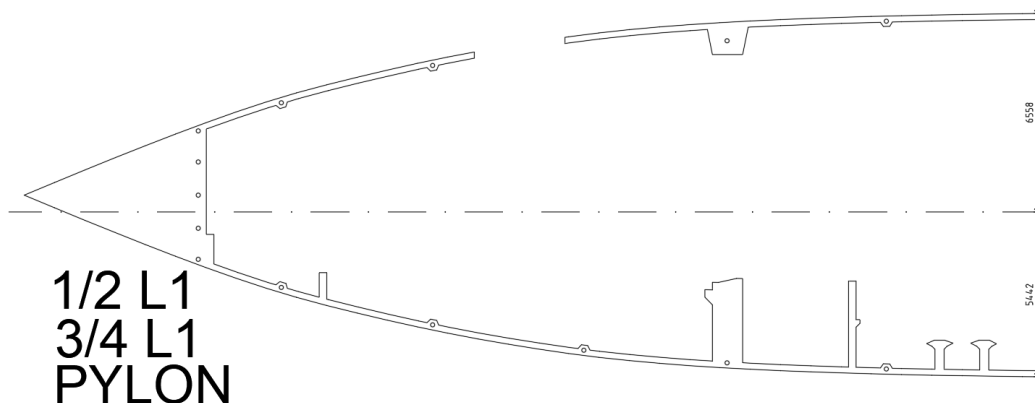
Tabulka 67: Návrh předpětí v 1/2 L1, 3/4 L1 a v místě pylonu hybridního mostu.

	<b>DOLNÍ</b>	N [MN]	A [A]	$\sigma_{p,k\check{z},N}$ [MPa]	e [m]	M=N*e [MNm]	$W_{y,el}$ [m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{p,k\check{z},M}$ [MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,397	-2,44	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,353	-8,29	140,0	-0,06
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,256	-32,23	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,052	-30,98	140,0	-0,22
	D5	-6,1	62,0	-0,1	4,636	-28,43	140,0	-0,20
	D6	-6,1	62,0	-0,1	3,797	-23,28	140,0	-0,17
	D7	-6,1	62,0	-0,1	2,561	-15,70	140,0	-0,11

	<b>HORNÍ</b>	N [MN]	A [A]	$\sigma_{p,k\check{z},N}$ [MPa]	e [m]	M=N*e [MNm]	$W_{y,el}$ [m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{p,k\check{z},M}$ [MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,514	9,28	116,2	0,07
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,470	15,14	116,2	0,11
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-4,844	29,70	116,2	0,21
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16
PŘÍHRADA	H7	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25

$\Sigma N_p$	-171,7	MN
$\Sigma M_p$	25,1	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-2,8	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	0,2	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-2,6	MPa



Obrázek 138: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/2 L1, 3/4 L1 a pylonu hybridního mostu.

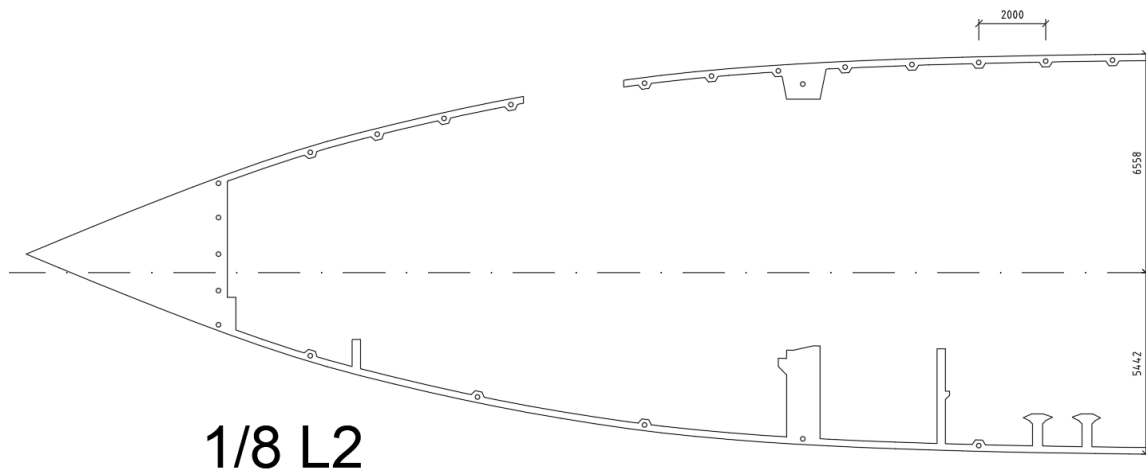
Tabulka 68: Návrh předpětí v 1/8 L2 hybridního mostu.

		N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	DOLNÍ D1	-6,1	62,0	-0,1	0,397	-2,44	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,353	-8,29	140,0	-0,06
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,256	-32,23	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,052	-30,98	140,0	-0,22
	D5	-6,1	62,0	-0,1	4,636	-28,43	140,0	-0,20
	D6	-6,1	62,0	-0,1	3,797	-23,28	140,0	-0,17
	D7	-6,1	62,0	-0,1	2,561	-15,70	140,0	-0,11

		HORNÍ							
STRANA	HORNÍ H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02	
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,654	10,14	116,2	0,07	
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,750	16,86	116,2	0,12	
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,447	39,53	116,2	0,28	
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-6,416	39,34	116,2	0,28	
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28	
	H7	-6,1	62,0	-0,1	-6,314	38,72	116,2	0,28	
	H8	-6,1	62,0	-0,1	-6,233	38,22	116,2	0,27	
	H9	-6,1	62,0	-0,1	-6,124	37,55	116,2	0,27	
	H10	-6,1	62,0	-0,1	-5,970	36,61	116,2	0,26	
	H11	-6,1	62,0	-0,1	-5,752	35,27	116,2	0,25	
	H12	-6,1	62,0	-0,1	-5,112	31,35	116,2	0,22	
	H13	-6,1	62,0	-0,1	-4,698	28,81	116,2	0,21	
	H14	-6,1	62,0	-0,1	-4,225	25,91	116,2	0,19	
	H15	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16	
PŘÍHRADA	H16	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25	

$\Sigma N_p$	-282,1	MN
$\Sigma M_p$	673,4	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-4,5	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	4,8	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	0,3	MPa



1/8 L2

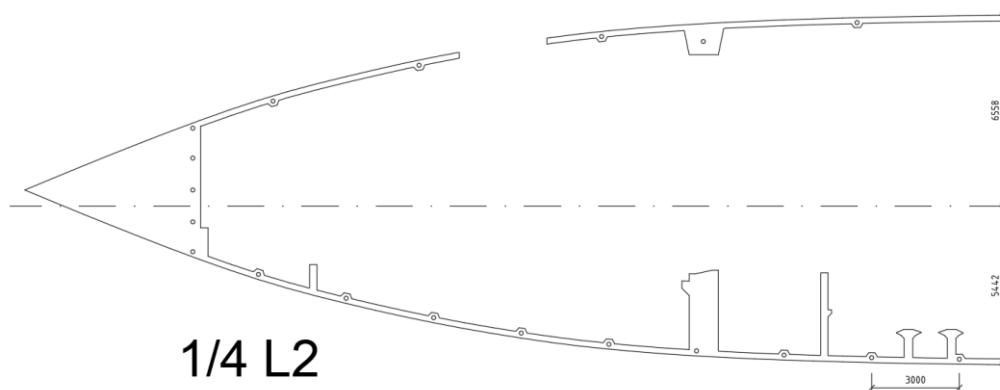
Obrázek 139: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/8 L2 hybridního mostu.

Tabulka 69: Návrh předpětí v 1/4 L2 hybridního mostu.

STRANA	DOLNÍ	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,eI}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$	
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]	
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,397	-2,44	140,0	-0,02	
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,353	-8,29	140,0	-0,06	
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,323	-32,64	140,0	-0,23	
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,269	-32,31	140,0	-0,23	
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,180	-31,76	140,0	-0,23	
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,039	-30,90	140,0	-0,22	
	D7	-6,1	62,0	-0,1	4,807	-29,48	140,0	-0,21	
	D8	-6,1	62,0	-0,1	4,426	-27,14	140,0	-0,19	
	D9	-6,1	62,0	-0,1	3,900	-23,91	140,0	-0,17	
	D10	-6,1	62,0	-0,1	3,237	-19,85	140,0	-0,14	
	D11	-6,1	62,0	-0,1	2,413	-14,80	140,0	-0,11	
		HORNÍ							
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,02	
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,514	9,28	116,2	0,07	
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,470	15,14	116,2	0,11	
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,28	
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-4,844	29,70	116,2	0,21	
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,16	
PŘÍHRADA	H7	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,25	

$\Sigma N_p$	-220,7	MN
$\Sigma M_p$	-199,3	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-3,6	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	-1,4	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-5,0	MPa



1/4 L2

Obrázek 140: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/4 L2 hybridního mostu.

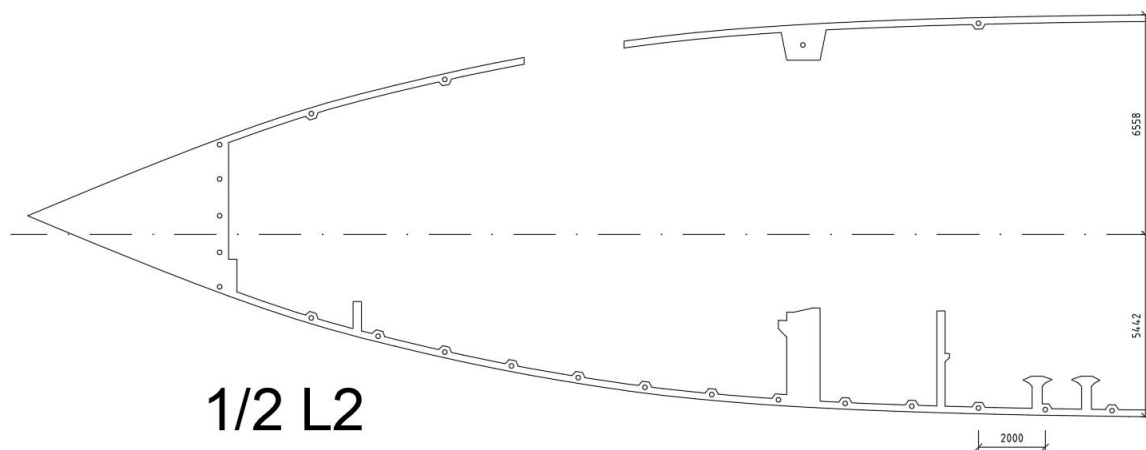
Tabulka 70: Návrh předpětí v 1/2 L2 hybridního mostu.

STRANA	DOLNÍ	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,1	62,0	-0,1	0,397	-2,44	140,0	-0,02
	D2	-6,1	62,0	-0,1	1,353	-8,29	140,0	-0,06
SKOŘEPINA	D3	-6,1	62,0	-0,1	5,330	-32,68	140,0	-0,23
	D4	-6,1	62,0	-0,1	5,299	-32,49	140,0	-0,23
	D5	-6,1	62,0	-0,1	5,256	-32,23	140,0	-0,23
	D6	-6,1	62,0	-0,1	5,197	-31,87	140,0	-0,23
	D7	-6,1	62,0	-0,1	5,117	-31,38	140,0	-0,22
	D8	-6,1	62,0	-0,1	5,007	-30,70	140,0	-0,22
	D9	-6,1	62,0	-0,1	4,853	-29,76	140,0	-0,21
	D10	-6,1	62,0	-0,1	4,636	-28,43	140,0	-0,20
	D11	-6,1	62,0	-0,1	4,346	-26,65	140,0	-0,19
	D12	-6,1	62,0	-0,1	3,996	-24,50	140,0	-0,17
	D13	-6,1	62,0	-0,1	3,581	-21,96	140,0	-0,16
	D14	-6,1	62,0	-0,1	3,108	-19,06	140,0	-0,14
	D15	-6,1	62,0	-0,1	2,564	-15,72	140,0	-0,11

STRANA	HORNÍ	N	A	$\sigma_{p,k\check{z},N}$	e	M=N*e	$W_{y,el}$	$\sigma_{p,k\check{z},M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,1	62,0	-0,1	-0,558	3,42	116,2	0,03
	H2	-6,1	62,0	-0,1	-1,514	9,28	116,2	0,08
	H3	-6,1	62,0	-0,1	-2,470	15,14	116,2	0,13
SKOŘEPINA	H4	-6,1	62,0	-0,1	-6,373	39,08	116,2	0,34
	H5	-6,1	62,0	-0,1	-4,844	29,70	116,2	0,26
	H6	-6,1	62,0	-0,1	-3,681	22,57	116,2	0,19
PŘÍHRADA	H7	-6,1	62,0	-0,1	-5,656	34,68	116,2	0,30

$\Sigma N_p$	-269,8	MN
$\Sigma M_p$	-428,5	MNm

$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},N}$	-4,4	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z},M}$	-2,6	MPa
$\Sigma \sigma_{p,k\check{z}}$	-7,0	MPa



Obrázek 141: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/2 L2 hybridního mostu.

### 4.7. MSP – Omezení napětí (trhlin)

Tabulka 71: MSP-Omezení napětí 1/4 L1 hybridního mostu.

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/4 L1} = \frac{-163,9}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-1504,1}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,643 + -7,600 + -12,944 + 1,376 = -21,81$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/4 L1} = \frac{-163,9}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{1504,1}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,643 + -7,600 + 10,741 + -1,142 = -0,64$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/4 L1} = \frac{-206,5}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{971,5}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -3,330 + -7,600 + 8,361 + 1,376 = -1,19$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/4 L1} = \frac{-206,5}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-971,5}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -3,330 + -7,600 + -6,938 + -1,142 = -19,01$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-max,1/4 L1} = \frac{-188,2}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-1150}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -3,035 + -7,600 + -9,897 + 1,376 = -19,15$ MPa			TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-max,1/4 L1} = \frac{-188,2}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{1150}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -3,035 + -7,600 + 8,213 + -1,142 = -3,56$ MPa			TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-min,1/4 L1} = \frac{-161,1}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{526}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,598 + -7,600 + 4,529 + 1,376 = -4,29$ MPa			TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-min,1/4 L1} = \frac{-161,1}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-526}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,598 + -7,600 + -3,758 + -1,142 = -15,10$ MPa			TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L1} = \frac{-180,2}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-501}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,906 + -7,600 + -4,312 + 1,376 = -13,44$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L1} = \frac{-180,2}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{501}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,906 + -7,600 + 3,579 + -1,142 = -8,07$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L1} = \frac{-161,3}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{281}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,601 + -7,600 + 2,422 + 1,376 = -6,40$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L1} = \frac{-161,3}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-281}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,601 + -7,600 + -2,010 + -1,142 = -13,35$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10a-max,1/4 L1}} = \frac{-369,7}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{2257}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -5,961 + -7,600 + 19,423 + 1,376 = 7,24$ MPa			TAH
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10a-max,1/4 L1}} = \frac{-369,7}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-2257}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -5,961 + -7,600 + -16,117 + -1,142 = -30,82$ MPa	> $f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10a-min,1/4 L1}} = \frac{-336,6}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{3463}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -5,427 + -7,600 + 29,800 + 1,376 = 18,15$ MPa			TAH
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10a-min,1/4 L1}} = \frac{-336,6}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-3463}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -5,427 + -7,600 + -24,729 + -1,142 = -38,90$ MPa	> $f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10b-max,1/4 L1}} = \frac{-294,7}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-572}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -4,752 + -7,600 + -4,923 + 1,376 = -15,90$ MPa	> $f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10b-max,1/4 L1}} = \frac{-294,7}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{572}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -4,752 + -7,600 + 4,086 + -1,142 = -9,41$ MPa	> $f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10b-min,1/4 L1}} = \frac{-245,8}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{2592}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -3,963 + -7,600 + 22,310 + 1,376 = 12,12$ MPa			TAH
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\epsilon_{10b-min,1/4 L1}} = \frac{-245,8}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-2592}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -3,963 + -7,600 + -18,513 + -1,142 = -31,22$ MPa	> $f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

Tabulka 72: MSP-Omezení napětí 1/2 L1 hybridního mostu.

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-max,1/2 L1} = \frac{-205,8}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-742,6}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,318 + -2,768 + -6,391 + -0,216 = -12,7$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-max,1/2 L1} = \frac{-205,8}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{742,6}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,318 + -2,768 + 5,303 + 0,179 = -0,6$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-min,1/2 L1} = \frac{-268,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{781,1}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,328 + -2,768 + 6,722 + -0,216 = -0,6$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-min,1/2 L1} = \frac{-268,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-781,1}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,328 + -2,768 + -5,578 + 0,179 = -12,5$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-max,1/2 L1} = \frac{-232,6}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-547}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,750 + -2,768 + -4,704 + -0,216 = -11,4$	MPa					TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-max,1/2 L1} = \frac{-232,6}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{547}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,750 + -2,768 + 3,903 + 0,179 = -2,4$	MPa					TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-min,1/2 L1} = \frac{-188,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{308}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,046 + -2,768 + 2,648 + -0,216 = -3,4$	MPa					TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-min,1/2 L1} = \frac{-188,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-308}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,046 + -2,768 + -2,197 + 0,179 = -7,8$	MPa					TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{quasi-max,1/2 L1} = \frac{-220,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-195}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,554 + -2,768 + -1,680 + -0,216 = -8,2$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{quasi-max,1/2 L1} = \frac{-220,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{195}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,554 + -2,768 + 1,394 + 0,179 = -4,7$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{quasi-min,1/2 L1} = \frac{-189,1}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{249}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,049 + -2,768 + 2,139 + -0,216 = -3,9$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{quasi-min,1/2 L1} = \frac{-189,1}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-249}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,049 + -2,768 + -1,775 + 0,179 = -7,4$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10a-max,1/2 L1} = \frac{-524,6}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{497}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -8,459 + -2,768 + 4,275 + -0,216 = -7,2$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10a-max,1/2 L1} = \frac{-524,6}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-497}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -8,459 + -2,768 + -3,548 + 0,179 = -14,6$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10a-min,1/2 L1} = \frac{-459,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{1489}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -7,404 + -2,768 + 12,814 + -0,216 = 2,4$	MPa					TAH
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10a-min,1/2 L1} = \frac{-459,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-1489}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -7,404 + -2,768 + -10,633 + 0,179 = -20,6$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10b-max,1/2 L1} = \frac{-401,0}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-392}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -6,466 + -2,768 + -3,369 + -0,216 = -12,8$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10b-max,1/2 L1} = \frac{-401,0}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{392}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -6,466 + -2,768 + 2,796 + 0,179 = -6,3$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10b-min,1/2 L1} = \frac{-320,7}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{1322}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -5,171 + -2,768 + 11,375 + -0,216 = 3,2$	MPa					TAH
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E,10b-min,1/2 L1} = \frac{-320,7}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-1322}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -5,171 + -2,768 + -9,439 + 0,179 = -17,2$	MPa	>	$f_{ct} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK



Tabulka 73: MSP-Omezení napětí 3/4 L1 hybridního mostu.

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{char-max,3/4 L1}} = \frac{-324,8}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-492,5}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -5,237 + -2,768 + -4,238 + -0,216 = -12,46$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{char-max,3/4 L1}} = \frac{-324,8}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{492,5}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -5,237 + -2,768 + 3,517 + 0,179 = -4,31$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{char-min,3/4 L1}} = \frac{-245,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{208,7}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,954 + -2,768 + 1,796 + -0,216 = -5,14$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{char-min,3/4 L1}} = \frac{-245,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-208,7}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,954 + -2,768 + -1,490 + 0,179 = -8,03$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{cast-max,3/4 L1}} = \frac{-282,8}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-353}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,560 + -2,768 + -3,041 + -0,216 = -10,59$ MPa				TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{cast-max,3/4 L1}} = \frac{-282,8}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{353}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,560 + -2,768 + 2,524 + 0,179 = -4,63$ MPa				TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{cast-min,3/4 L1}} = \frac{-224,1}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-15}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,613 + -2,768 + -0,133 + -0,216 = -6,73$ MPa				TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{cast-min,3/4 L1}} = \frac{-224,1}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{15}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,613 + -2,768 + 0,110 + 0,179 = -6,09$ MPa				TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{quasi-max,3/4 L1}} = \frac{-261,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-299}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,212 + -2,768 + -2,577 + -0,216 = -9,77$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{quasi-max,3/4 L1}} = \frac{-261,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{299}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,212 + -2,768 + 2,138 + 0,179 = -4,66$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{quasi-min,3/4 L1}} = \frac{-224,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-197}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -3,618 + -2,768 + -1,698 + -0,216 = -8,30$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{\text{quasi-min,3/4 L1}} = \frac{-224,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{197}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -3,618 + -2,768 + 1,409 + 0,179 = -4,80$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}\text{-max,3/4 L1}} = \frac{-636,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{248}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -10,269 + -2,768 + 2,131 + 0,216 = -10,69$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}\text{-max,3/4 L1}} = \frac{-636,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-248}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -10,269 + -2,768 + -1,768 + 0,179 = -14,63$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}\text{-min,3/4 L1}} = \frac{-547,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{901}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -8,823 + -2,768 + 7,756 + 0,216 = -3,62$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}\text{-min,3/4 L1}} = \frac{-547,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-901}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -8,823 + -2,768 + -6,437 + 0,179 = -17,85$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}\text{-max,3/4 L1}} = \frac{-491,0}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-225}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -7,917 + -2,768 + -1,937 + -0,216 = -12,84$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}\text{-max,3/4 L1}} = \frac{-491,0}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{225}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -7,917 + -2,768 + 1,608 + 0,179 = -8,90$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}\text{-min,3/4 L1}} = \frac{-381,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{695}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -6,150 + -2,768 + 5,982 + 0,216 = -2,72$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}\text{-min,3/4 L1}} = \frac{-381,4}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-695}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -6,150 + -2,768 + -4,964 + 0,179 = -13,70$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

**Tabulka 74: MSP-Omezení napětí v místě pylonu hybridního mostu.**

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,Pylon} = \frac{-367,7}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-1023,5}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -5,929 + -2,768 + -8,808 + -0,216 = -17,72$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,Pylon} = \frac{-367,7}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{1023,5}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -5,929 + -2,768 + 7,309 + 0,179 = -1,21$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,Pylon} = \frac{-280,7}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-243,4}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,526 + -2,768 + -2,095 + -0,216 = -9,60$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,Pylon} = \frac{-280,7}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{243,4}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,526 + -2,768 + 1,738 + 0,179 = -5,38$ MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-max,Pylon} = \frac{-322,5}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-777}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -5,200 + -2,768 + -6,684 + -0,216 = -14,87$ MPa				TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-max,Pylon} = \frac{-322,5}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{777}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -5,200 + -2,768 + 5,547 + 0,179 = -2,24$ MPa				TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-min,Pylon} = \frac{-258,6}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-449}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,170 + -2,768 + -3,860 + -0,216 = -11,01$ MPa				TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Casst-min,Pylon} = \frac{-258,6}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{449}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,170 + -2,768 + 3,203 + 0,179 = -3,56$ MPa				TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-max,Pylon} = \frac{-297,1}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-775}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,790 + -2,768 + -6,673 + -0,216 = -14,45$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-max,Pylon} = \frac{-297,1}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{775}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,790 + -2,768 + 5,537 + 0,179 = -1,84$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-min,Pylon} = \frac{-258,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-648}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -4,174 + -2,768 + -5,580 + -0,216 = -12,74$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-min,Pylon} = \frac{-258,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{648}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -4,174 + -2,768 + 4,630 + 0,179 = -2,13$ MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-max,Pylon} = \frac{-698,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{686}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -11,269 + -2,768 + 5,906 + -0,216 = -8,35$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-max,Pylon} = \frac{-698,9}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-686}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -11,269 + -2,768 + -4,901 + 0,179 = -18,76$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-min,Pylon} = \frac{-601,5}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{1330}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -9,698 + -2,768 + 11,449 + -0,216 = -1,23$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10a}-min,Pylon} = \frac{-601,5}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-1330}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -9,698 + -2,768 + -9,501 + 0,179 = -21,79$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-max,Pylon} = \frac{-545,0}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-183}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -8,787 + -2,768 + -1,571 + -0,216 = -13,34$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-max,Pylon} = \frac{-545,0}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{183}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -8,787 + -2,768 + 1,303 + 0,179 = -10,07$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-min,Pylon} = \frac{-425,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{618}{116,2} + \frac{-25,1}{116,2} = -6,856 + -2,768 + 5,318 + -0,216 = -4,52$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E_{10b}-min,Pylon} = \frac{-425,2}{62,0} + \frac{-171,7}{62,0} + \frac{-618}{140,0} + \frac{25,1}{140,0} = -6,856 + -2,768 + -4,413 + 0,179 = -13,86$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

Tabulka 75: MSP-Omezení napětí 1/8 L2 hybridního mostu.

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{-283,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-322,2}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -4,568 + -4,548 + -2,773 + -5,795 = -17,68$ MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/8 L2} = \frac{-283,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{322,2}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -4,568 + -4,548 + 2,301 + 4,809 = -2,01$ MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-217,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{1493,7}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -3,504 + -4,548 + 12,855 + -5,795 = -0,99$ MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/8 L2} = \frac{-217,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-1493,7}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -3,504 + -4,548 + -10,667 + 4,809 = -13,91$ MPa	>	$0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas2-max,1/8 L2} = \frac{-271,9}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-152}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -4,384 + -4,548 + -1,307 + -5,795 = -16,03$ MPa				TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas2-max,1/8 L2} = \frac{-271,9}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{152}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -4,384 + -4,548 + 1,085 + 4,809 = -3,04$ MPa				TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas2-min,1/8 L2} = \frac{-216,1}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{690}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -3,484 + -4,548 + 5,941 + -5,795 = -7,89$ MPa				TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Cas2-min,1/8 L2} = \frac{-216,1}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-690}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -3,484 + -4,548 + -4,930 + 4,809 = -8,15$ MPa				TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kazi-max,1/8 L2} = \frac{-251,9}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{675}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -4,062 + -4,548 + 5,805 + -5,795 = -8,60$ MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kazi-max,1/8 L2} = \frac{-251,9}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-675}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -4,062 + -4,548 + -4,817 + 4,809 = -8,62$ MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kazi-min,1/8 L2} = \frac{-216,4}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{675}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -3,489 + -4,548 + 5,805 + -5,795 = -8,03$ MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{kazi-min,1/8 L2} = \frac{-216,4}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-675}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -3,489 + -4,548 + -4,817 + 4,809 = -8,04$ MPa	>	$0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10a-max,1/8 L2} = \frac{-189,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{126}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -3,052 + -4,548 + 1,085 + -5,795 = -12,3$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10a-max,1/8 L2} = \frac{-189,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-126}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -3,052 + -4,548 + -0,901 + 4,809 = -3,7$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10a-min,1/8 L2} = \frac{-162,4}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{4210}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -2,619 + -4,548 + 36,229 + -5,795 = 23,3$ MPa				TAH
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10a-min,1/8 L2} = \frac{-162,4}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-4210}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -2,619 + -4,548 + -30,064 + 4,809 = -32,4$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10b-max,1/8 L2} = \frac{-274,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-1293}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -4,423 + -4,548 + -11,131 + -5,795 = -25,9$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10b-max,1/8 L2} = \frac{-274,3}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{1293}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -4,423 + -4,548 + 9,237 + 4,809 = 5,1$ MPa				TAH
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10b-min,1/8 L2} = \frac{-214,6}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{3083}{116,2} + \frac{-673,4}{116,2} = -3,460 + -4,548 + 26,534 + -5,795 = 12,7$ MPa				TAH
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6,10b-min,1/8 L2} = \frac{-214,6}{62,0} + \frac{-282,1}{62,0} + \frac{-3083}{140,0} + \frac{673,4}{140,0} = -3,460 + -4,548 + -22,019 + 4,809 = -25,2$ MPa	>	$f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

Tabulka 76: MSP-Omezení napětí 1/4 L2 hybridního mostu.

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-max,1/4 L2} = \frac{-281,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-1249,4}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -4,544 + -3,559 + -10,752 + 1,715 = -17,14$ MPa	$> 0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-max,1/4 L2} = \frac{-281,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{1249,4}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -4,544 + -3,559 + 8,922 + -1,423 = -0,60$ MPa	$> 0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-min,1/4 L2} = \frac{-217,4}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{321,7}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -3,505 + -3,559 + 2,769 + 1,715 = -2,58$ MPa	$> 0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-min,1/4 L2} = \frac{-217,4}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-321,7}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -3,505 + -3,559 + -2,298 + -1,423 = -10,79$ MPa	$> 0,6 f_{ck} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-max,1/4 L2} = \frac{-271,9}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-794}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -4,384 + -3,559 + -6,832 + 1,715 = -13,06$ MPa			TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-max,1/4 L2} = \frac{-271,9}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{794}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -4,384 + -3,559 + 5,670 + -1,423 = -3,70$ MPa			TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-min,1/4 L2} = \frac{-218,4}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{251}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -3,521 + -3,559 + 2,162 + 1,715 = -3,20$ MPa			TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-min,1/4 L2} = \frac{-218,4}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-251}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -3,521 + -3,559 + -1,794 + -1,423 = -10,30$ MPa			TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{expz-max,1/4 L2} = \frac{-254,1}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-122}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -4,097 + -3,559 + -1,053 + 1,715 = -6,99$ MPa	$> 0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{expz-max,1/4 L2} = \frac{-254,1}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{122}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -4,097 + -3,559 + 0,874 + -1,423 = -8,21$ MPa	$> 0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{expz-min,1/4 L2} = \frac{-218,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{168}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -3,528 + -3,559 + 1,441 + 1,715 = -3,93$ MPa	$> 0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{expz-min,1/4 L2} = \frac{-218,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-168}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -3,528 + -3,559 + -1,196 + -1,423 = -9,71$ MPa	$> 0,45 f_{ck} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-max,1/4 L2} = \frac{-161,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-2070}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -2,609 + -3,559 + -17,816 + 1,715 = -22,3$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-max,1/4 L2} = \frac{-161,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{2070}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -2,609 + -3,559 + 14,784 + -1,423 = 7,2$ MPa			TAH
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-min,1/4 L2} = \frac{-137,9}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-589}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -2,223 + -3,559 + -5,069 + 1,715 = -9,1$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10a}-min,1/4 L2} = \frac{-137,9}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{589}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -2,223 + -3,559 + 4,206 + -1,423 = -3,0$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-max,1/4 L2} = \frac{-258,5}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-2080}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -4,168 + -3,559 + -17,896 + 1,715 = -23,9$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-max,1/4 L2} = \frac{-258,5}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{2080}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -4,168 + -3,559 + 14,850 + -1,423 = 5,7$ MPa			TAH
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-min,1/4 L2} = \frac{-208,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{114}{116,2} + \frac{199,3}{116,2} = -3,367 + -3,559 + 0,985 + 1,715 = -4,2$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E_{10b}-min,1/4 L2} = \frac{-208,8}{62,0} + \frac{-220,7}{62,0} + \frac{-114}{140,0} + \frac{-199,3}{140,0} = -3,367 + -3,559 + -0,817 + -1,423 = -9,2$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK

Tabulka 77: MSP-Omezení napětí 1/2 L2 hybridního mostu.

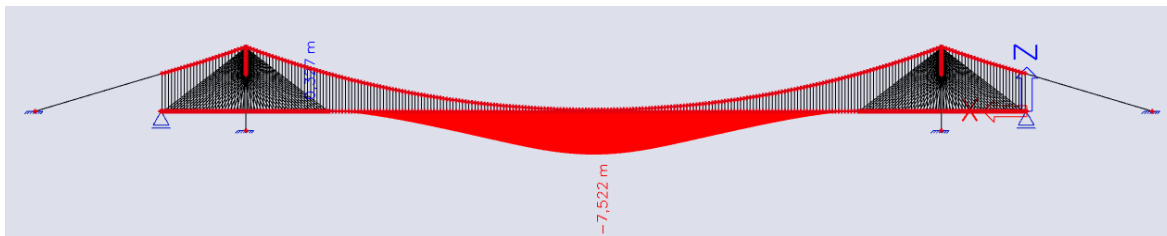
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-max,1/2 L2} = \frac{-271,0}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-1597,8}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,370 + -4,350 + -13,750 + 3,688 = -18,8$ MPa	> 0,6 f <sub>yk</sub> = -78 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-max,1/2 L2} = \frac{-271,0}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{1597,8}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,370 + -4,350 + 11,410 + -3,060 = -0,4$ MPa	> 0,6 f <sub>yk</sub> = -78 MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-min,1/2 L2} = \frac{-215,7}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-41,1}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -3,478 + -4,350 + -0,354 + 3,688 = -4,5$ MPa	> 0,6 f <sub>yk</sub> = -78 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char-min,1/2 L2} = \frac{-215,7}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{41,1}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -3,478 + -4,350 + 0,294 + -3,060 = -10,6$ MPa	> 0,6 f <sub>yk</sub> = -78 MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-max,1/2 L2} = \frac{-270,5}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-1147}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,361 + -4,350 + -9,873 + 3,688 = -14,9$ MPa			TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-max,1/2 L2} = \frac{-270,5}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{1147}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,361 + -4,350 + 8,193 + -3,060 = -3,6$ MPa			TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-min,1/2 L2} = \frac{-222,9}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-192}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -3,594 + -4,350 + -1,654 + 3,688 = -5,9$ MPa			TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{cast-min,1/2 L2} = \frac{-222,9}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{192}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -3,594 + -4,350 + 1,373 + -3,060 = -9,6$ MPa			TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{wezi-max,1/2 L2} = \frac{-259,2}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-504}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,179 + -4,350 + -4,336 + 3,688 = -9,2$ MPa	> 0,45 f <sub>yk</sub> = -58,5 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{wezi-max,1/2 L2} = \frac{-259,2}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{504}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,179 + -4,350 + 3,598 + -3,060 = -8,0$ MPa	> 0,45 f <sub>yk</sub> = -58,5 MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{wezi-min,1/2 L2} = \frac{-223,3}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-208}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -3,600 + -4,350 + -1,790 + 3,688 = -6,1$ MPa	> 0,45 f <sub>yk</sub> = -58,5 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{wezi-min,1/2 L2} = \frac{-223,3}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{208}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -3,600 + -4,350 + 1,485 + -3,060 = -9,5$ MPa	> 0,45 f <sub>yk</sub> = -58,5 MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10a-max,1/2 L2} = \frac{-66,6}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-2607}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -1,074 + -4,350 + -22,431 + 3,688 = -24,2$ MPa	> f <sub>ct</sub> = -86,7 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10a-max,1/2 L2} = \frac{-66,6}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{2607}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -1,074 + -4,350 + 18,614 + -3,060 = 10,1$ MPa			TAH
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10a-min,1/2 L2} = \frac{-71,9}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-1097}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -1,159 + -4,350 + -9,443 + 3,688 = -11,3$ MPa	> f <sub>ct</sub> = -86,7 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10a-min,1/2 L2} = \frac{-71,9}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{1097}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -1,159 + -4,350 + 7,836 + -3,060 = -0,7$ MPa	> f <sub>ct</sub> = -86,7 MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10b-max,1/2 L2} = \frac{-209,1}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-2494}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -3,371 + -4,350 + -21,459 + 3,688 = -25,5$ MPa	> f <sub>ct</sub> = -86,7 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10b-max,1/2 L2} = \frac{-209,1}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{2494}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -3,371 + -4,350 + 17,807 + -3,060 = 7,0$ MPa			TAH
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10b-min,1/2 L2} = \frac{-191,7}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-378}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -3,091 + -4,350 + -3,251 + 3,688 = -7,0$ MPa	> f <sub>ct</sub> = -86,7 MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{E10b-min,1/2 L2} = \frac{-191,7}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{378}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -3,091 + -4,350 + 2,698 + -3,060 = -7,8$ MPa	> f <sub>ct</sub> = -86,7 MPa	Vyhovuje	TLAK

Navrženým předpětím průřezů je splněna podmínka vyloučení dekomprese za všech kombinací při posouzení mezních stavů použitelnosti. Konstrukce vyhovuje na omezení napětí, lineárně dotvaruje a trhliny nevzniknou.

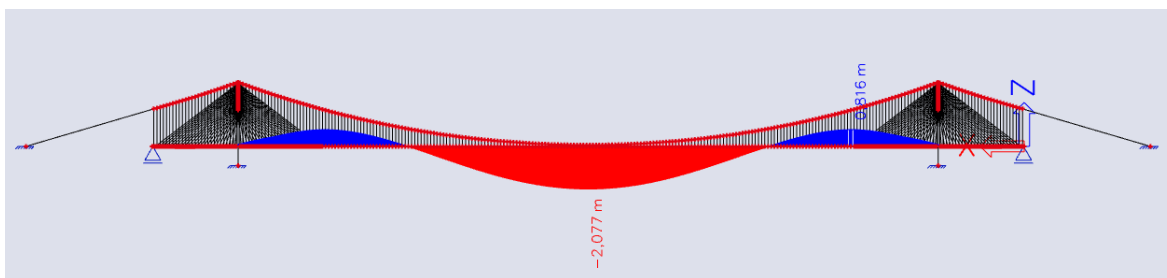
#### 4.8. MSP – Omezení průhybů

I hybridní most je třeba posoudit z hlediska omezení deformací - posoudíme omezení průhybu do hodnoty L/600 a omezení svislých deformací na koncích konstrukce, kde dochází k nadzdvížení v oblasti ložisek s předpokládaným limitem do 10 mm. Průhyb mostu se posoudí při umístění zatížení od dopravy doprostřed mostu a deformace na koncích umístění zatížením dopravy co nejbližší k podpoře. Postup je obdobný jako ve variantě visutého mostu o 1 poli z důvodu nelineárního chování konstrukce. V minulé variantě se uvedl pravděpodobnostní předpoklad, že

se silniční a železniční zatížení nesejde uprostřed mostu v plné hodnotě. Plné silniční a 80% železniční zatížení nevyhovělo přibližně o 2,5 %, takže se předpokládá změna v rámci takto výjimečné konstrukce na 100 silničního a 80% železničního zatížení pro vyhovění podmínek.



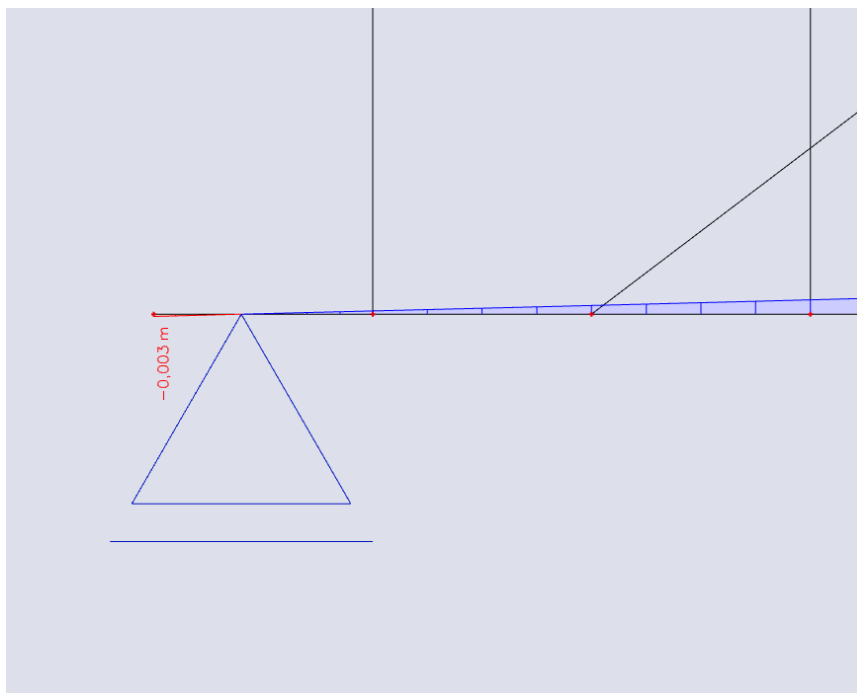
**Obrázek 142: Průhyb od stálého, 100 % silničního a 80 % železničního zatížení uprostřed hybridního mostu.**



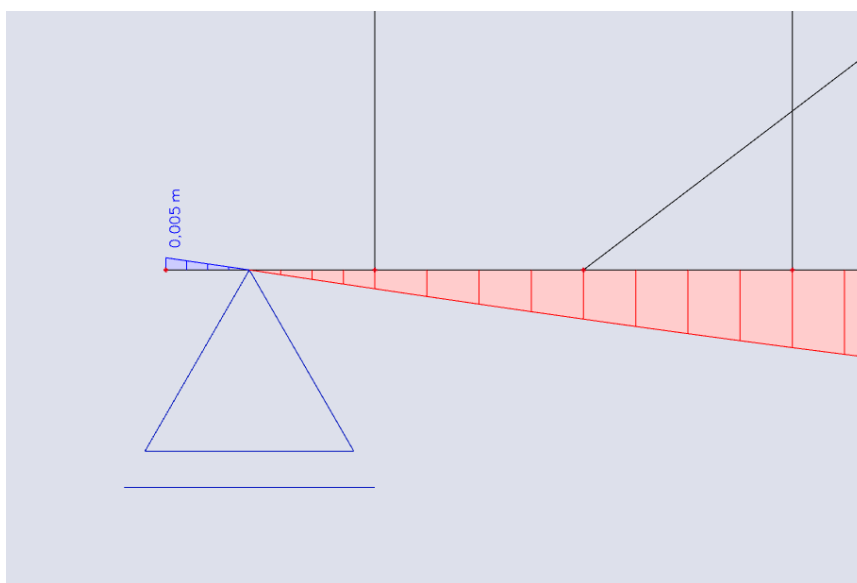
**Obrázek 143: Průhyb od stálého zatížení na hybridním mostě.**

$$u_{z, \text{celk}} = u_{z, \text{dopr} + \text{stálé}} - u_{z, \text{stálé}} = 7,522 - 2,077 = 5,445 \text{ m} < L / 600 = 5,5 \text{ m}$$

Vyhovuje



Obrázek 144: Průhyb na konci mostu od dopravního a stálého zatížení na hybridním mostě.



Obrázek 145: Průhyb na konci mostu od stálého zatížení na hybridním mostě.

$$u_{z, \text{celk}} = u_{z, \text{dopr} + \text{stálé}} - u_{z, \text{stálé}} = -0,003 - 0,005 = \left| -0,008 \right| \text{ m} < 0,010 \text{ m} \quad \text{Vyhovuje}$$

Navržená konstrukce vyhovuje z hlediska omezení průhybu i deformací na koncích mostu.

## 4.9. 3D model

Rovinný model slouží dobře pro ladění konstrukce a hledání variant řešení přemostění. U mořských oblastí jsou rychlosti větru větší než ve vnitrozemí a mohou být rozhodujícím zatížením pro návrh konstrukce, proto je třeba prověřit i příčný směr na prostorovém modelu, na kterém se nejen ověří správnost návrhu z 2D modelu, ale také se posoudí konstrukce na vodorovná namáhání.

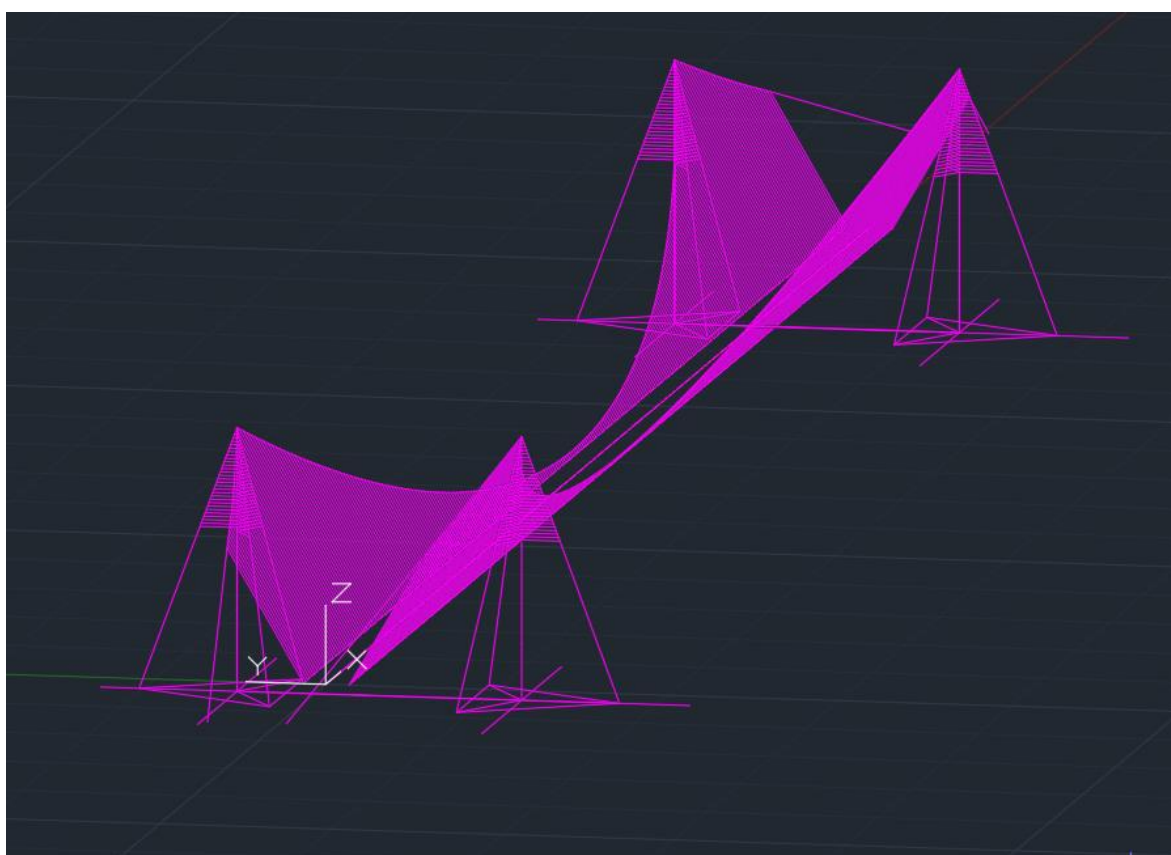
Boční zatížení větrem je u takovéto konstrukce zásadní, pomocí ručního lineárního výpočtu na zjednodušeném statickém schématu lze předpovídat, že ohybový moment  $M_z$ , bude opravdu významný. Toto zatížení je tak důležité, že bylo navrženo nové vedení visutých kabelů a tvar pylonů. Příčným skloněním visutých závěsů pod úhlem se výslednice účinné složky předpětí rozdělí do svislého a vodorovného směru a dodá nosné konstrukci tuhost a stabilitu i v příčném směru. Skloněné visuté závěsy lze vidět i v historicky dříve navržených variantách pro toto přemostění, tuhost konstrukce příznivě vzroste nejen na působení větru, ale napomáhá také při seismicitě. Zemětřesení v této oblasti jsou skutečnou zkouškou pro všechny stavební objekty a je třeba zavést takové konstrukční řešení, aby se předešlo fatálním katastrofám. Visuté konstrukce jsou ideální pro seismické oblasti a prostorově zakřivenými visutými lany lze dosáhnout poměrně velkého tlumení oscilací konstrukce způsobené zemětřesením i její stabilizace ve vodorovném směru.

Na základě předběžného posouzení konstrukce ve vodorovném směru bylo tedy navrženo nové prostorové uspořádání lan i závěsů a k tomu přizpůsobené pylony. Visuté závěsy se navrhly pod sklonem  $30^\circ$  v místě uchycení do visutých lan. Aby byla konstrukce prostorově tuhá, byla navržena nová prostorově zakřivená visutá lana, která by dodržovala konstantní sklon mezi pylony a mostovkou. Pod takovýmto sklonem se vzájemná vzdálenost pylonů zvětší natolik, že již nelze uvažovat se ztužujícím příčником pro vzájemné spolupůsobení. Na každém konci mostu budou tedy 2 samostatné pylony nesoucí visuté lano a z něj ještě budou připojené šikmé závěsy hybridní konstrukce. Z uspořádání a vzdáleností je jisté, že pylon bude namáhán excentrickými silami a svojí tuhostí musí odolat kroutícím účinkům od zatížení na mostě. Po prokonzultování vícero

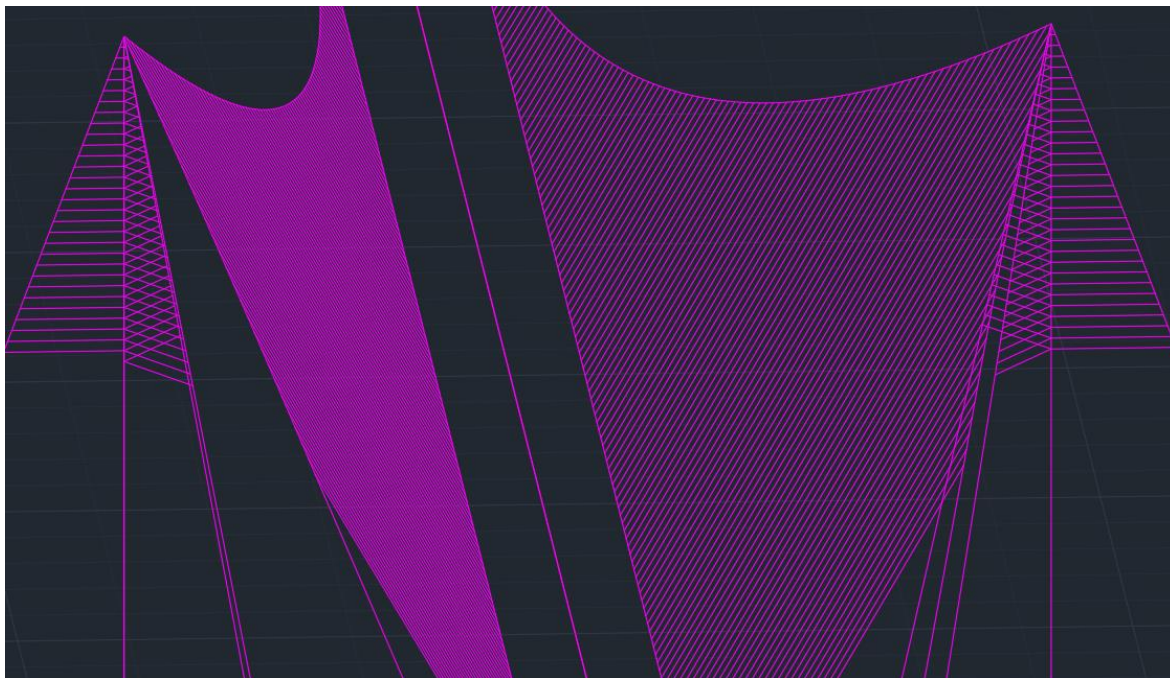


variant byl vybrán pylon, který bude mít 3 stojiny pro zajištění prostorové tuhosti a ve vrcholu, kde jsou připojeny visuté a závěsné systémy, bude ztužen příčníky. Pylony připomínají tvar jehlanu s trojúhelníkovou postavou a jsou natočeny vůči mostu tak, aby 2 stojiny byly co nejbližší mostu. Další náležitosti jsou zřejmé z přiložených vizuálních náhledů.

Prostorový model byl nejprve připraven ve výkresovém prostředí AutoCad, kde byl odladěn a poté vložen jako čárový podklad do SCIA Engineer.



Obrázek 146: Prostorový model hybridního mostu v AutoCadu.

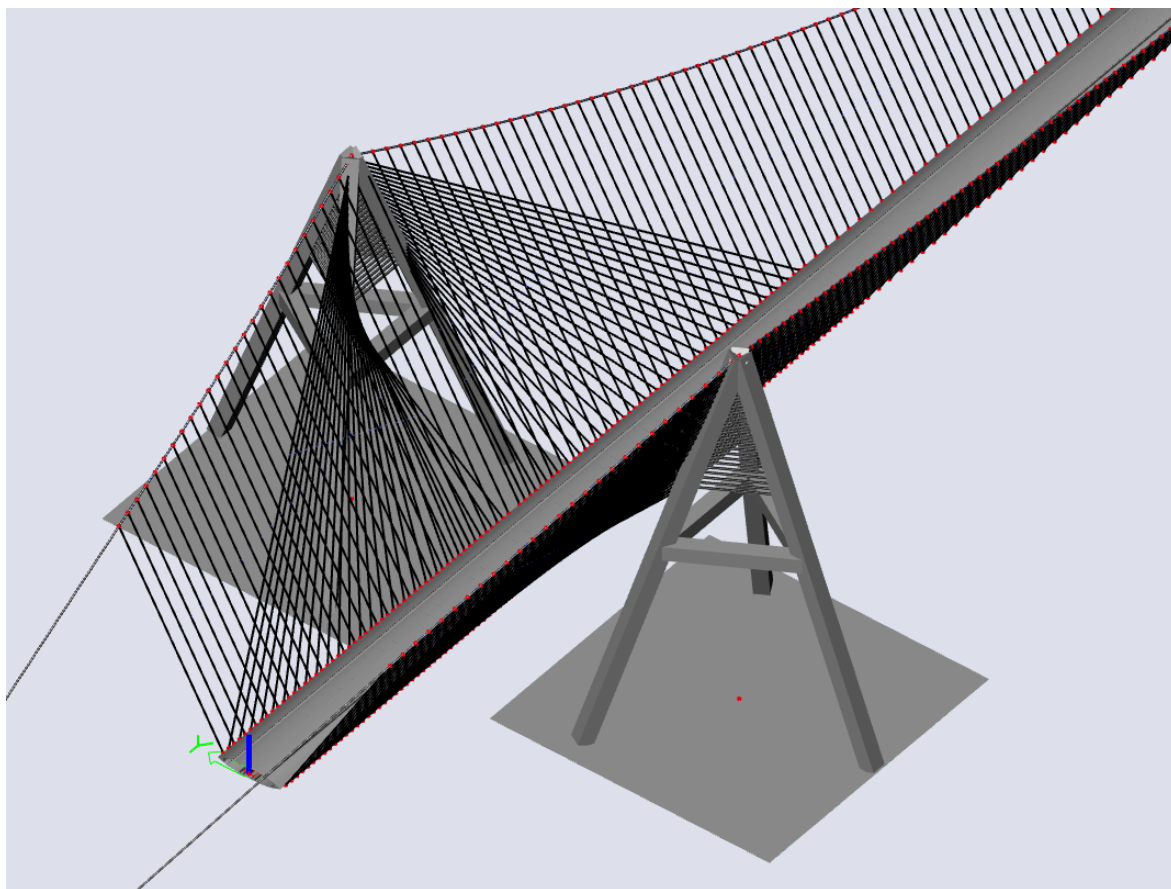


Obrázek 147: Detail prostorově zakřiveného visutého lana.

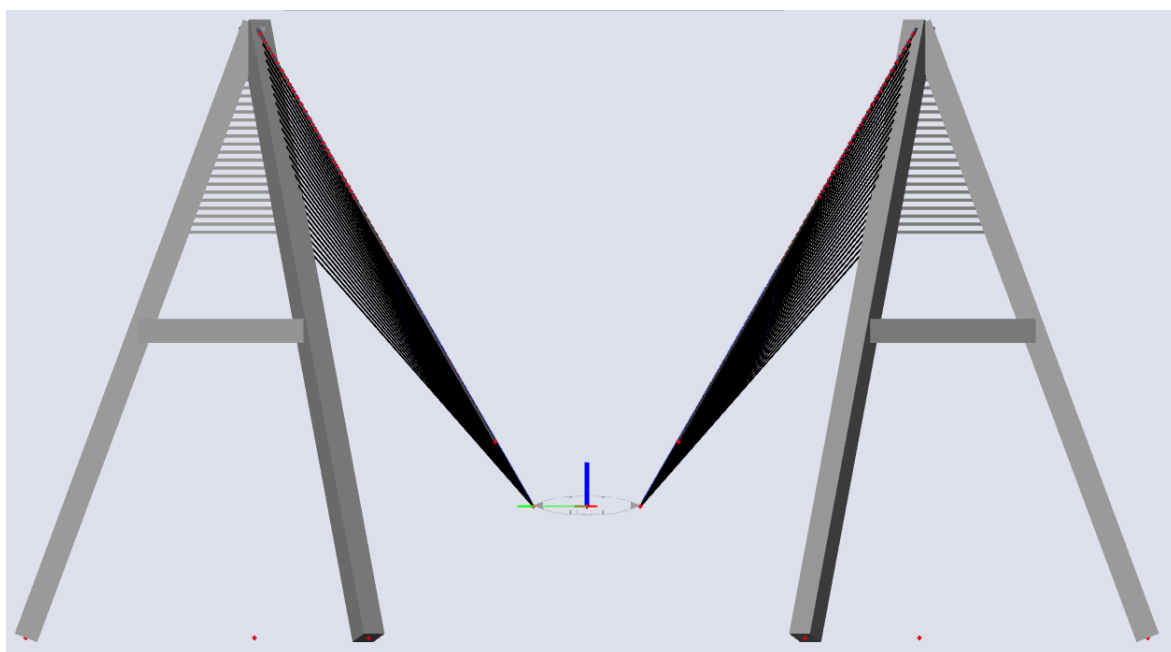
Pomocí čárového podkladu byl vytvořen prostorový prutový model, kde každý prvek měl odpovídající tvary, které byly odladěny v průběhu celé práce. Kvůli respektování působení konstrukce (v tomto případě závěsů) a zároveň dodržení geometrie, tak byla nosná konstrukce, která byla navržena jako prutový prvek, připojena k závěsům pomocí tuhých vazeb. Průřez nosné konstrukce je stejný jako ve 2D modelu, pro prvotní návrh je 1D prvek ideální pro odladění nelineárního výpočtu a zadávání zatížení.



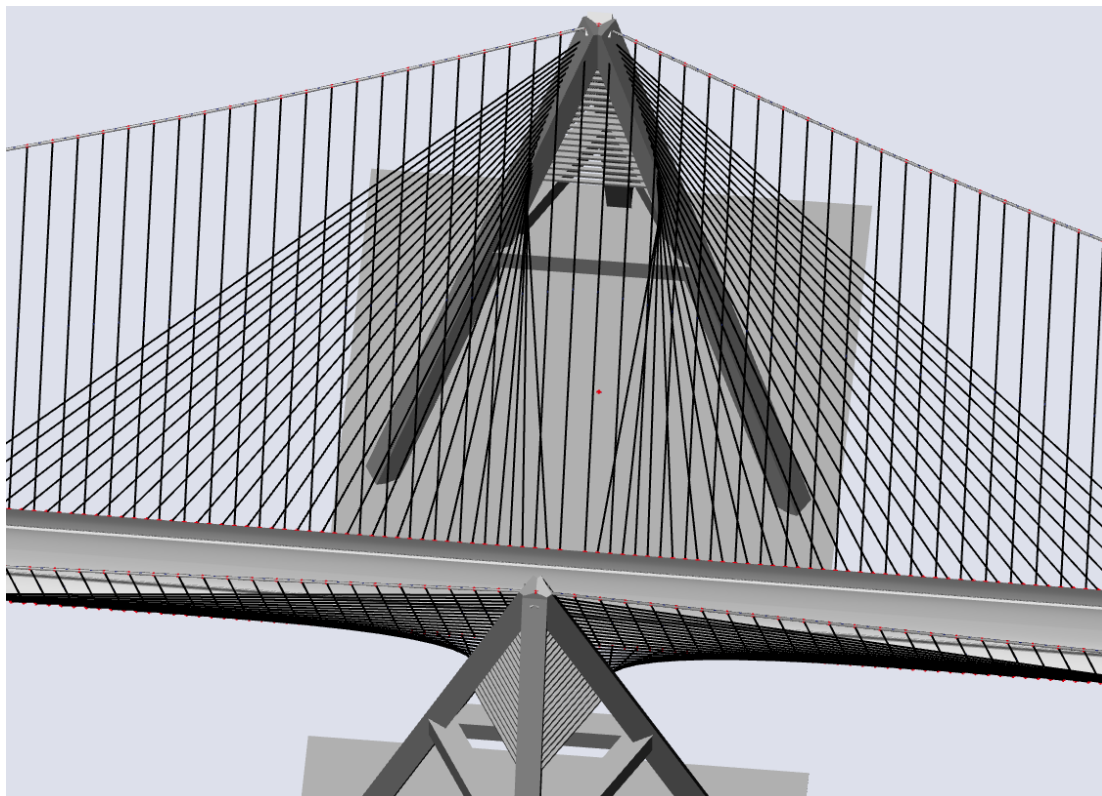
Obrázek 148: Prostorový model hybridního mostu ve SCIA Engineer.



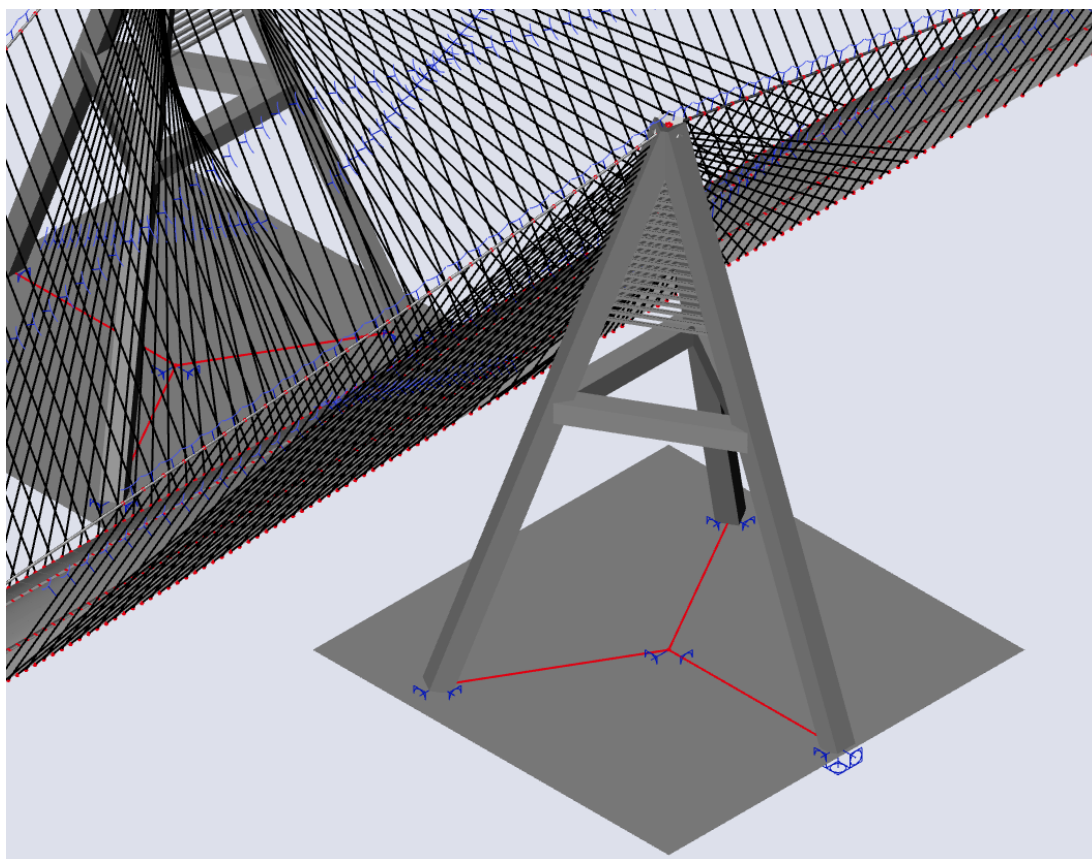
Obrázek 149: Hmotný prostorový model hybridního mostu ve SCIA Engineer.



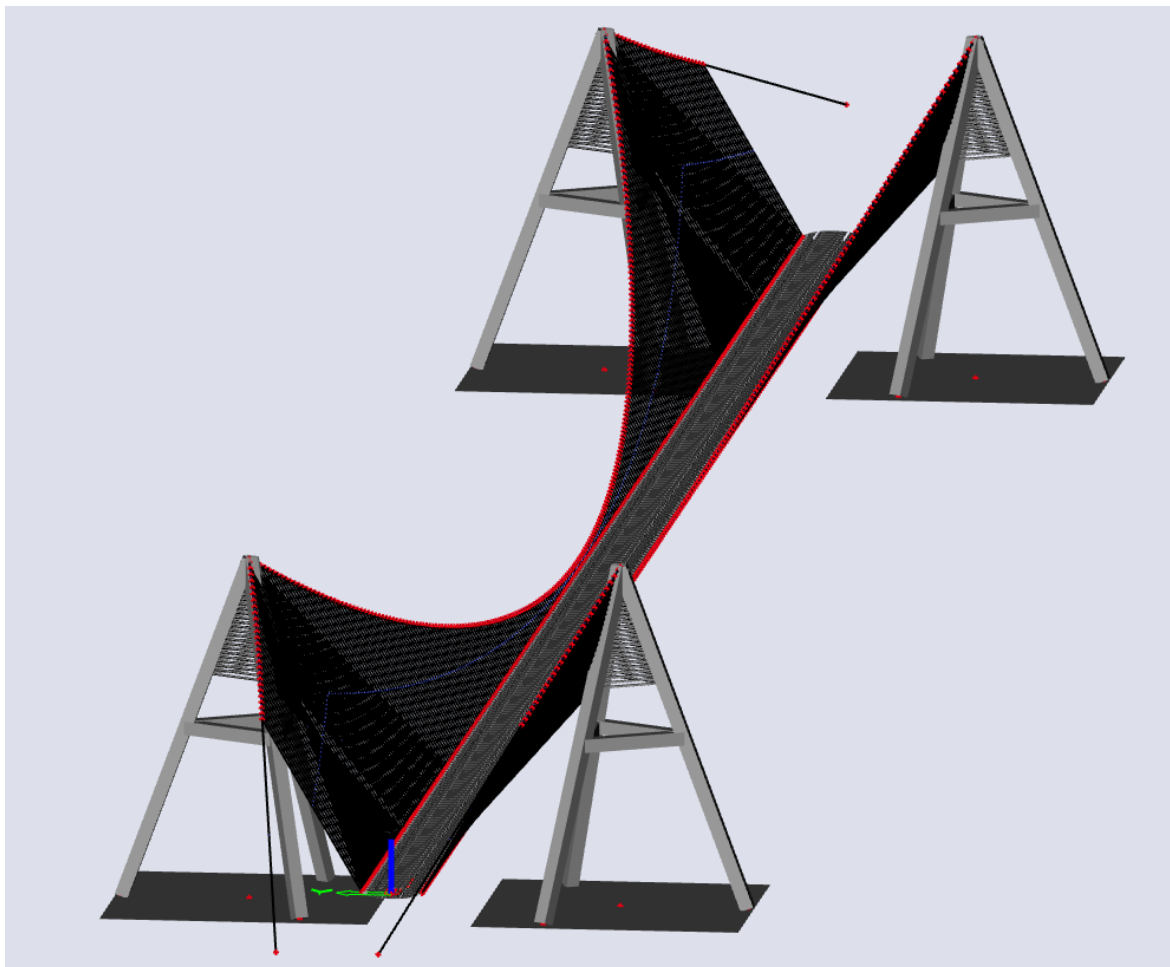
Obrázek 150: Pohled na hybridní most v příčném směru.



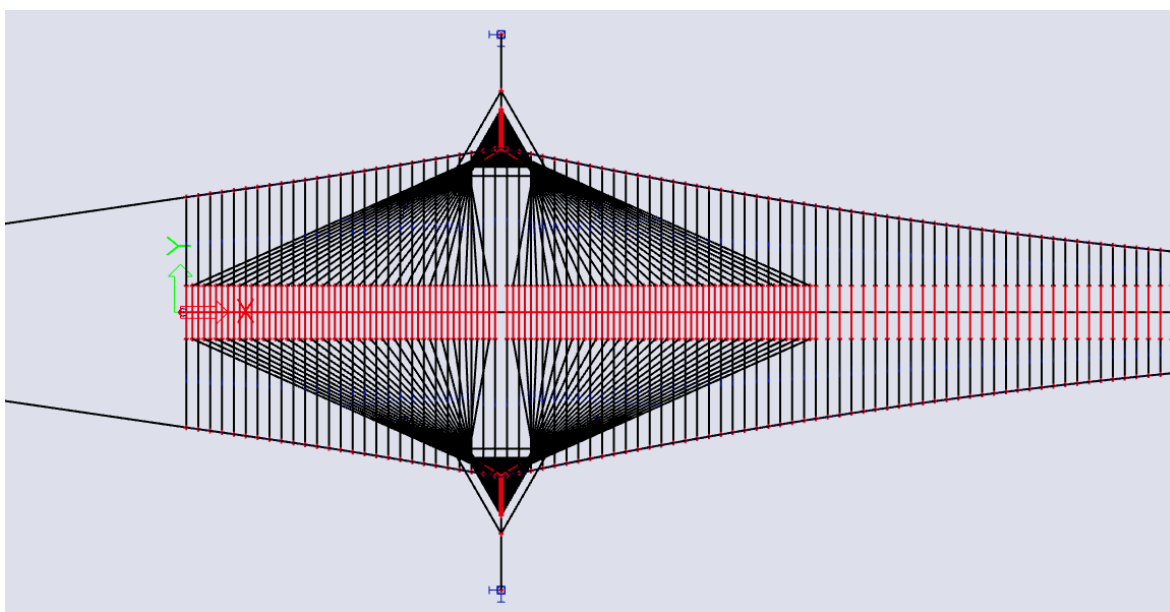
**Obrázek 151: Detail napojení šikmých závěsů a visutých lan na pylony.**



**Obrázek 152: Detail pylonu hybridního mostu.**

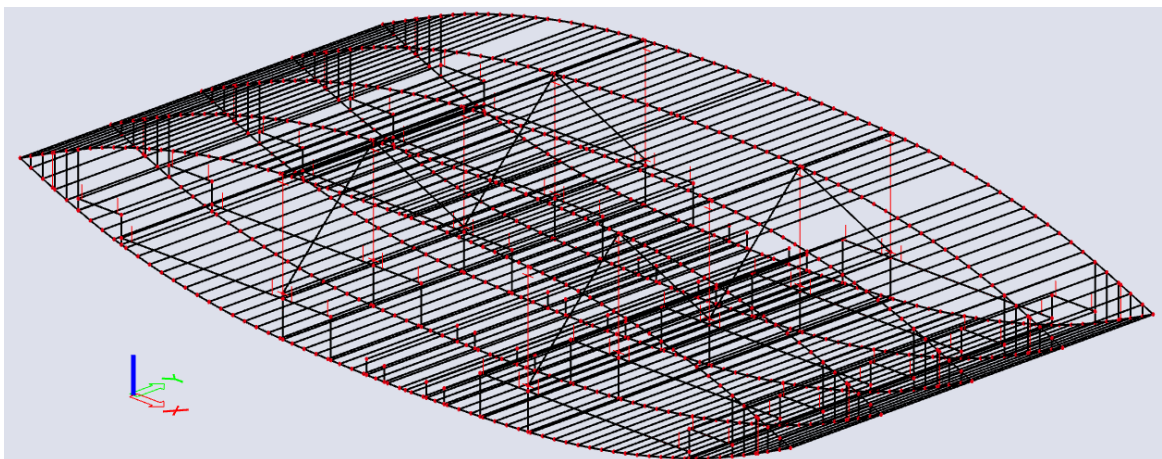


Obrázek 153: Pohled na prostorově zakřivené visuté lano ve SCIA Engineer.

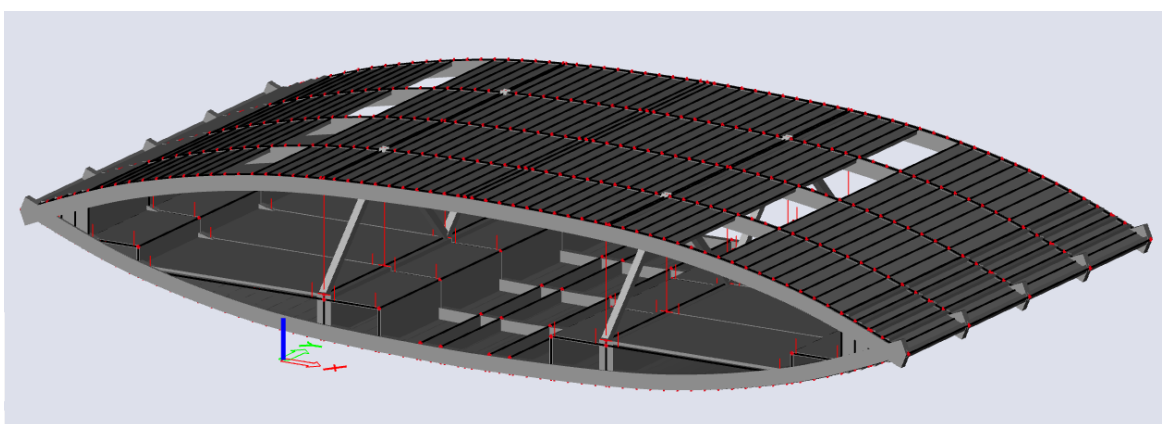


Obrázek 154: Pohled shora na hybridní závěsný systém. Napojené novné konstrukce a závěsů pomocí tuhých vazeb.

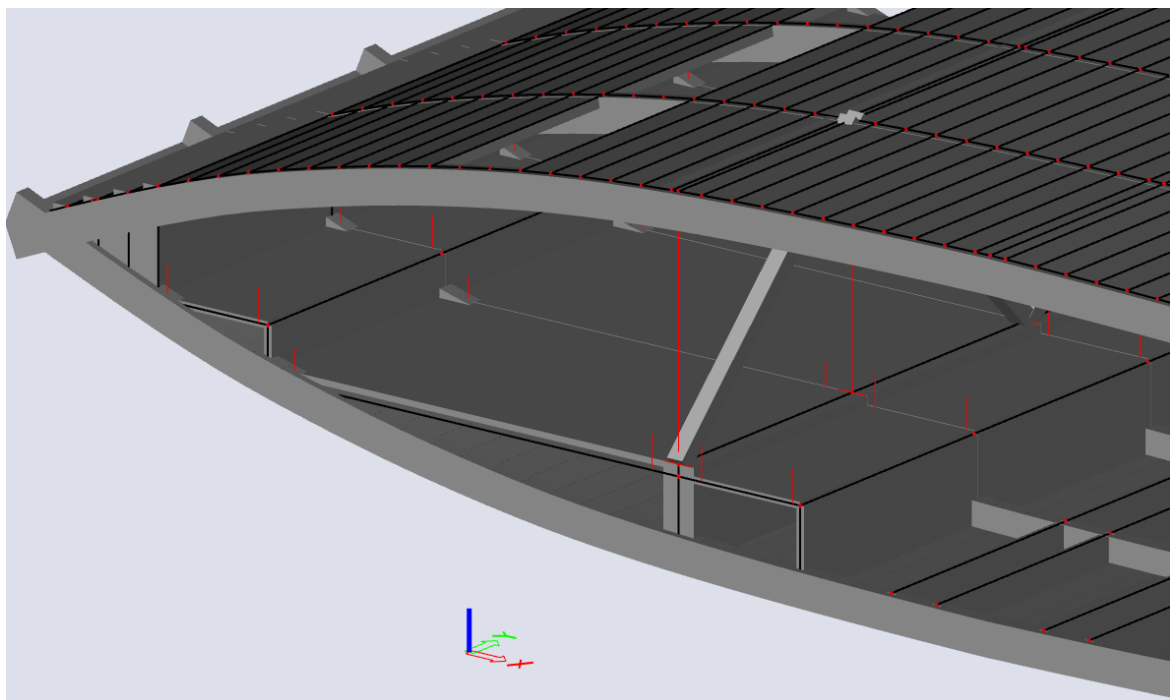
Původní představa 3D modelu byla taková, že i nosná konstrukce bude prostorovou konstrukcí, a tak se souběžně pracovalo na dalším 3D modelu, který by simuloval chování prefabrikovaného segmentu. Představa byla taková, že po vytvoření výpočetního modelu segmentu, se konstrukce opakovaně mnohokrát nakopíruje a vloží by se do prutového modelu pro exaktnější analýzu konstrukce. Segment se skládá ze skořepin a prutů, které solidně vystihují hmotu a prostorové uspořádání prefabrikátu. Navzdory snaze o exaktnější prostorový model, počítač a výpočetní software přestaly spolupracovat při kopírování segmentů okolo délky 2 km, technika dala jasně najevo, že počet prvků a jejich složitost napojení je nad jejich výpočetní síly. Touto překážkou se od varianty opustilo.



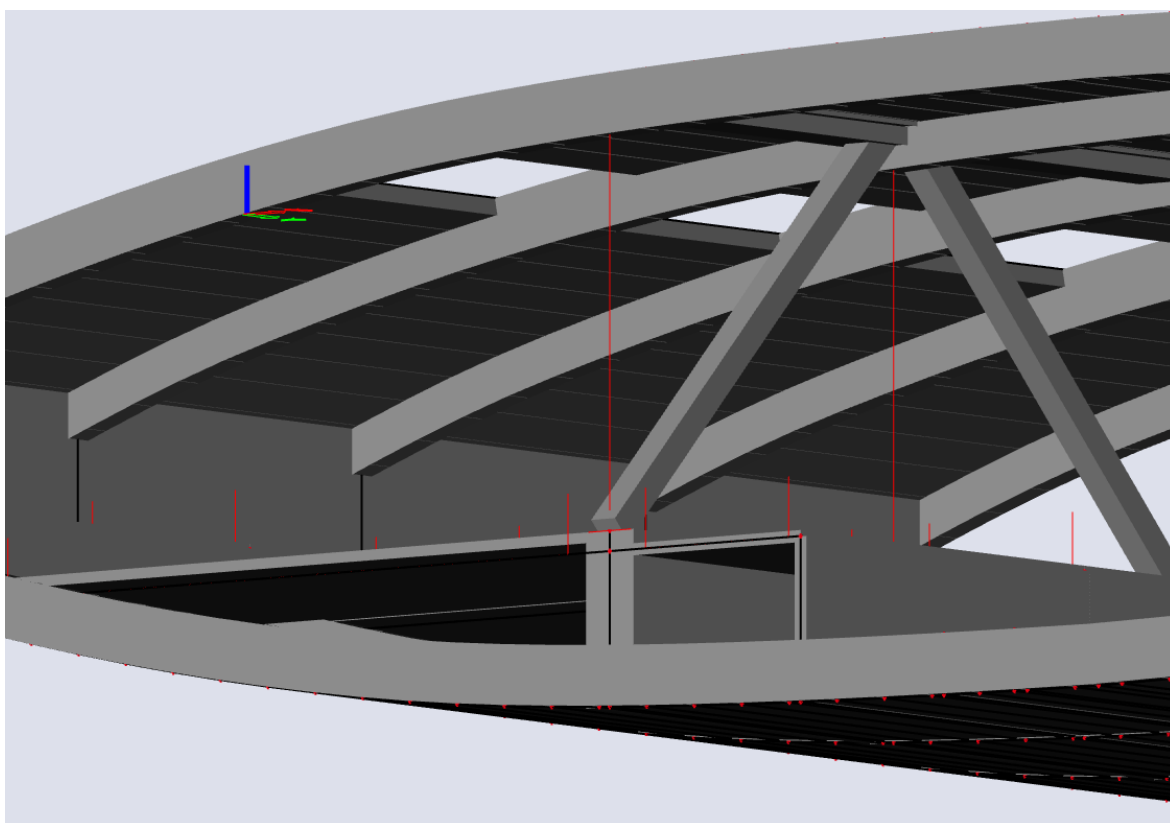
Obrázek 155: Rastr prostorového modelu UHPFRC segmentu.



Obrázek 156: Pohled na hmotný prostorový model UHPFRC segmentu.

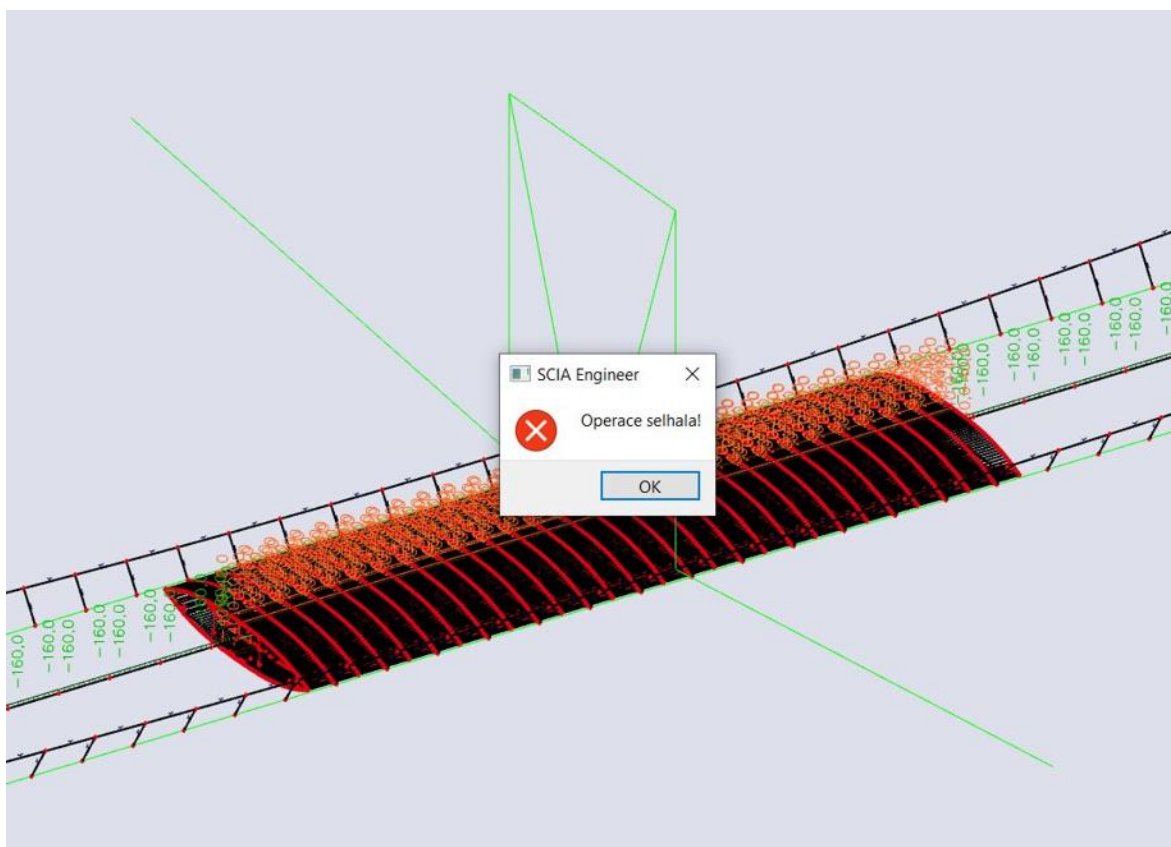


Obrázek 157: Detail prostorového uspořádání UHPFRC segmentu.



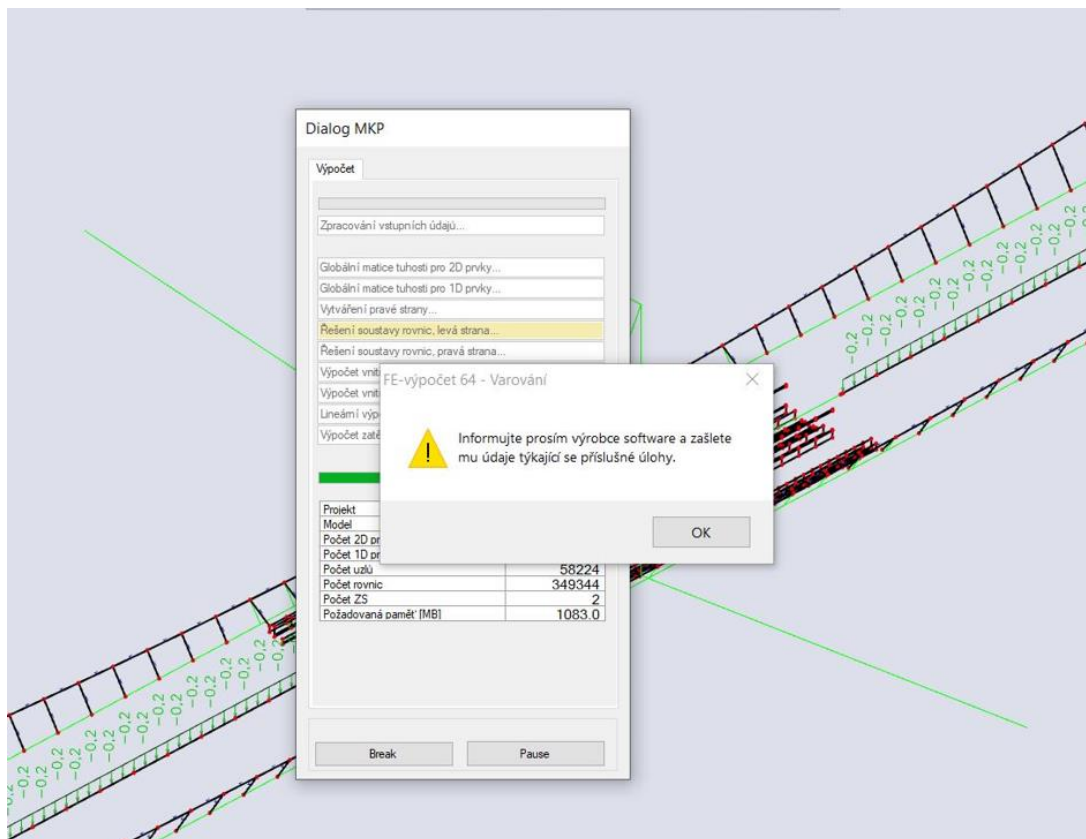
Obrázek 158: Pohled na příhradový nosník, žebra a skořepinu s otvory pro plexiskla.

Správnost namodelování segmentu byla prověřena srovnáním automaticky vygenerované vlastní tíhy výpočetním modelem a vlastní tíhou vypočtenou analyticky v Excelu. Pro výpočet mezních stavů se vymyslela náhradní varianta a to taková, že se nakopíruje softwarem snesitelný počet segmentů a vloží se pouze v určitém výseku na místo 1D nosné konstrukce v prostorovém modelu mostu. Pro tyto účely se vytvořilo 7 segmentů, které dohromady vytváří 210 m nosné konstrukce, která se napojí na závěsy pomocí tuhých vazeb. Z neznámých důvodů nebylo možné segmenty na stávající model připojit, software hlásí selhání operace, ale již neobeznamuje uživatele, v čem spočívá chyba. Komerční software žádal o informování výrobce ohledně řešené úlohy.



**Obrázek 159: Napojení prostorové konstrukce segmentu na stávajícím prostorovým modelem.**





Obrázek 160: Hlášení softwaru o neproběhnutí výpočtu.

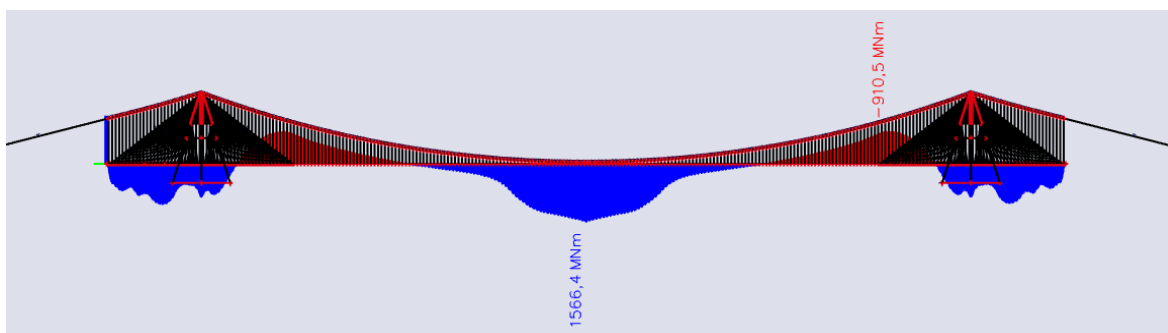
Výrobce softwaru byl obeznámen o údajích týkající se příslušné úlohy a je problém řešen se zákaznickou podporou. Z časových důvodů se ale od této varianty upustilo s tím, že se nosná konstrukce posoudí pouze na prutovém prvku. Výsek 210 m konstrukce se použije pro posouzení konstrukce v příčném směru na lokální účinky individuálně.

#### 4.10. Předpětí visutého lana, svislých a šikmých závěsů

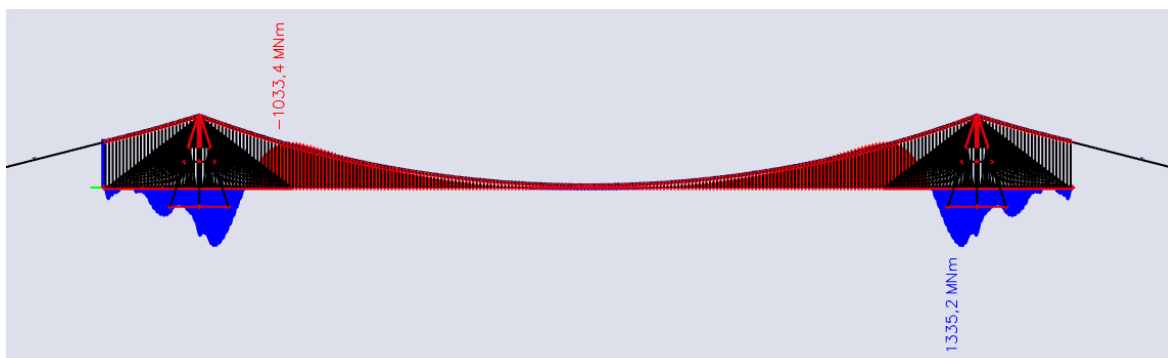
Konstrukci tvoří stovky nelineárních prvků, které při správné předpínací síle mají příznivé účinky na vnitřní síly v mostovce. Předpínání probíhalo iteračně metodou pokusů až do dosažení uspokojivých výsledků. Hybridní závěsný systém se chová velmi citlivě na jakoukoli změnu předpětí, při nevhodném návrhu předpětí vznikají špičky napětí v konstrukci, kterých je nutno se vyvarovat. Optimalizace předpětí u takto složité konstrukce je úlohou, kterou lze odladit několik týdnů. Pro studijní účely však postačil takový návrh, aby se vnitřní síly co nejvíce podobaly hodnotám v 2D modelu.

#### 4.11. Zatěžovací stavy a kombinace

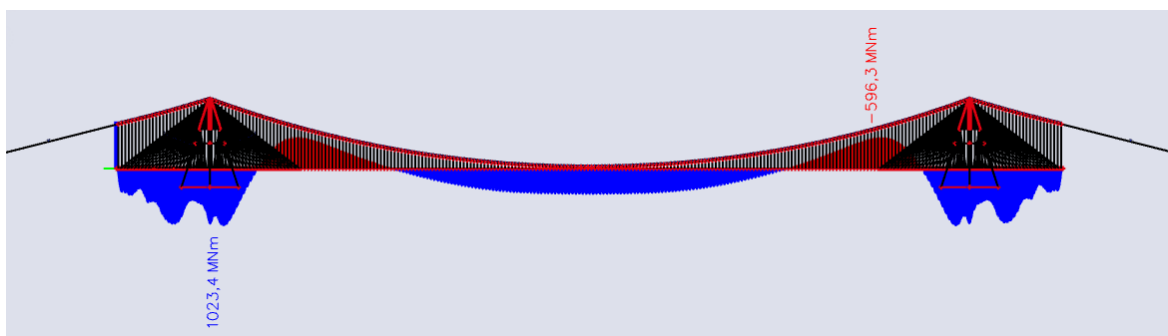
Nelineární výpočty u prostorové konstrukce probíhají iteračními metodami (např. Newthon-Raphson, Picard, atd.), které mohou při větším počtu kombinací trvat i hodiny. Z důvodu časové efektivity byla konstrukce zatížena pouze zatěžovacími stavy od kombinací, které vyvodily v 2D modelu minimální a maximální účinky v konstrukci. Posoudí se ve 3D modelu pouze průřez 1/4 L1 a 1/2 L2 na charakteristickou kombinaci, kvazi-stálou a na kombinaci zatížení dle 6.10a protože zatížení vlastní tíhou je dominantní.



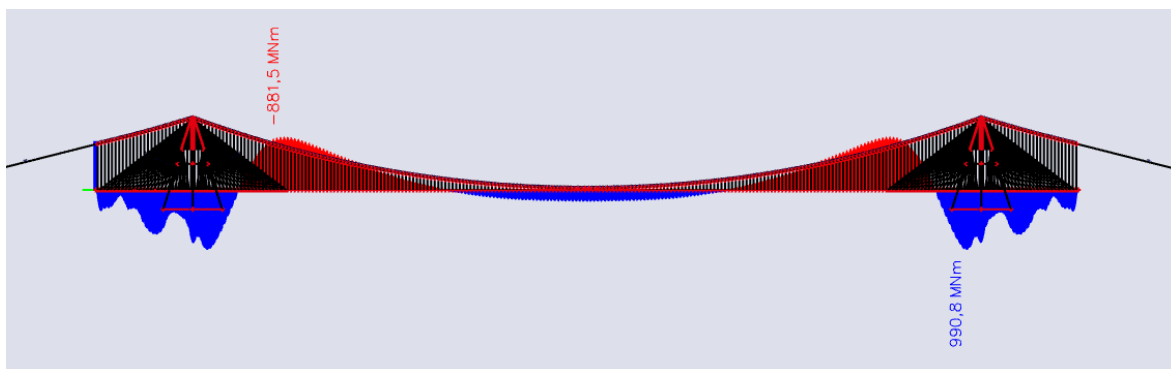
Obrázek 161: Char-max\_1/2 L2 My.



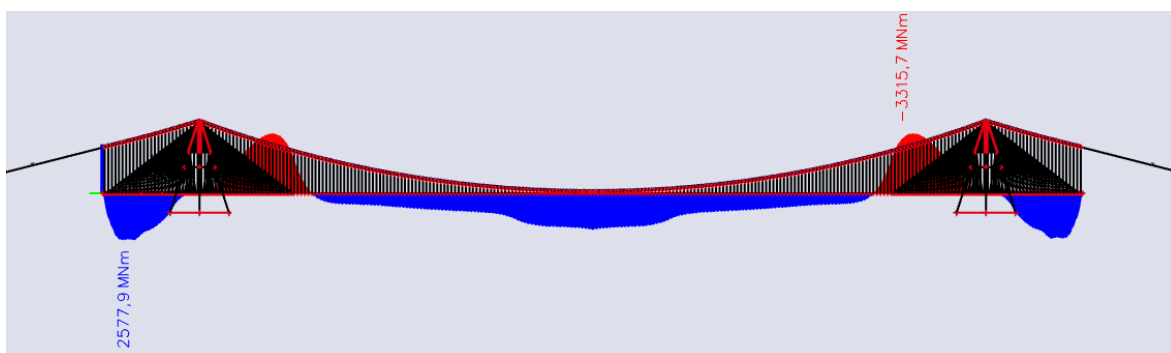
Obrázek 162: Char- min\_1/2 L2 My



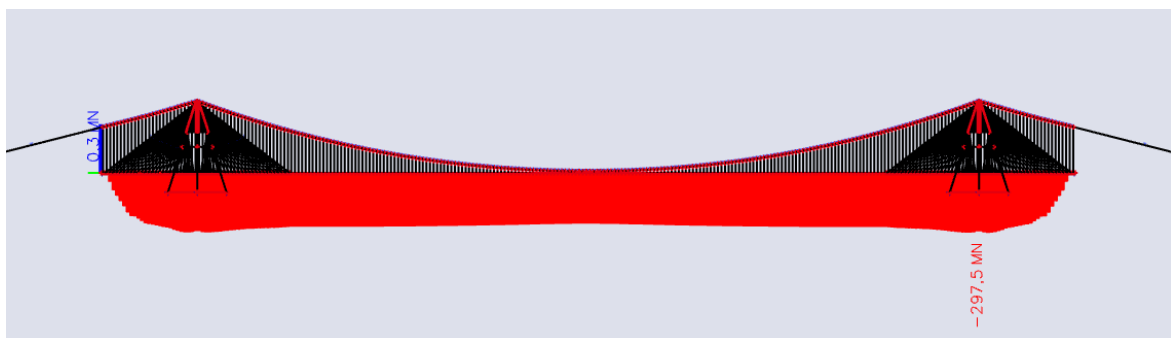
Obrázek 163: Kvazi-max 1/2 L2 My.



Obrázek 164: Kvazi-min 1/2 L2 My.



Obrázek 165: 6.10a max 1/2 My.



Obrázek 166: Char-max 1/2 L2 N.

Na základě provedených výpočtů lze říci, že 2D a 3D model konstrukce zachovává srovnatelné principy působení, úplně stejně se ale samozřejmě nechová. Výsledky se liší zejména kvůli návrhu předpětí, které nelze navrhnout stejně jako ve 2D modelu, protože citlivost závěsného systému je jiná, stejně jako její chování. Ladění předpětí mělo hlavně za cíl dosažení podobných výsledků, aby se ověřil návrh předpínací výztuže z 2D modelu, ale možnosti celkové

optimalizace jsou bez debaty široké. Tento návrh předpětí potvrzuje, že konstrukce je skutečně možná předepnout na rozumné hodnoty napětí.

**Tabulka 78: Přehled vnitřních sil v posuzovaných řezech na hybridní prostorovém modelu.**

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/4 L1}$ [MNm]	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/4 L1}$ [MN]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Char-max	1418,4	1566,1	-176,6	-250,3
	Char-min	-916,1	61,6	-158,9	-287,4
	Kvazi-max	469,7	464,9	-171,2	-281,1
	Kvazi-min	-156,4	193,4	-161,3	-283,0
MSÚ	6.10a-max	2888,9	2016,4	-197,1	10,1

## 4.12. Ověření návrhu předpínací výztuže

### 4.12.1. Ověření MSP – Omezení napětí (trhlin)

Posouzením napětí v krajních vláknech se posoudí správnost návrhu předpínací výztuže z předešlého modelu. Kvůli posouzení na MSÚ se posoudí i napětí pro kombinaci 6.10a na konci životnosti a uvedení do provozu ve 1/4 L1.

**Tabulka 79: Napětí v 1/4 L1 na konci životnosti.**

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/4 L1} = \frac{-176,6}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-1418,4}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,847 + -7,600 + -12,207 + 1,376 = -21,28$ MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-max,1/4 L1} = \frac{-176,6}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{1418,4}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,847 + -7,600 + 10,129 + -1,142 = -1,46$ MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/4 L1} = \frac{-158,9}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{916,1}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,562 + -7,600 + 7,884 + 1,376 = -0,90$ MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char-min,1/4 L1} = \frac{-158,9}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-916,1}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,562 + -7,600 + -6,543 + -1,142 = -17,85$ MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L1} = \frac{-171,2}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-470}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,760 + -7,600 + -4,042 + 1,376 = -13,03$ MPa	$> 0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-max,1/4 L1} = \frac{-171,2}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{470}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,760 + -7,600 + 3,354 + -1,142 = -8,15$ MPa	$> 0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L1} = \frac{-161,3}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{156}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -2,601 + -7,600 + 1,346 + 1,376 = -7,48$ MPa	$> 0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Kvazi-min,1/4 L1} = \frac{-161,3}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-156}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -2,601 + -7,600 + -1,117 + -1,142 = -12,46$ MPa	$> 0,45 f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-2889}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -3,178 + -7,600 + -24,861 + 1,376 = -34,26$ MPa	$> f_{ct} = -86,7$ MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{6.10a-max,1/4 L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{2889}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -3,178 + -7,600 + 20,631 + -1,142 = 8,71$ MPa			TAH

Tabulka 80: Předpínací výztuž v 1/4 L1 při uvedení do provozu.

	<b>DOLNÍ</b>	N	A	$\sigma_{p,kZ,N}$	e	M=N*e	$W_{y,eI}$	$\sigma_{p,kZ,M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	D1	-6,9	62,0	-0,1	0,397	-2,76	140,0	-0,02
	D2	-6,9	62,0	-0,1	1,353	-9,40	140,0	-0,07
SKOŘEPINA	D3	-6,9	62,0	-0,1	5,330	-37,04	140,0	-0,26
	D4	-6,9	62,0	-0,1	5,299	-36,83	140,0	-0,26
	D5	-6,9	62,0	-0,1	5,256	-36,53	140,0	-0,26
	D6	-6,9	62,0	-0,1	5,197	-36,12	140,0	-0,26
	D7	-6,9	62,0	-0,1	5,117	-35,56	140,0	-0,25
	D8	-6,9	62,0	-0,1	5,007	-34,80	140,0	-0,25
	D9	-6,9	62,0	-0,1	4,853	-33,73	140,0	-0,24
	D10	-6,9	62,0	-0,1	4,636	-32,22	140,0	-0,23
	D11	-6,9	62,0	-0,1	4,346	-30,20	140,0	-0,22
	D12	-6,9	62,0	-0,1	3,996	-27,77	140,0	-0,20
	D13	-6,9	62,0	-0,1	3,581	-24,89	140,0	-0,18
	D14	-6,9	62,0	-0,1	3,108	-21,60	140,0	-0,15
	D15	-6,9	62,0	-0,1	2,564	-17,82	140,0	-0,13
PŘÍHRADA	D21	-10,3	62,0	-0,2	4,353	-44,96	140,0	-0,32
	D22	-10,3	62,0	-0,2	3,653	-37,73	140,0	-0,27
	D23	-10,3	62,0	-0,2	2,953	-30,50	140,0	-0,22
NOSNÍKY	D25	-10,3	62,0	-0,2	4,936	-50,99	140,0	-0,36
	D26	-10,3	62,0	-0,2	4,936	-50,99	140,0	-0,36

	<b>HORNÍ</b>	N	A	$\sigma_{p,kZ,N}$	e	M=N*e	$W_{y,eI}$	$\sigma_{p,kZ,M}$
		[MN]	[A]	[MPa]	[m]	[MNm]	[m <sup>3</sup> ]	[MPa]
STRANA	H1	-6,9	62,0	-0,1	-0,558	3,88	116,2	0,03
	H2	-6,9	62,0	-0,1	-1,654	11,49	116,2	0,10
	H3	-6,9	62,0	-0,1	-2,750	19,11	116,2	0,16
SKOŘEPINA	H4	-6,9	62,0	-0,1	-6,447	44,80	116,2	0,39
	H5	-6,9	62,0	-0,1	-6,416	44,59	116,2	0,38
	H6	-6,9	62,0	-0,1	-6,373	44,29	116,2	0,38
	H7	-6,9	62,0	-0,1	-6,314	43,88	116,2	0,38
	H8	-6,9	62,0	-0,1	-6,233	43,32	116,2	0,37
	H9	-6,9	62,0	-0,1	-6,124	42,56	116,2	0,37
	H10	-6,9	62,0	-0,1	-5,970	41,49	116,2	0,36
	H11	-6,9	62,0	-0,1	-5,752	39,98	116,2	0,34
	H12	-6,9	62,0	-0,1	-5,112	35,53	116,2	0,31
	H13	-6,9	62,0	-0,1	-4,698	32,65	116,2	0,28
	H14	-6,9	62,0	-0,1	-4,225	29,36	116,2	0,25
	H15	-6,9	62,0	-0,1	-3,681	25,58	116,2	0,22
	PŘÍHRADA	H16	-6,9	62,0	-0,1	-5,656	39,31	116,2

**Tabulka 81: Napětí v 1/4 L1 při uvedení do provozu.**

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,max,1/4 L1} = \frac{-176,6}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{-1418,4}{116,2} + \frac{181,2}{116,2} = -2,847 + -8,613 + -12,207 + 1,560 = -22,11$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,max,1/4 L1} = \frac{-176,6}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{1418,4}{140,0} + \frac{-181,2}{140,0} = -2,847 + -8,613 + 10,129 + -1,294 = -2,63$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,min,1/4 L1} = \frac{-158,9}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{122,2}{116,2} + \frac{181,2}{116,2} = -2,562 + -8,613 + 1,052 + 1,560 = -8,56$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,min,1/4 L1} = \frac{-158,9}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{-122,2}{140,0} + \frac{-181,2}{140,0} = -2,562 + -8,613 + -0,873 + -1,294 = -13,34$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,max,1/4 L1} = \frac{-171,2}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{156}{116,2} + \frac{181,2}{116,2} = -2,760 + -8,613 + 1,346 + 1,560 = -8,47$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,max,1/4 L1} = \frac{-171,2}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{-156}{140,0} + \frac{-181,2}{140,0} = -2,760 + -8,613 + -1,117 + -1,294 = -13,78$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,min,1/4 L1} = \frac{-161,3}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{-117}{116,2} + \frac{181,2}{116,2} = -2,601 + -8,613 + -1,009 + 1,560 = -10,66$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,min,1/4 L1} = \frac{-161,3}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{117}{140,0} + \frac{-181,2}{140,0} = -2,601 + -8,613 + 0,838 + -1,294 = -11,67$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a,max,1/4 L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{-2889}{116,2} + \frac{181,2}{116,2} = -3,178 + -8,613 + -24,861 + 1,560 = -35,09$	MPa	>	$f_{td} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a,max,1/4 L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{2889}{140,0} + \frac{-181,2}{140,0} = -3,178 + -8,613 + 20,631 + -1,294 = 7,55$	MPa					TAH

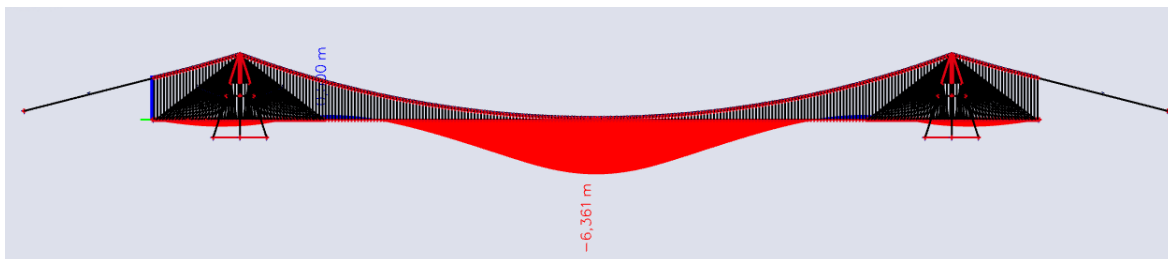
**Tabulka 82: Napětí v 1/2 L2 na konci životnosti.**

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,max,1/2 L2} = \frac{-250,3}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-1566,1}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,036 + -4,350 + -13,478 + 3,688 = -18,2$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,max,1/2 L2} = \frac{-250,3}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{1566,1}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,036 + -4,350 + 11,184 + -3,060 = -0,3$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,min,1/2 L2} = \frac{-287,4}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-61,6}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,634 + -4,350 + -0,530 + 3,688 = -5,8$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Char,min,1/2 L2} = \frac{-287,4}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{61,6}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,634 + -4,350 + 0,440 + -3,060 = -11,6$	MPa	>	$0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,max,1/2 L2} = \frac{-281,1}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-465}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,532 + -4,350 + -4,001 + 3,688 = -9,2$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,max,1/2 L2} = \frac{-281,1}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{465}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,532 + -4,350 + 3,320 + -3,060 = -8,6$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,min,1/2 L2} = \frac{-283,0}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-193}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = -4,563 + -4,350 + -1,664 + 3,688 = -6,9$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{Quazi,min,1/2 L2} = \frac{-283,0}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{193}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = -4,563 + -4,350 + 1,381 + -3,060 = -10,6$	MPa	>	$0,45 f_{tk} = -58,5$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a,max,1/2 L2} = \frac{10,1}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{-2016}{116,2} + \frac{428,5}{116,2} = 0,163 + -4,350 + -17,353 + 3,688 = -17,9$	MPa	>	$f_{td} = -86,7$	MPa	Vyhovuje	TLAK
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{E,10a,max,1/2 L2} = \frac{10,1}{62,0} + \frac{-269,8}{62,0} + \frac{2016}{140,0} + \frac{-428,5}{140,0} = 0,163 + -4,350 + 14,400 + -3,060 = 7,2$	MPa					TAH

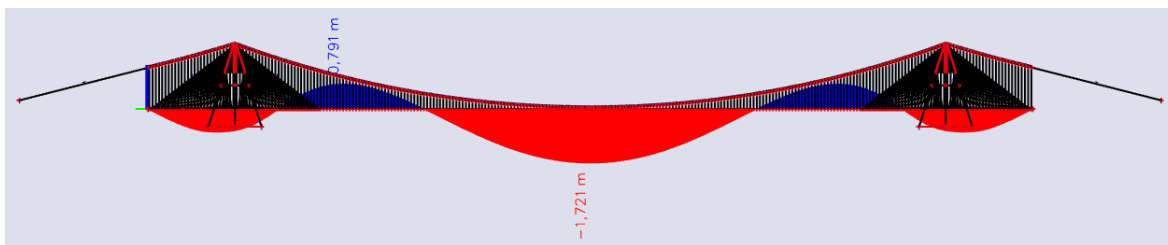
Předpínací výztuž je vyhovující i při kombinacích zatížení na prostorovém modelu. Ověření dekomprese a zabránění vzniku trhlin je splněno na exaktnějším matematickém modelu a lze tedy návrh považovat za adekvátní.

### 4.12.2. Ověření MSP – Omezení průhybu

Mezní průhyb se na konstrukci ověří stejně jako na 2D modelu za předpokladu 80 % železničního a 100 % silničního zatížení uprostřed mostu.



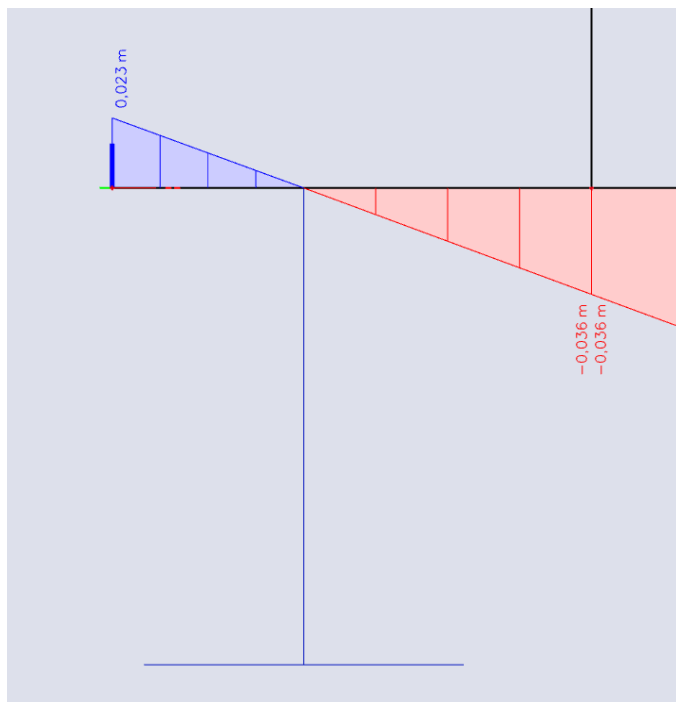
Obrázek 167: Průhyb od stálého, 100 % silničního a 80 % železničního zatížení uprostřed prostorového hybridního mostu.



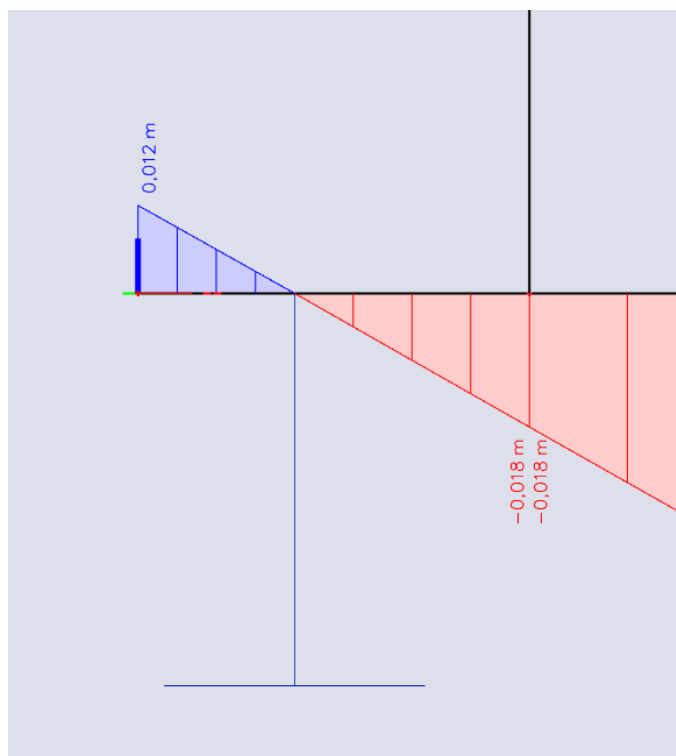
Obrázek 168: Průhyb od stálého zatížení na hybridním mostě.

$$u_{z, \text{celk}} = u_{z, \text{dopr} + \text{stálé}} - u_{z, \text{stálé}} = 6,361 - 1,721 = 4,640 \text{ m} < L / 600 = 5,5 \text{ m} \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení průhybu je v mezích, takže pohoda cestujících je zajištěna.



Obrázek 169: Průhyb na konci mostu od dopravního a stálého zatížení na prostorovém modelu hybridního mostu.



Obrázek 170: Průhyb na konci mostu od stálého zatížení na prostorovém modelu hybridního mostu.

$$u_{z, \text{celk}} = u_{z, \text{dopr} + \text{stálé}} - u_{z, \text{stálé}} = 0,023 - 0,012 = 0,011 \text{ m} < 0,010 \text{ m} \text{ Nevyhovuje}$$

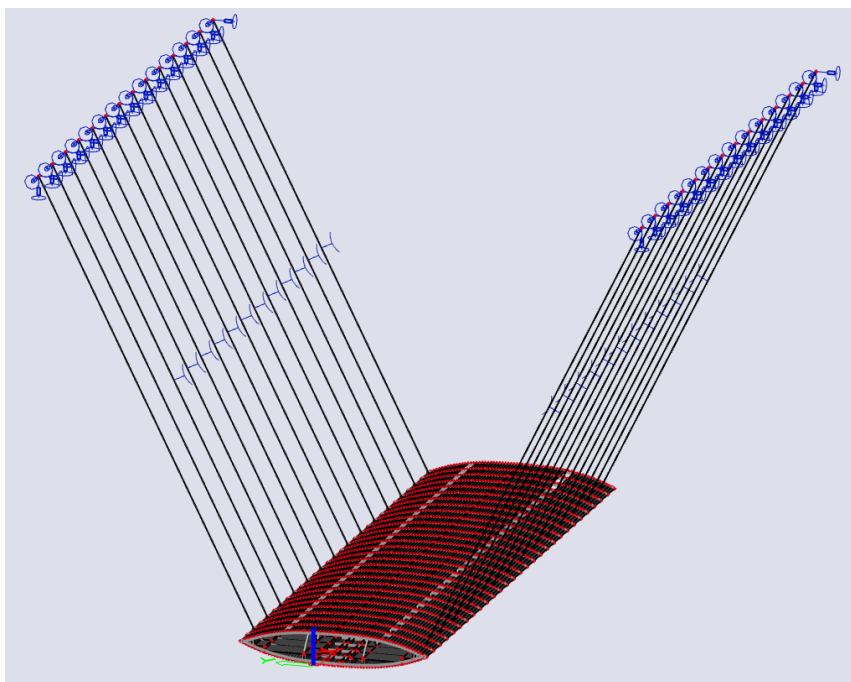


Deformace na krajích mostu nevyhovují o pouhý 1 mm, což by se na 4,11 kilometrech dlouhém mostě dalo posoudit jako přijatelná tolerance (hodnota 10 mm byla pro účely tohoto projektu stanovena předběžně). Deformace lze omezit skrze jiný návrh předpětí v závěsném systému, které skýtá nevyužité rezervy (například by bylo možno poněkud zvýšit pylony a zvětšit průvės hlavních visutých lan).

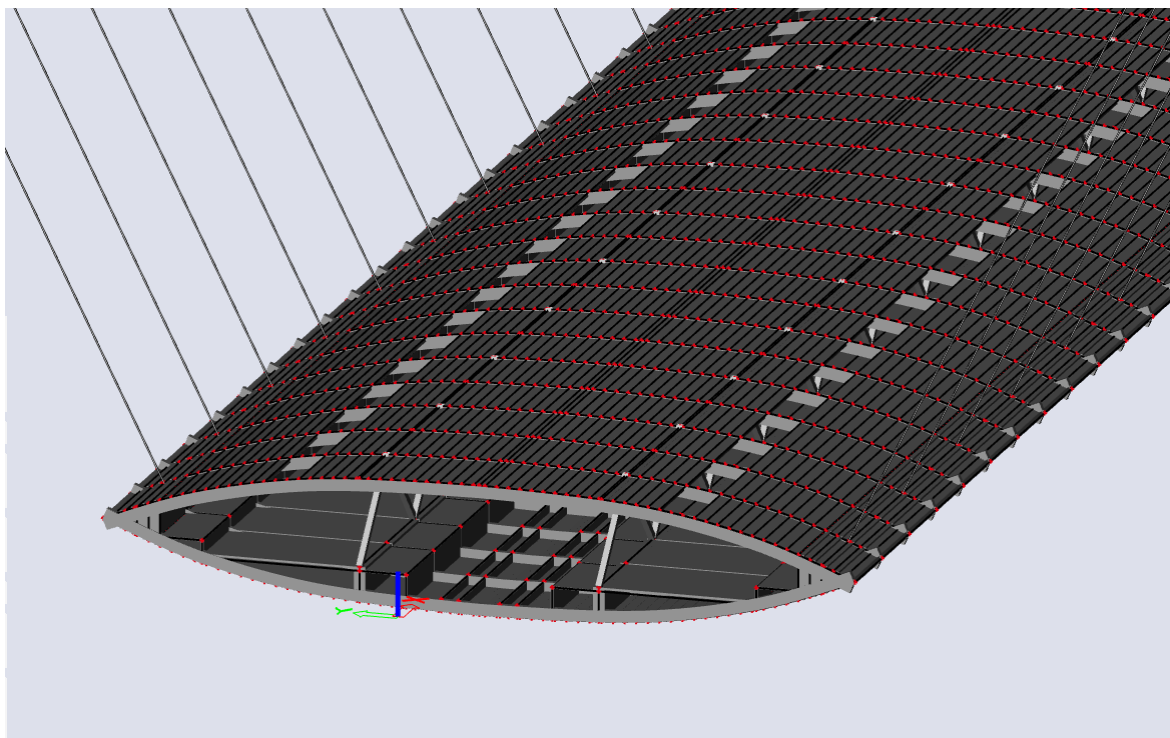
#### 4.13. Návrh předpínací výztuže v příčném směru

Úsek o 7 segmentech, který byl vytvořen dříve, byl využit pro posouzení lokálních účinků od zatížení, a především pro návrh a posouzení předpínací výztuže v příčném směru, umístěné v příčných žebrech.

Segmenty jsou zavěšené na pružných podporách, které mají simulovat spolupůsobení s visutým lanem. Tuhost pružných podpor byla odladěna iteračně až do dosažení podobného průhybu jako v prostorovém modelu celého mostu. Délka závěsů byla zvolená jako průměr svislých závěsů na konstrukci a byla jim taktéž přidělena nelinearita.



Obrázek 171: 210 m dlouhý výsek zavěšené nosné konstrukce na pružných podporách.



**Obrázek 172: Pohled na prostorový výsek nosné konstrukce pro posouzení vnitřních sil v příčném směru.**

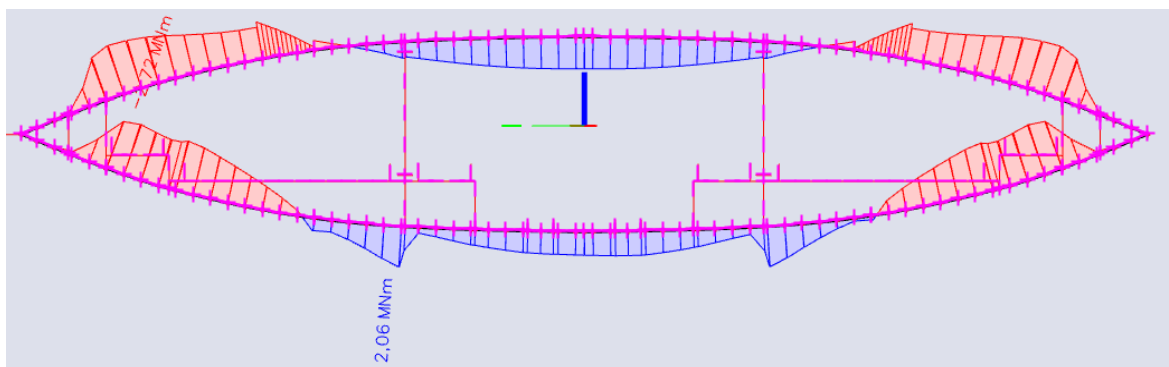
V místě zakotvení závěsů do konstrukce byly vnesené bodové síly, které se snaží konstrukci podélně „roztrhnout“. Tyto síly vyjadřují působení prostorově zakřiveného visutého lana.

Kvůli náročnému zadávání zatížení na konstrukci byly vybrány pouze následující nelineární kombinace:

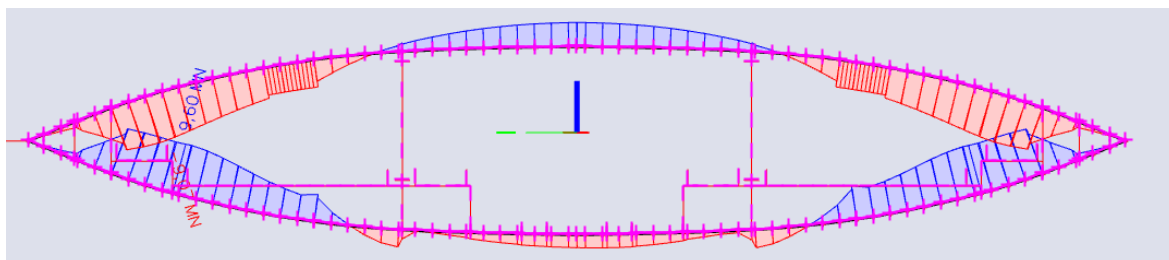
- Kvazi-stálé zatížení pouze od automaticky vygenerované vlastní tíhy
- Charakteristická kombinace LM1 + LM71
- Charakteristická kombinace LM3 + LM71

Dopravní zatížení je na konstrukci zadáváno zjednodušeným způsobem uprostřed výseku, co nejbližší k ose nosné konstrukce v obou jízdních směrech. Posouzeno je žebro horní a dolní, ve kterém je dopravní zatížení umístěno. Pro zjednodušení je předpětí navrženo na průřezu obdélníkového tvaru, který v ose mostu má rozměry 0,5 x 1,0 m a postupně se rozšiřuje směrem do stran do rozměrů obdélníku 0,6 x 1,0 m. Posuzován je průřez v ose mostu a přibližně ve 1/4 žebra, kde se nachází extrémní hodnoty vnitřních sil.

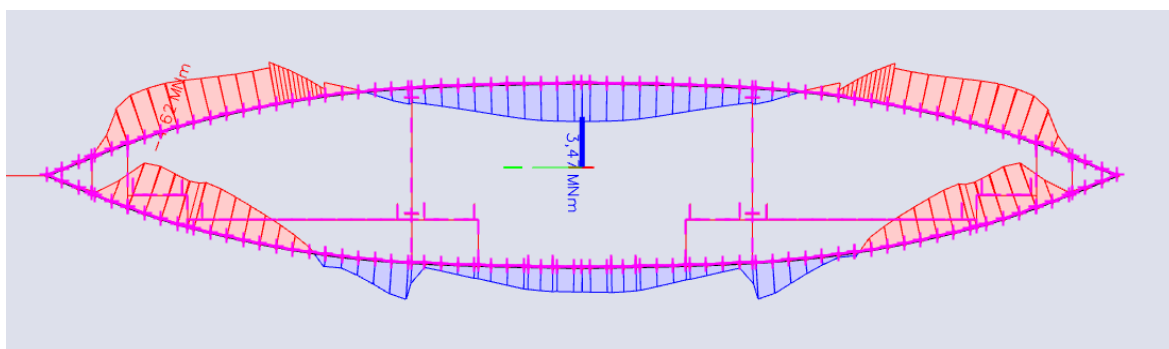
V žebrech jsou opět využity kabely o 37 lanech o průměru 15,7 mm z důvodu dosažení omezení napětí v krajních vláknech ale také z důvodu míjení se s kabely v podélném směru. Pro ověření MSP by postačily kabely o menších počtech lan, ale musely by být na větší excentricitě a to z konstrukčních důvodů není možné.



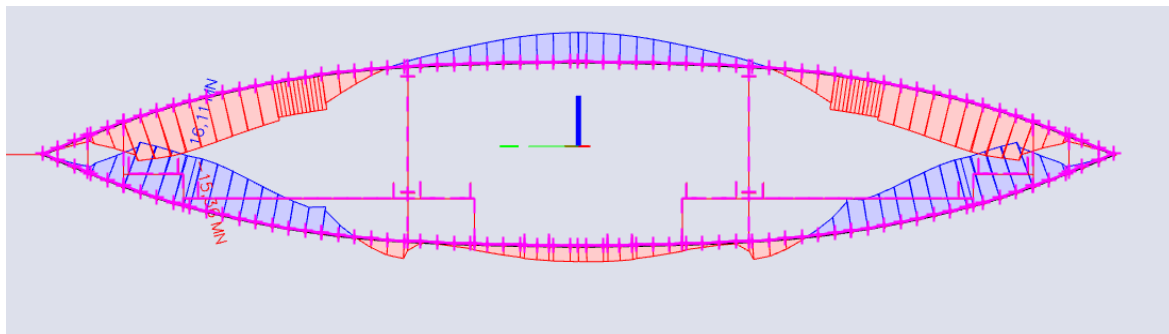
Obrázek 173: Ohybové momenty v žebrech od kvazi-stálého zatížení.



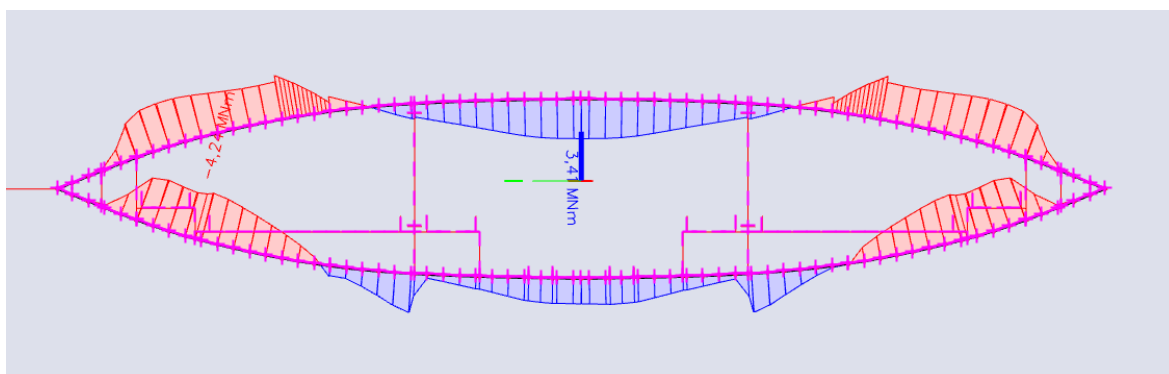
Obrázek 174: Normálové síly v žebrech od kvazi-stálého zatížení.



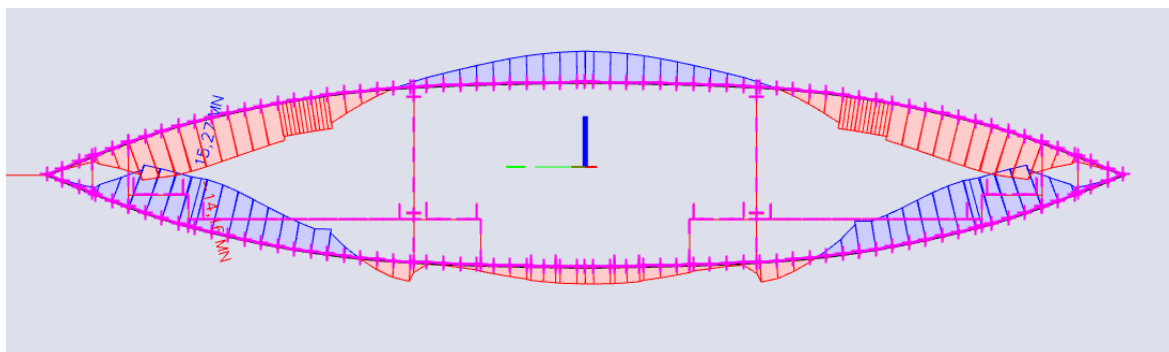
Obrázek 175: Ohybové momenty v žebrech od charakteristické kombinace zatížení LM1+LM71.



Obrázek 176: Normálové síly v žebře od charakteristické kombinace zatížení LM1+LM71.



Obrázek 177: Ohybové momenty v žebře od charakteristické kombinace zatížení LM3+LM71.



Obrázek 178: Normálové síly v žebře od charakteristické kombinace zatížení LM3+LM71.

Tabulka 83: Přehled vnitřních sil v žebře uprostřed mostu.

	<b>V OSE MOSTU</b>			
	Horní žebro		Dolní žebro	
	$M_y$ [MNm]	N [MN]	$M_y$ [MNm]	N [MN]
Char_Stálé	1,63	4,61	1,18	-2,37
Char_LM1+LM71	3,45	9,63	2,21	-4,80
Char_LM3+LM71	3,40	9,59	2,18	-4,59

**Tabulka 84: Návrh předpětí žebra uprostřed mostu.**

	N [MN]	A [A]	$\sigma_{p,K\check{Z},N}$ [MPa]	e [m]	M=N*e [MNm]	$W_{y,el}$ [m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{p,K\check{Z},M}$ [MPa]
K1	-6,13	0,5	-12,3	-0,070	0,43	0,083	5,15
K2	-6,13	0,5	-12,3	0,160	-0,98	0,083	-11,77

a = 0,5 m

b = 1 m

$f_{ck} = 130$  MPa

$f_{ctm} = 13$  MPa

A = 0,50 m<sup>2</sup>

$I_y = 0,0417$  m<sup>4</sup>

$e_h = 0,500$  m

$e_d = 0,500$  m

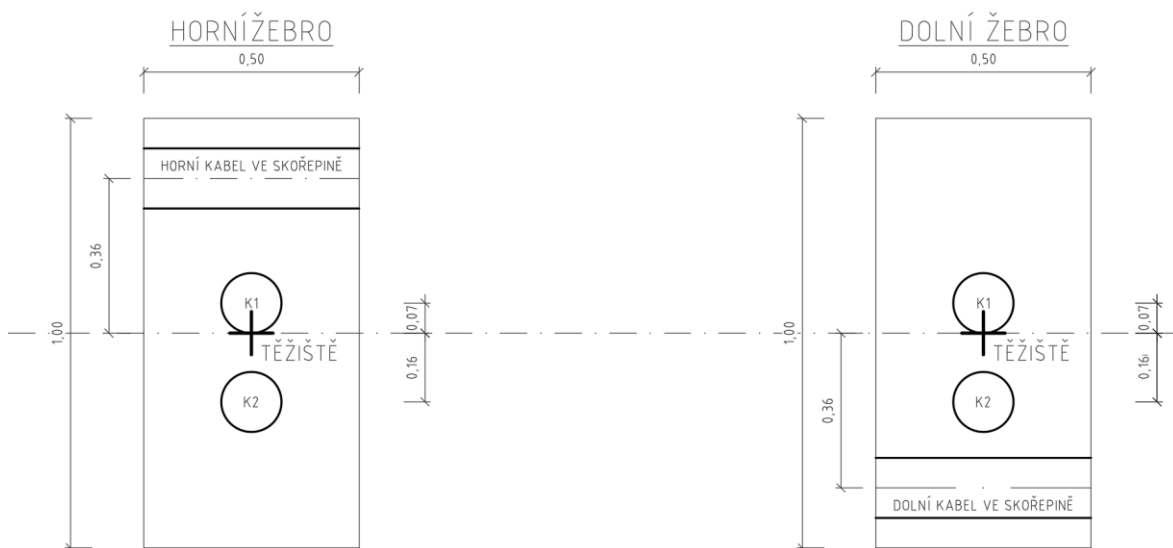
h = 1 m

$W_{y,h} = 0,08$  m<sup>3</sup>

$W_{y,d} = 0,08$  m<sup>3</sup>

**Tabulka 85: MSP - Omezení napětí - žebro uprostřed mostu.**

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_st\acute{a}le - h\check{z}} = \frac{4,61}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{-1,63}{0,08} + \frac{1,10}{0,08} = 9,220 + -49,055 + -19,560 + 13,245 = -46,2$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_st\acute{a}le - h\check{z}} = \frac{4,61}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{1,63}{0,08} + \frac{-1,10}{0,08} = 9,220 + -49,055 + 19,560 + -13,245 = -33,5$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_st\acute{a}le - d\check{z}} = \frac{-2,37}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{-1,18}{0,08} + \frac{1,10}{0,08} = -4,740 + -49,055 + -14,160 + 13,245 = -54,7$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_st\acute{a}le - d\check{z}} = \frac{-2,37}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{1,18}{0,08} + \frac{-1,10}{0,08} = -4,740 + -49,055 + 14,160 + -13,245 = -52,9$ MPa	> 0,45 $f_{tk} = -58,5$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - h\check{z}} = \frac{9,63}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{-3,45}{0,08} + \frac{1,10}{0,08} = 19,260 + -49,055 + -41,400 + 13,245 = -58,0$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - h\check{z}} = \frac{9,63}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{3,45}{0,08} + \frac{-1,10}{0,08} = 19,260 + -49,055 + 41,400 + -13,245 = -1,6$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - d\check{z}} = \frac{-4,80}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{-2,21}{0,08} + \frac{1,10}{0,08} = -9,600 + -49,055 + -26,520 + 13,245 = -71,9$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - d\check{z}} = \frac{-4,80}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{2,21}{0,08} + \frac{-1,10}{0,08} = -9,600 + -49,055 + 26,520 + -13,245 = -45,4$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - h\check{z}} = \frac{9,59}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{-3,40}{0,08} + \frac{1,10}{0,08} = 19,180 + -49,055 + -40,800 + 13,245 = -57,4$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - h\check{z}} = \frac{9,59}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{3,40}{0,08} + \frac{-1,10}{0,08} = 19,180 + -49,055 + 40,800 + -13,245 = -2,3$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - d\check{z}} = \frac{-4,59}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{-2,18}{0,08} + \frac{1,10}{0,08} = -9,180 + -49,055 + -26,160 + 13,245 = -71,2$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{char\_LM3+LM73 - d\check{z}} = \frac{-4,59}{0,50} + \frac{-24,53}{0,50} + \frac{2,18}{0,08} + \frac{-1,10}{0,08} = -9,180 + -49,055 + 26,160 + -13,245 = -45,3$ MPa	> 0,6 $f_{tk} = -78$ MPa	Vyhovuje	TLAK



Obrázek 179: Vzájemná poloha předpínacích kabelů uprostřed mostu.

Tabulka 86: Přehled vnitřních sil v 1/8 šířky mostu.

V 1/8 ŠÍŘKY MOSTU				
	Horní žebro		Dolní žebro	
	$M_y$ [MNm]	N [MN]	$M_y$ [MNm]	N [MN]
Char_Stálé	-2,62	-9,07	-2,72	9,6
Char_LM1+LM71	-4,22	-15,36	-4,62	15,92
Char_LM3+LM71	-3,90	-14,16	-4,2	15,27

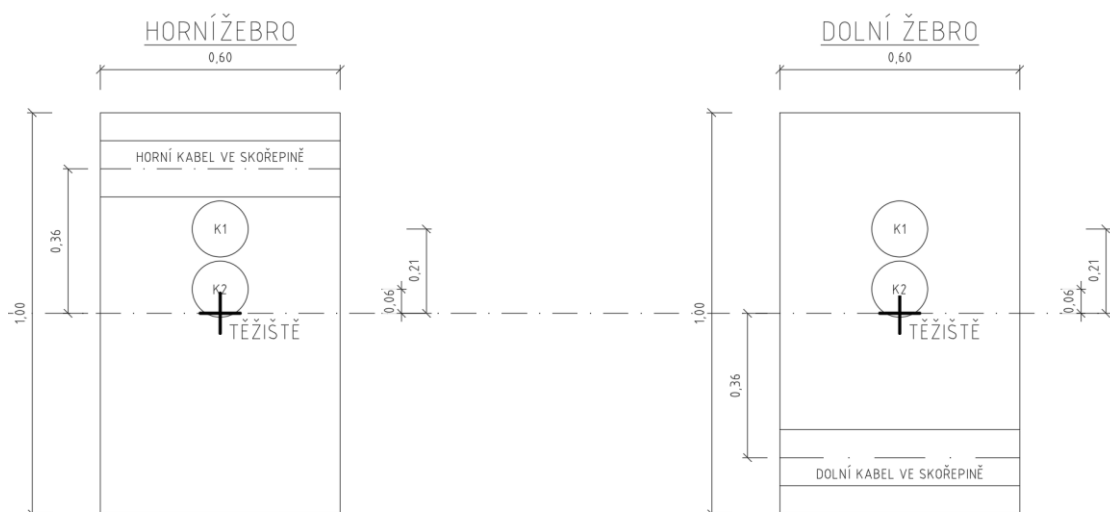
Tabulka 87: Návrh předpětí žebra v 1/8 šířky mostu.

	N [MN]	A [A]	$\sigma_{p,k\check{z},N}$ [MPa]	e [m]	$M=N \cdot e$ [MNm]	$W_{y,eI}$ [m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{p,k\check{z},M}$ [MPa]
K1	-6,13	0,6	-10,2	-0,210	1,29	0,10	12,88
K2	-6,13	0,6	-10,2	-0,060	0,37	0,10	3,68

$$\begin{aligned}
 a &= 0,6 \text{ m} \\
 b &= 1 \text{ m} \\
 f_{ck} &= 130 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &= 13 \text{ MPa} \\
 A &= 0,60 \text{ m}^2 \\
 I_y &= 0,0500 \text{ m}^4 \\
 e_h &= 0,500 \text{ m} \\
 e_d &= 0,500 \text{ m} \\
 h &= 1 \text{ m} \\
 W_{y,h} &= 0,10 \text{ m}^3 \\
 W_{y,d} &= 0,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Tabulka 88: MSP - Omezení napětí - žebro v 1/8 šířky mostu.

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_5816-HZ} = \frac{-9,07}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{2,62}{0,10} + \frac{-3,31}{0,10} = -15,117 + -40,879 + 26,200 + -33,112 = -62,9$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_5816-HZ} = \frac{-9,07}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{-2,62}{0,10} + \frac{3,31}{0,10} = -15,117 + -40,879 + -26,200 + 33,112 = -49,1$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_5816-DZ} = \frac{9,60}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{2,72}{0,10} + \frac{-3,31}{0,10} = 16,000 + -40,879 + 27,200 + -33,112 = -30,8$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_5816-DZ} = \frac{9,60}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{-2,72}{0,10} + \frac{3,31}{0,10} = 16,000 + -40,879 + -27,200 + 33,112 = -19,0$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-HZ} = \frac{-15,36}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{4,22}{0,10} + \frac{-3,31}{0,10} = -25,600 + -40,879 + 42,200 + -33,112 = -57,4$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-HZ} = \frac{-15,36}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{-4,22}{0,10} + \frac{3,31}{0,10} = -25,600 + -40,879 + -42,200 + 33,112 = -75,6$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-DZ} = \frac{15,92}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{4,62}{0,10} + \frac{-3,31}{0,10} = 26,533 + -40,879 + 46,200 + -33,112 = -1,3$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-DZ} = \frac{15,92}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{-4,62}{0,10} + \frac{3,31}{0,10} = 26,533 + -40,879 + -46,200 + 33,112 = -27,4$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-HZ} = \frac{-14,16}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{3,90}{0,10} + \frac{-3,31}{0,10} = -23,600 + -40,879 + 39,000 + -33,112 = -58,6$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-HZ} = \frac{-14,16}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{-3,90}{0,10} + \frac{3,31}{0,10} = -23,600 + -40,879 + -39,000 + 33,112 = -70,4$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-DZ} = \frac{15,27}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{4,20}{0,10} + \frac{-3,31}{0,10} = 25,450 + -40,879 + 42,000 + -33,112 = -6,5$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{Char\_LMS+LMT3-DZ} = \frac{15,27}{0,60} + \frac{-24,53}{0,60} + \frac{-4,20}{0,10} + \frac{3,31}{0,10} = 25,450 + -40,879 + -42,000 + 33,112 = -24,3$	MPa	$> 0,6 f_{tk} = -78$	MPa	Vyhovuje	TLAK



Obrázek 180: Vzájemná poloha předpínacích kabelů v 1/8 šířky mostu.

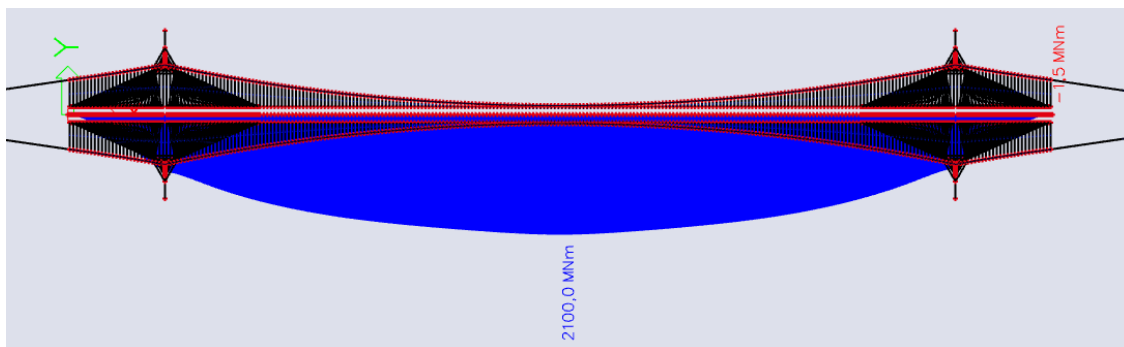
Omezení napětí v krajích vlákních je pomocí předpínacích kabelů zajištěné při charakteristické kombinaci na dekompresi. V žebrech jsou navrženy pokaždé 2 kabely z důvodu toho, kdyby byl jeden z předpínacích kabelů poškozen. Návrh příčného předpětí by bylo částečně možno v dalších fázích návrhu dále optimalizovat.

#### **4.14. Ověření spolehlivosti konstrukce při zatížení bočním větrem**

Kvůli větru a seismicitě bylo změněno prostorové uspořádání mostu, avšak podrobná analýza účinků větru na konstrukci a visutý systém z hlediska aerodynamické stability nebylo možné v této práci obsáhnout. U takovýchto mostů se účinky větru ověřují nejen početně, ale i experimentálně ve větrném tunelu na zmenšených modelech. Pro školní potřeby byly účinky větru spočteny pouze staticky nelineárně. Lze však předpokládat, že konstrukce je navržena tak, aby byla schopna uvedeným účinkům odolávat – k tomu přispívají jak prostorově zakřivené visuté kabely, tak i prostorově tuhá (včetně kroucení) komorová mostovka.

Nelineární výpočet kombinací, ve kterých bylo obsaženo zatížení větrem ve směru Y, zpočátku nedosáhl výsledků. Při různých pokusech se zjistilo, že na výpočet má vliv síla předpětí ve visutých lanech, počet zadaných iterací a metoda nelineárního výpočtu. Až při určitých změnách uvedených kritérií se dosáhlo výsledku pouze některé z kombinací. Vznikla tedy domněnka, že boční vítr způsobuje ve visutých lanech a/nebo závěsech tlakové namáhání, kvůli nelineárnímu chování přestanou tyto prvky působit a působení konstrukce se změní takovým způsobem, že nelineární výpočet nelze dokončit. Pokud jsou však lanové prvky namáhány pouze tahem, působí konstrukce prakticky lineárně – byl proto proveden i lineární výpočet při zatížení bočním větrem a bylo zjištěno, že visuté lana jsou takto spolehlivě tlačena. Je pravděpodobné, že pokud by vznikaly „tlakové“ síly, dělo by se tak pouze v závěsech, kde by bylo možno problém řešit předpětím závěsů, případně i úpravou předpětí hlavních visutých lan.





Obrázek 181: Ohybový moment  $M_z$  při charakteristické kombinaci.

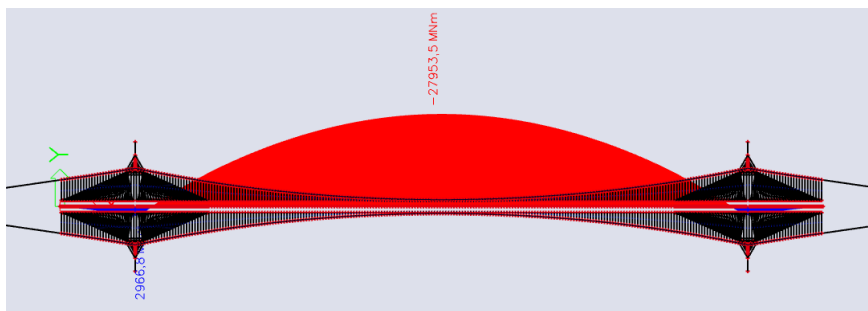
Když se podělí ohybový moment  $M_z = 2100,0$  MNm modulem průřezu  $W_z = 971,1$  m<sup>3</sup> vzniká tahové napětí 2,17 MPa, po přičtení účinků od centrického předpětí a normálové síly, která se v konstrukci nachází, lze předpokládat že konstrukce bude tlačena i při charakteristické kombinaci ve směru Y. Ohybový moment od větru byl ale získán po změně předepnutí visutého lana, takže je to hodnota pouze orientační. Při kombinaci MSÚ se dosáhlo stejným způsobem hodnoty okolo  $M_z = 3010,3$  MNm, což by znamenalo dekompresi i na mezním stavu únosnosti.

Tabulka 89: Orientační hodnoty od zatížení větrem ve směru Y.

Mezní stav	Kombinace	$M_{y,1/2 L2}$ [MNm]	$N_{1/2 L2}$ [MN]
MSP	Char-max	2100,0	-353,5
	Kvazi-max	1289,6	-349,5
MSÚ	6.10a-max	3010,3	-332,9

Odladění modelu i při vysokém počtu iterací nešlo zprovoznit, ale předpokládá se, že navržená konstrukce je pro působení tohoto zatížení ideální.

Nelineární výpočet je zde nutný pro dosažení reálných hodnot v konstrukci. Při lineárním výpočtu jsou hodnoty zatížení pouze sčítány, a tak není možné s daty pracovat. Hodnoty jsou příliš velké, ve výpočtu není zahrnutý vliv předpětí v příčném směru. Pro ukázkou je níže průběh ohybového momentu od lineární kombinace stálého zatížení (včetně předpětí) a zatížení větrem ve směru Y.



Obrázek 182: Ohybový moment od lineární kombinace od zatížení větrem ve směru Y.

## MSÚ

### 4.14.1. Pružný výpočet

Vzhledem k působení konstrukce byla mez únosnosti posouzena nejprve pružným výpočtem s využitím návrhových kombinací zatížení a návrhových vlastností materiálů.

Napětí při uvedení do provozu:

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6,10s-max,1/4L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{-2889}{116,2} + \frac{181,2}{116,2} = -3,178 + -8,613 + -24,861 + 1,560 = -35,09 \text{ MPa} > f_{cd} = -86,7 \text{ MPa}$	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6,10s-max,1/4L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-534,2}{62,0} + \frac{2889}{140,0} + \frac{-181,2}{140,0} = -3,178 + -8,613 + 20,631 + -1,294 = 7,55 \text{ MPa}$		TAH

Napětí na konci životnosti:

HORNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6,10s-max,1/4L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{-2889}{116,2} + \frac{159,9}{116,2} = -3,178 + -7,600 + -24,861 + 1,376 = -34,26 \text{ MPa} > f_{cd} = -86,7 \text{ MPa}$	Vyhovuje	TLAK
DOLNÍ VLÁKNA	$\sigma_{6,10s-max,1/4L1} = \frac{-197,1}{62,0} + \frac{-471,3}{62,0} + \frac{2889}{140,0} + \frac{-159,9}{140,0} = -3,178 + -7,600 + 20,631 + -1,142 = 8,71 \text{ MPa}$		TAH

Pro dané napětí se zjistí neutrální osa, tím se zjistí šířka, ve které se nachází tahové napětí a vykreslí se. Plocha tahového napětí se vynásobí tloušťkou skořepiny 0,2 m a výsledkem je výslednice tahové normálové síly od zatížení. Beton v tahu nepůsobí, takže lze vydělit výslednici počtem kabelů, které se nachází v oblasti tahových napětí a tím získat přírůstek napětí v předpínací výztuži. Sečtením napětí v daném čase a přírůstku napětí se získá výsledné napětí v předpínací výztuži na mezi únosnosti, které musí být menší než návrhové napětí předpínací výztuže (ačkoliv u nesoudržné předpínací výztuže v běžných

případech obvykle nedochází na mezi únosnosti ke zplastizování, lze uvedený postup považovat celkově za spolehlivý).

Max. tahové napětí	7,55	MPa
Plocha napětí	213,06	m <sup>2</sup>
Tloušťka skořepiny	0,2	m
Výslednice normálové tahové síly	43	MN
Počet kabelů při spodních vláknech	22	ks
Přírutek normálové síly v 1 kabelu	1,936909	MN
Plocha předpínací výztuže	0,00555	m <sup>2</sup>
Přírutek napětí v předpínací výztuži	348,9926	MPa
Napětí předpínací výztuže při uvedení do provozu	1252,152	MPa
Napětí v předpínací výztuži na konci životnosti při kombinaci zatížení 6.10a	1601,145	MPa

$$\zeta \quad f_{pd} = 1423$$

Nevyhovuje

**Tabulka 90: MSÚ - pružný výpočet KŽ.**

Max. tahové napětí	8,71	MPa
Plocha napětí	259	m <sup>2</sup>
Tloušťka skořepiny	0,2	m
Výslednice normálové tahové síly	52	MN
Počet kabelů při spodních vláknech	26	ks
Přírutek normálové síly v 1 kabelu	1,992308	MN
Plocha předpínací výztuže	0,00555	m <sup>2</sup>
Přírutek napětí v předpínací výztuži	358,9744	MPa
Napětí předpínací výztuže na konci životnosti	1104,84	MPa
Napětí v předpínací výztuži na konci životnosti při kombinaci zatížení 6.10a	1463,814	MPa

$$\zeta \quad f_{pd} = 1423$$

Nevyhovuje

Protože posouzení bezpečným pružným způsobem zatím nevyhovělo, bylo posouzení meze únosnosti provedeno i plasticky.

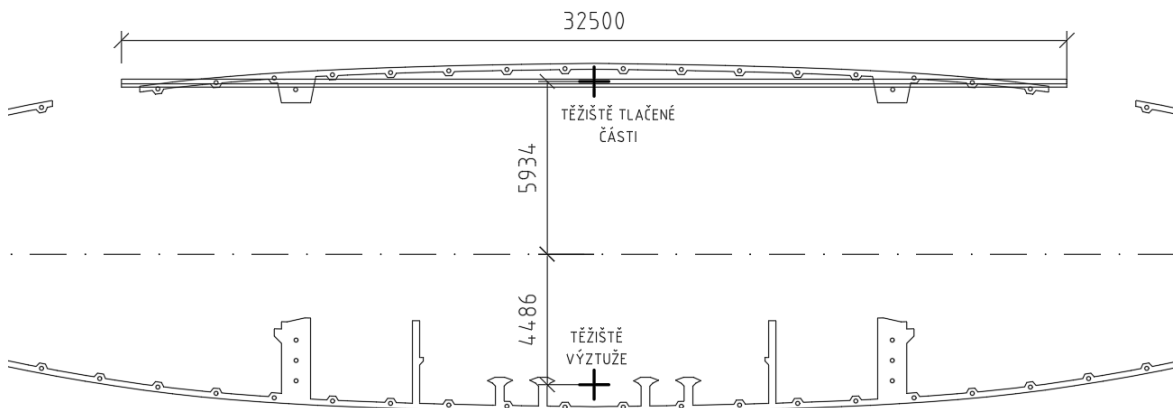
### 4.14.2. Plastický výpočet

Nosná konstrukce je předepnuta pomocí nesoudržné předpínací výztuže - na rozdíl od soudržné výztuže, u volných kabelů neodpovídá změna poměrného přetvoření této výztuže změně poměrného přetvoření betonu ve stejných vláknech průřezu. K mírnému nárůstu napětí ve výztuži vlivem deformace konstrukce však dochází, a tak norma umožňuje zohlednit přírůstek napětí ve výztuži hodnotou 100 MPa. Síla v předpínací výztuži musí být v rovnováze s tlakovou silou v betonu (u ohýbaných průřezů). Lze tedy odvodit odpovídající plochu tlačené oblasti a její těžiště. Vzdálenost sil mezi výslednicí tlačené části betonu a výslednicí předpínací výztuže v tažené oblasti je rameno vnitřních sil. Síla v betonu, nebo síla ve výztuži vynásobené ramenem vnitřních sil je moment únosnosti, který se porovnává s návrhovým ohybovým momentem od zatížení. [25]

**Tabulka 91: Zjednodušený posudek MSÚ pro průřez v 1/4 L2 při uvedení do provozu.**

Průřez - UP	Průřez 1/4 L2	
Med	2888,90	[MNm]
Pd(t=∞)	-141,99	[MN]
ep	-4,49	[m]
γp	1,00	
Ntot	-339,09	[MN]
Mtot	2251,91	[MNm]
σp(t=∞)	1252,15	[MPa]
Ep	195000,00	[MPa]
fpd	1423,30	[MPa]
Ap	0,1221	[m <sup>2</sup> ]
ΔFp	100,00	[MN]
Fc	439,09	[MN]
fcd	86,67	[MPa]
Acc	5,0665	[m <sup>2</sup> ]
b	31,25	[m]
λx	0,1621	[m]
x	0,2702	[m]
Fc	439,09	[MN]
rc	5,934	[m]
rp	4,486	[m]
Mrd	3054,18	[kNm]
Mrd>Mtot	ANO	
Využití	74%	

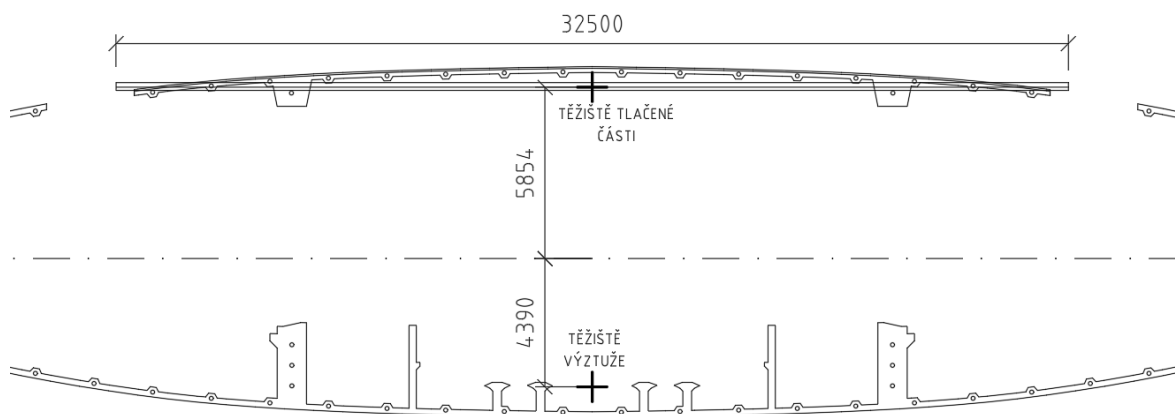
Pro zjednodušení je v horní části skořepiny počítáno s obdelníkovou plochou betonu, na které lze lépe určit sílu v tlačené obalsti



Obrázek 183: Zjednodušené schéma výpočtu MSÚ při uvedení do provozu.

Tabulka 92: Zjednodušený posudek MSÚ pro průřez v 1/4 L2 na konci životnosti.

Průřez - KŽ	Průřez 1/4 L2	
Med	2888,90	[MNm]
Pd(t=∞)	-137,55	[MN]
ep	-4,39	[m]
yp	1,00	
Ntot	-334,65	[MN]
Mtot	2285,10	[MNm]
σp(t=∞)	1104,84	[MPa]
Ep	195000,00	[MPa]
fpd	1423,30	[MPa]
Ap	0,1221	[m <sup>2</sup> ]
ΔFp	100,00	[MN]
Fc	434,65	[MN]
fcd	86,67	[MPa]
Acc	5,0152	[m <sup>2</sup> ]
b	31,25	[m]
λx	0,1605	[m]
x	0,2675	[m]
Fc	434,65	[MN]
rc	5,854	[m]
rp	4,390	[m]
Mrd	2983,46	[kNm]
Mrd>Mtot	ANO	
Využití	77%	



**Obrázek 184: Schéma výpočtu MSP při uvedení do provozu.**

Navržená konstrukce vyhoví z hlediska posouzení mezního stavu únosnosti při porušení ohybovým momentem a normálovou silou.

## **5. ZÁVĚR**

Předpínání závěsného a visutého systému u mostní konstrukce takovýchto rozměrů je mimořádně citlivé a řešení je zdlouhavé. Pro dosažení optimalizace vnitřních sil by se muselo déle analyzovat chování konstrukce. I přes složitost řešené úlohy prostorový model ověřil navrženou konstrukci z rovinného modelu a tím pádem lze skutečně prohlásit, že lze postavit a provozovat visutý most z UHPFRC takovýchto rozměrů. Velikou výhodou navrženého řešení je rovněž minimalizace nároků na údržbu.

Aerodynamická stabilita a posouzení na seismické zatížení se z časových důvodů již nezvládla posoudit. Všechny součásti návrhu ale počítaly s těmito jevy, takže lze předpokládat pozitivní chování konstrukce v pokročilejších analýzách.

Hybridní most při posouzení na mezní stavy použitelnosti a únosnosti vyhovuje, takže se prokázalo, že UHPFRC může mít i širší využití.

## **6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] Altre azioni [online]. Ediltecnico. [vid. 30.10.2021]. Dostupné z: [https://www.ediltecnico.it/wp-content/uploads/2015/03/ntc\\_2015\\_parte\\_03\\_2-14.pdf](https://www.ediltecnico.it/wp-content/uploads/2015/03/ntc_2015_parte_03_2-14.pdf)
- [2] CANAKKALE 1915 [online]. 1915Çanakkale Otoyol ve Köprüsü İnşaat Yatırım ve İşletme A.Ş., 2017. [vid. 18.6.2021]. Dostupné z: <https://www.1915canakkale.com/en-us>
- [3] Canakkale 1915 Bridge [online]. Road Traffic Technology, 2017. [vid. 18.6.2021]. Dostupné z: <https://www.roadtraffic-technology.com/projects/canakkale-1915-bridge/>
- [4] CARIDI, Peppe. In: Ponte sullo Stretto, si riparte dal progetto definitivo approvato nel 2011: in grado di sopportare terremoti fino a M. 7.1 [online]. MeteoWeb, 2011. [2021-05-22]. Dostupné z: <http://www.meteoweb.eu/foto/ponte-sullo-stretto-progetto-definitivo/id/753613/>
- [5] CONFEDERATION BRIDGE [online]. VINCI Construction Grands Projets. [vid. 27.7.2021]. Dostupné z: <https://www.vinci-construction-projets.com/en/realisations/confederation-bridge/>
- [6] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [7] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou.
- [8] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou.
- [9] FALTUS, František. Ocelové mosty příhradové, obloukové a visuté. 1. vydání, Praha: Academia, 1971, 556 stran. ISBN 509-21-875
- [10] FLÁDR, Jozef. Vysokopevnostní betony [online přednášky]. Praha: ČVUT v Praze, 2021.
- [11] GREGORSKI, Tim. AKASHI KAIKYO BRIDGE. In: Roads & Bridges [online]. Roads & Bridges Media, 2000. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.roadsbridges.com/akashi-kaikyo-bridge>



- [12] GUERRICCHIO, Alessandro, PONTE, Maurizio. Geological and stability aspects for the Messina Strait Bridge (Southern Italy), *Giornale di Geologia Applicata* 3 [2006], s. 83-90, doi: 10.1474/GGA.2006-03.0-11.0104. Dostupné z: <https://www.aigaa.org/AIGA/public/GGA.2006-03.0-11.0104.pdf>
- [13] History & Research [online]. Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.goldengate.org/bridge/history-research/>
- [14] MAIONE, Gianna. Ponte sullo Stretto: si fa o non si fa? Questo è il dilemma! [online]. REGGIOCALABRIA, 2020. Dostupné z: <https://reggiocalabria.italiani.it/ponte-sullo-stretto-si-fa-o-non-si-fa-questo-e-il-dilemma/>
- [15] MATTIA, Mario, PALANO, Mimmo, BRUNO, Valentina, CANNAVÓ, Flavio. Crustal motion along the Calabro-Peloritano Arc as imaged by twelve years of measurements on a dense GPS network, *Tectonophysics* [2009], s. 1-10, doi: 10.1016/j.tecto.2009.06.006. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/223518068\\_Crustal\\_motion\\_along\\_the\\_Calabro-Peloritano\\_Arc\\_as\\_imaged\\_by\\_twelve\\_years\\_of\\_measurements\\_on\\_a\\_dense\\_GPS\\_network](https://www.researchgate.net/publication/223518068_Crustal_motion_along_the_Calabro-Peloritano_Arc_as_imaged_by_twelve_years_of_measurements_on_a_dense_GPS_network)
- [16] Oresund Bridge, Sweden / Denmark [online]. Road Traffic Technology, 20. [vid. 5.12.2021]. Dostupné z: <https://www.roadtraffic-technology.com/projects/oresund/>
- [17] Øresund Bridge. ORESUNDBRON. [vid. 27.7.2021]. Dostupné z: <https://www.oresundsbron.com/en/node/6738>
- [18] RAFFAELE, Domenico. La normativa tecnica sui ponti [přednáška]. Politecnico di Bari, 2019. Dostupné z: [https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/221/T&P%20Ponti/03\\_NTC\\_01.pdf](https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/221/T&P%20Ponti/03_NTC_01.pdf)
- [19] Rion-Antirion Bridge Dostupné [online]. International Database and Gallery of Structures, 2004. [vid. 18.6.2021]. Dostupné z: <https://structurae.net/en/structures/rio-antirrio-bridge>

- [20] ROSSI, Pier Paolo. Lezione 5: Carico da vento [přednáška]. Catania: Università degli Studi di Catania, 2018.
- [21] ROSSI, Pier Paolo. Lezione 7: Carico termico [přednáška]. Catania: Università degli Studi di Catania, 2018.
- [22] SACCÁ, Giovanni. L'attraversamento stabile dello Stretto di Messina [online]. Associazione Lombarda Dirigenti Aziende Industriali. Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, 2019. Dostupné z: <http://www.cifi.it/UpIDocumenti/Verona12122019/2-Sacc%C3%A0.pdf>
- [23] SACCÁ, Giovanni. L'attraversamento stabile dello Stretto di Messina: ipotesi e progetti dal 1870 al 1970 [online]. In: Sicilia in Treno, 2019. [2021-05-22]. Dostupné z: <http://www.siciliaintreno.org/index.php/temi/attraversamento-stabile-stretto-messina/559-ipotesi-e-progetti-dal-1870-al-1970>
- [24] SACCÁ, Giovanni. Completamento del corridoio Scandinavo-Mediterraneo: l'attraversamento stabile dello Stretto di Messina [online]. Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, 2017. Dostupné z: <http://www.cifi.it/UpIDocumenti/Attraversamento%20stabile%20dello%20Stretto%20di%20Messina.pdf>
- [25] STRÁSKÝ, Jiří, NEČAS, Radim. Betonové mosty II-Modul M01: Technologie výstavby mostů. V Brně: Vysoké učení technické, 2007. [vid.4.12.2021]. Dostupné z: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/CL02-Betonov%C3%A9%20mosty%20II%20%28KON%29/M01-Technologie%20v%C3%BDstavby%20most%C5%AF.pdf>
- [26] ŠAFÁŘ, Roman. 2017. Betonové mosty 2. Přednášky. Dotisk 1.vydání. V Praze: České vysoké učení technické. 262 stran. ISBN 978-80-01-05543-4
- [27] ŠAFÁŘ, Roman. 2015. Betonové mosty 2 - Cvičení. 1.vydání. V Praze: České vysoké učení technické. 254 stran. ISBN 978-80-01-05690-5

## **SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ**

Obrázek 1: Výstavba Golden Gate Bridge.....	18
Obrázek 2: Bezpečnostní síť během realizace. ....	19
Obrázek 3: Technologie výstavby visutého mostu. ....	20
Obrázek 4: Golden Gate Bridge. ....	21
Obrázek 5: Akashi Kaikyo Bridge.....	23
Obrázek 6: Vizualizace dokončeného mostu Çanakkale 1915 Bridge. [3].....	24
Obrázek 7: Realizace pylonů ve vodě. Poskytnuto doc. Ing. Romanem Šafářem, Ph.D. ....	25
Obrázek 8: Montážní lávky pro následnou realizaci visuté mostovky. [2].....	25
Obrázek 9: Rio-Antirrio bridge. [19].....	26
Obrázek 10: Zakládání pylonů v Korintském zálivu. ....	27
Obrázek 11: Tlumič na mostovce a spirálový kabelový kryt. ....	27
Obrázek 12: Most Konfederace přes Northumberlandskou úžinu. [5] .....	28
Obrázek 13: Extrémní kanadské podmínky výstavby. [5] .....	29
Obrázek 14: Pole mostu umožňující proplutí lodní dopravě. [5].....	30
Obrázek 15: Dvoupatrová příhradová konstrukce mostu. ....	31
Obrázek 16: Uměle vytvořený ostrov s podvodním tunelem. ....	32
Obrázek 17: Ideální křivka zrnitosti (Füller a Bolomey). [10] .....	34
Obrázek 18: Základní druhy cementu. [27].....	35
Obrázek 19: Vliv chemických složek cementu na nárůstu pevnosti. [10]. ....	36
Obrázek 20: Vodní součinitel. [10]. ....	37
Obrázek 21: Schéma elektrostatického a stérického odpuzování. [10]. ....	37
Obrázek 22: Mikrosilika (křemičitý úlet). [10].....	38
Obrázek 23: Druhy drátků. [10].....	39
Obrázek 24: Zakládání ropných plošin.....	43
Obrázek 25: Visutý most v Norsku, hypotetické zakládání v extrémních hloubkách. ....	44
Obrázek 26: Pontonový most realizovaný Římskou armádou pro překročení řeky. [22].....	44
Obrázek 27: Prostorové zobrazení visutých mostů na geografické mapě. [22] .....	45

Obrázek 28: Visutý most o 4 polích. [7].....	46
Obrázek 29: Podvodní tunel. [23].....	46
Obrázek 30: Zavěšený most 3 polích. [23]. .....	47
Obrázek 31: Schéma přemostění visutého mostu o 1 poli. [23].....	48
Obrázek 32: Příčný řez visutým mostem o 1 poli. [23].....	48
Obrázek 33: Podélné uspořádání visutého mostu o 3 polích. [23] .....	49
Obrázek 34: Pohled shora na visutý most o 3 polích. [23].....	49
Obrázek 35: Půdorysné umístění a podélné schéma visutého mostu o 5 polích. [23].....	50
Obrázek 36: Příčný řez visutého mostu o 5 polích. [23].....	50
Obrázek 37: Visutý most o 1 poli se šikmými závěsy. [23] .....	51
Obrázek 38: Příčné uspořádání visutého most o 1 poli se šikmými závěsy. [23] .....	51
Obrázek 39: Mapa severní oblasti Messinského průlivu. [23] .....	52
Obrázek 40: Varianty dle umístění přemostění. [22].....	53
Obrázek 41: Umístění finální varianty na geografické mapě. [23] .....	54
Obrázek 42: Podélné řezy dvou finálních variant. [22] .....	54
Obrázek 43: Model mostovky pro větrný tunel vytvořen Milánskou polytechnickou univerzitou. ....	57
Obrázek 44: Seizmicky aktivní oblast.....	58
Obrázek 45: Zemětřesení v roce 1908.....	58
Obrázek 46: Varianta napojení mostu na infrastrukturu. ....	59
Obrázek 47: Idealizace propojení Sicílie a Kalábrie visutým mostem.....	61
Obrázek 48: Geologické vrstvy v místě zakládání mostu. [12].....	64
Obrázek 49: Skandinávsko-Středozevní koridor. [24] .....	64
Obrázek 50: Fialově-silniční systém, zeleně-železniční systém. [24] .....	65
Obrázek 51: Plánované nádraží na obou březích Messinského průlivu. [24].	65
Obrázek 52: Render visutého mostu přes Messinkou úžinu z definitivního projektu. ....	68
Obrázek 53: Vzorový příčný řez. Viz. Příloha 10. ....	69
Obrázek 54: Statické schéma visutého mostu o třech polích.....	70
Obrázek 55: Hmotné zobrazení průřezů na 2D prutovém modelu visutého mostu o 3 polích.....	71

Obrázek 56: Původní návrh-Vzorový příčný řez. Viz. Příloha 10.....	72
Obrázek 57: Tvar a průřezové charakteristiky nosné konstrukce .....	74
Obrázek 58: Součinitelé zón v Itálii. [1] .....	77
Obrázek 59: Mapa Itálie rozdělená do zón. [21] .....	78
Obrázek 60: Graf pro stanovení minimální a maximální rovnoměrné složky teploty mostu. [21].....	80
Obrázek 61: Směry zatížení větrem na konstrukci. [6] .....	82
Obrázek 62: Mapa větrných zón na území Itálie. [20].....	83
Obrázek 63: Součinitel expozice $C_{e(z)}$ . [20].....	85
Obrázek 64: Součinitel síly pro mosty $c_{fx,0}$ . [6] .....	85
Obrázek 65: Součinitel $C_{f,z}$ . [6].....	87
Obrázek 66: Rozdělení vozovky na zatěžovací pruhy. [8] .....	89
Obrázek 67: Použití modelu zatížení 1. [8].....	90
Obrázek 68: Schéma modelu zatížení 3 (LM3) - 1800/200. [27] .....	91
Obrázek 69: Schéma modelu zatížení 71. [18].....	92
Obrázek 70: Dynamický součinitel $\Phi_2$ pro pečlivě udržovanou kolej pro rychlost vlaků do 200 km/h. [18] .....	92
Obrázek 71: Ohybové momenty od působení stálého zatížení.....	96
Obrázek 72: Ohybové momenty od působení rovnoměrného ochlazení.....	96
Obrázek 73: Ohybové momenty od působení rovnoměrného oteplení. ....	96
Obrázek 74: Ohybové momenty od působení nerovnoměrného ochlazení. ....	97
Obrázek 75: Ohybové momenty od působení nerovnoměrného oteplení. ....	97
Obrázek 76: Ohybové momenty od působení svislého větru odlehčujícího konstrukci. ....	97
Obrázek 77: Ohybové momenty od působení svislého větru přitěžujícího konstrukci. ....	98
Obrázek 78: Ohybové momenty od působení větru v podélném směru mostovky. ....	98
Obrázek 79: Ohybové momenty od poklesu pilíře P6.....	98
Obrázek 80: Ohybové momenty od poklesu pylonu P7. ....	99
Obrázek 81: Ohybové momenty od působení LM1 a zatížení chodníků v 1/2 L1.....	99

Obrázek 82: Ohybové momenty od působení LM1 a zatížení chodníků v pylonu.....	99
Obrázek 83: Ohybové momenty od působení LM1 a zatížení chodníků v 1/2 L2.....	100
Obrázek 84: Ohybové momenty od působení LM3 v 1/2 L1. ....	100
Obrázek 85: Ohybové momenty od působení LM3 v pylonu.....	100
Obrázek 86: Ohybové momenty od působení LM3 v 1/4 L2. ....	101
Obrázek 87: Ohybové momenty od působení LM3 v 1/2 L2. ....	101
Obrázek 88: Ohybové momenty od působení LM71 v 1/2 L1. ....	101
Obrázek 89: Ohybové momenty od působení LM71 v pylonu.....	102
Obrázek 90: Ohybové momenty od působení LM71 v 1/4 L2. ....	102
Obrázek 91: Ohybové momenty od působení LM71 v 1/2 L2 .....	102
Obrázek 92: Visutý most o 1 poli.....	116
Obrázek 93: Pohled na hmotný model visutého mostu o 1 poli. ....	117
Obrázek 94: Tvar a průřezové charakteristiky průřezu bez žebra o tloušťce skořepiny 0,2 m. ....	118
Obrázek 95: NC0 - Stálé + předpětí My.....	125
Obrázek 96: NC1 - Char-max_1/8 L2 My. ....	126
Obrázek 97: NC2 - Char-max_1/4 L2 My. ....	126
Obrázek 98: NC3 - Char-max_3/8 L2 My. ....	126
Obrázek 99: NC4 - Char-max_1/2 L2 My. ....	127
Obrázek 100: NC5 - Char-min My.....	127
Obrázek 101: NC11 - Kvazi-max My. ....	127
Obrázek 102: NC12 - Kvazi-min My. ....	128
Obrázek 103: NC0 - Stálé + předpětí N. ....	128
Obrázek 104: NC1- Char-max 1/8 L2 N.....	128
Obrázek 105: NC2 - Char-max 1/4 L2 N.....	129
Obrázek 106: NC3 - Char-max 3/8 L2 N.....	129
Obrázek 107: NC4 - Char-max 1/2 L2 N.....	129
Obrázek 108: NC5 - Char-min N. ....	129
Obrázek 109: NC11 - Kvazi-max N.....	130
Obrázek 110: NC12 - Kvazi-min N.....	130

Obrázek 111: Schéma přibližného rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/32 L2.....	143
Obrázek 112: Průhyb od stálého, 80 % silničního a 100 % železničního zatížení uprostřed visutého mostu o 1 poli. ....	149
Obrázek 113: Průhyb od stálého zatížení na visutém mostě o 1 poli. ....	149
Obrázek 114: Průhyb na konci mostu od dopravního a stálého zatížení na visutém mostě o 1 poli.....	150
Obrázek 115: Průhyb na konci mostu od stálého zatížení na visutém mostě o 1 poli.....	150
Obrázek 116: 2D model visutého mostu o 3 polích se šikmými závěsy (hybridní konstrukce).....	153
Obrázek 117: Pohled na hmotný model visutého mostu o 1 poli se šikmými závěsy (hybridní konstrukce). ....	153
Obrázek 118: NC0 - Stálé + předpětí My.....	163
Obrázek 119: NC1 - Char-max_1/4 L1 My. ....	163
Obrázek 120: NC2 - Char-max_1/2 L1 My. ....	163
Obrázek 121: NC3 - Char-max_3/4 L1 My. ....	163
Obrázek 122: NC4 - Char-max_Pylon My. ....	164
Obrázek 123: NC5 - Char-max_1/8 L2 My. ....	164
Obrázek 124: NC6 - Char-max_1/4 L2 My. ....	164
Obrázek 125: NC7 - Char-max_1/2 L2 My. ....	164
Obrázek 126: NC11 - Char-min_Pylon My. ....	165
Obrázek 127: NC14 - Char-min_1/2 L2 My. ....	165
Obrázek 128: NC32 - Kvazi-max_Pylon My. ....	165
Obrázek 129: NC39 - Kvazi-min_Pylon My. ....	165
Obrázek 130: NC0 - Stálé + předpětí N. ....	166
Obrázek 131: NC4 - Char-max_Pylon N.....	166
Obrázek 132: NC7 - Char-max_1/2 L2 N.....	166
Obrázek 133: NC11 - Char-min_Pylon N.....	166
Obrázek 134: NC14 - Char-min_1/2 L2 N.....	166
Obrázek 135: NC32 - Kvazi-max_Pylon N. ....	167
Obrázek 136: NC32 - Kvazi-min_Pylon N.....	167

Obrázek 137: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/4 L1 hybridního mostu.....	175
Obrázek 138: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/2 L1, 3/4 L1 a pylonu hybridního mostu. ....	176
Obrázek 139: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/8 L2 hybridního mostu.....	177
Obrázek 140: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/4 L2 hybridního mostu.....	178
Obrázek 141: Schéma rozmístění předpínací výztuže průřezu v 1/2 L2 hybridního mostu.....	179
Obrázek 142: Průhyb od stálého, 100 % silničního a 80 % železničního zatížení uprostřed hybridního mostu.....	186
Obrázek 143: Průhyb od stálého zatížení na hybridním mostě.....	186
Obrázek 144: Průhyb na konci mostu od dopravního a stálého zatížení na hybridním mostě.....	187
Obrázek 145: Průhyb na konci mostu od stálého zatížení na hybridním mostě. ....	187
Obrázek 146: Prostorový model hybridního mostu v AutoCadu. ....	189
Obrázek 147: Detail prostorově zakřiveného visutého lana.....	190
Obrázek 148: Prostorový model hybridního mostu ve SCIA Engineer. ....	190
Obrázek 149: Hmotný prostorový model hybridního mostu ve SCIA Engineer. ....	191
Obrázek 150: Pohled na hybridní most v příčném směru. ....	191
Obrázek 151: Detail napojení šikmých závěsů a visutých lan na pylony.....	192
Obrázek 152: Detail pylonu hybridního mostu. ....	192
Obrázek 153: Pohled na prostorově zakřivené visuté lano ve SCIA Engineer. ....	193
Obrázek 154: Pohled shora na hybridní závěsný systém. Napojené novné konstrukce a závěsů pomocí tuhých vazeb. ....	193
Obrázek 155: Rastr prostorového modelu UHPFRC segmentu. ....	194
Obrázek 156: Pohled na hmotný prostorový model UHPFRC segmentu.....	194
Obrázek 157: Detail prostorového uspořádání UHPFRC segmentu.....	195



Obrázek 158: Pohled na příhradový nosník, žebra a skořepinu s otvory pro plexiskla.....	195
Obrázek 159: Napojení prostorové konstrukce segmentu na stávajícím prostorovým modelem.....	196
Obrázek 160: Hlášení softwaru o neproběhnutí výpočtu. ....	197
Obrázek 161: Char-max <sub>1/2</sub> L2 My.....	198
Obrázek 162: Char- min <sub>1/2</sub> L2 My.....	198
Obrázek 163: Kvazi-max 1/2 L2 My.....	198
Obrázek 164: Kvazi-min 1/2 L2 My.....	199
Obrázek 165: 6.10a max 1/2 My. ....	199
Obrázek 166: Char-max 1/2 L2 N. ....	199
Obrázek 167: Průhyb od stálého, 100 % silničního a 80 % železničního zatížení uprostřed prostorového hybridního mostu. ....	203
Obrázek 168: Průhyb od stálého zatížení na hybridním mostě.....	203
Obrázek 169: Průhyb na konci mostu od dopravního a stálého zatížení na prostorovém modelu hybridního mostu. ....	204
Obrázek 170: Průhyb na konci mostu od stálého zatížení na prostorovém modelu hybridního mostu. ....	204
Obrázek 171: 210 m dlouhý výsek zavěšené nosné konstrukce na pružných podporách. ....	205
Obrázek 172: Pohled na prostorový výsek nosné konstrukce pro posouzení vnitřních sil v příčném směru. ....	206
Obrázek 173: Ohybové momenty v žeburu od kvazi-stálého zatížení. ....	207
Obrázek 174: Normálové síly v žeburu od kvazi-stálého zatížení. ....	207
Obrázek 175: Ohybové momenty v žeburu od charakteristické kombinace zatížení LM1+LM71. ....	207
Obrázek 176: Normálové síly v žeburu od charakteristické kombinace zatížení LM1+LM71. ....	208
Obrázek 177: Ohybové momenty v žeburu od charakteristické kombinace zatížení LM3+LM71.....	208
Obrázek 178: Normálové síly v žeburu od charakteristické kombinace zatížení LM3+LM71. ....	208
Obrázek 179: Vzájemná poloha předpínacích kabelů uprostřed mostu. ....	210

Obrázek 180: Vzájemná poloha předpínacích kabelů v 1/8 šířky mostu. ....	211
Obrázek 181: Ohybový moment $M_z$ při charakteristické kombinace. ....	213
Obrázek 182: Ohybový moment od lineární kombinace od zatížení větrem ve směru Y. ....	214
Obrázek 183: Zjednodušené schéma výpočtu MSÚ při uvedení do provozu. ....	217
Obrázek 184: Schéma výpočtu MSP při uvedení do provozu. ....	218
Tabulka 1: Kamenivo-petrologie. [10]. ....	35
Tabulka 2: Projektanti. ....	61
Tabulka 3: Vzdálenosti napojení infrastruktury. ....	61
Tabulka 4: Bezpečnost konstrukce. ....	61
Tabulka 5: Pokroky v ochraně životního prostředí. ....	61
Tabulka 6: Technický projekt. ....	62
Tabulka 7: Silnice a železnice. ....	62
Tabulka 8: Ušetření času. ....	62
Tabulka 9: Technické rekordy. ....	62
Tabulka 10: Výpočet vlastní tíhy u visutého mostu o 3 polích. ....	74
Tabulka 11: Výpočet ostatní stálého zatížení. ....	76
Tabulka 12: Stanovení minimální a maximální teploty ve stínu. ....	79
Tabulka 13: Tabulka tipů konstrukcí dle italských technických norem. [21]. ....	79
Tabulka 14: Výpočet maximálního rozsahu rovnoměrných složek. ....	80
Tabulka 15: Hodnoty lineárních rozdílových složek teploty pro různé typy nosných konstrukcí. [7]. ....	81
Tabulka 16: Hodnoty součinitele $k_{sur}$ pro různé tloušťky mostního svršku. [7].	81
Tabulka 17: Tabulka výchozích hodnot základní rychlosti větru dle zón. [20].	83
Tabulka 18: Kategorie terénu. [20]. ....	84
Tabulka 19: Součinitele terénu dle zón. [20]. ....	84
Tabulka 20: Počet a šířka zatěžovacích pruhů. [8]. ....	88
Tabulka 21: LM1-charakteristické hodnoty včetně dynamických účinků. [8]. ....	89
Tabulka 22: Zvláštní vozidlo pro silnice I. a II. třídy. [27]. ....	91
Tabulka 23: Odečtení stálého zatížení od kombinací pro zjištění ohybových momentů od daného zatěžovacího stavu. ....	94

Tabulka 24: Nelineární hodnoty ohybových momentů od nelineárních zatěžovacích stavů. ....	95
Tabulka 25: Součinitele spolehlivosti zatížení. [27].....	104
Tabulka 26: Součinitele kombinace $\psi$ pro silniční a železniční mosty. [27] ...	105
Tabulka 27: Součinitele použité pro min a max charakteristickou kombinaci zatížení. ....	106
Tabulka 28: Součinitele použité pro min a max častou kombinaci zatížení. ...	106
Tabulka 29: Součinitele použité pro min a max kvazi-stálou kombinaci zatížení. ....	106
Tabulka 30: Součinitele pro min a max kombinaci dle vztahu 6.10a a 6.10b.	107
Tabulka 31: Vnitřní síly od kombinací na visutém mostě o 3 polích.....	108
Tabulka 32: Napětí v průřezech od charakteristické kombinace u visutého mostu o 3 polích.....	109
Tabulka 33: Napětí v průřezech od časté kombinace u visutého mostu o 3 polích.....	110
Tabulka 34: Napětí v průřezech od kvazi-stálé kombinace u visutého mostu o 3 polích. ....	111
Tabulka 35: Napětí v průřezech od kombinace vztahu 6.10a u visutého mostu o 3 polích.....	112
Tabulka 36: Napětí v průřezech od kombinace vztahu 6.10b u visutého mostu o 3 polích.....	113
Tabulka 37: Výpočet vlastní tíhy pro nový průřez.....	119
Tabulka 38: Seznam zatěžovacích stavů pro visutý most o 1 poli. ....	120
Tabulka 39: Seznam nelineárních zatěžovacích stavů pro nelineární kombinaci zatížení. ....	121
Tabulka 40: Vnitřní síly od kombinací pro visutý most o 1 poli.....	130
Tabulka 41: Napětí v průřezech od charakteristické kombinace u visutého mostu o 1 poli. ....	131
Tabulka 42: Napětí v průřezech od časté kombinace u visutého mostu o 1 poli. ....	132
Tabulka 43: Napětí v průřezech od kvazi-stálé kombinace u visutého mostu o 1 poli.....	133

Tabulka 44: Napětí v průřezech od kombinace vztahu 6.10a u visutého mostu o 1 poli. ....	134
Tabulka 45: Napětí v průřezech od kombinace vztahu 6.10b u visutého mostu o 1 poli. ....	135
Tabulka 46: Výpočet síly a napětí v předpínací výztuži o 37 lanech po ztrátách napětí. ....	136
Tabulka 47: Výpočet síly a napětí v předpínací výztuži o 55 lanech po ztrátách napětí. ....	137
Tabulka 48: Návrh předpětí v 1/32 L2 u visutého mostu o 1 poli. ....	138
Tabulka 49: Návrh předpětí v 1/8 L2 u visutého mostu o 1 poli. ....	138
Tabulka 50: Návrh předpětí v 1/4 L2 u visutého mostu o 1 poli. ....	140
Tabulka 51: Návrh předpětí v 3/8 L2 u visutého mostu o 1 poli. ....	141
Tabulka 52: Návrh předpětí v 3/8 L2 u visutého mostu o 1 poli. ....	142
Tabulka 53: MSP-Omezení napětí 1/32 L2. ....	144
Tabulka 54: MSP-Omezení napětí 1/8 L2. ....	145
Tabulka 55: MSP-Omezení napětí 1/4 L2. ....	146
Tabulka 56: MSP-Omezení napětí 3/8 L2. ....	147
Tabulka 57: MSP-Omezení napětí 1/2 L2. ....	148
Tabulka 58: Zatěžovací stavy pro hybridní most. ....	154
Tabulka 59: Nelineární kombinace zatížení na hybridním mostě. ....	155
Tabulka 60: Přehled vnitřních sil od kombinací zatížení na 2D modelu hybridního mostu. ....	167
Tabulka 61: Napětí od charakteristické zatížení kombinace na 2D modelu hybridního mostu. ....	168
Tabulka 62: Napětí od časté kombinace zatížení na 2D modelu hybridního mostu. ....	169
Tabulka 63: Napětí od kvazi-stálé kombinace zatížení na 2D modelu hybridního mostu. ....	170
Tabulka 64: Napětí od kombinace zatížení ze vztahu 6.10a na 2D modelu hybridního mostu. ....	171
Tabulka 65: Napětí od kombinace zatížení ze vztahu 6.10a na 2D modelu hybridního mostu. ....	172
Tabulka 66: Návrh předpětí ve 1/4 L1 hybridního mostu. ....	174

Tabulka 67: Návrh předpětí v 1/2 L1, 3/4 L1 a v místě pylonu hybridního mostu. ....	175
Tabulka 68: Návrh předpětí v 1/8 L2 hybridního mostu.....	176
Tabulka 69: Návrh předpětí v 1/4 L2 hybridního mostu.....	177
Tabulka 70: Návrh předpětí v 1/2 L2 hybridního mostu.....	178
Tabulka 71: MSP-Omezení napětí 1/4 L1 hybridního mostu.....	179
Tabulka 72: MSP-Omezení napětí 1/2 L1 hybridního mostu.....	180
Tabulka 73: MSP-Omezení napětí 3/4 L1 hybridního mostu.....	181
Tabulka 74: MSP-Omezení napětí v místě pylonu hybridního mostu. ....	182
Tabulka 75: MSP-Omezení napětí 1/8 L2 hybridního mostu.....	183
Tabulka 76: MSP-Omezení napětí 1/4 L2 hybridního mostu.....	184
Tabulka 77: MSP-Omezení napětí 1/2 L2 hybridního mostu.....	185
Tabulka 78: Přehled vnitřních sil v posuzovaných řezech na hybridní prostorovém modelu. ....	200
Tabulka 79: Napětí v 1/4 L1 na konci životnosti. ....	200
Tabulka 80: Předpínací výztuž v 1/4 L1 při uvedení do provozu. ....	201
Tabulka 81: Napětí v 1/4 L1 při uvedení do provozu. ....	202
Tabulka 82: Napětí v 1/2 L2 na konci životnosti. ....	202
Tabulka 83: Přehled vnitřních sil v žebro uprostřed mostu. ....	208
Tabulka 84: Návrh předpětí žebra uprostřed mostu.....	209
Tabulka 85: MSP - Omezení napětí - žebro uprostřed mostu. ....	209
Tabulka 86: Přehled vnitřních sil v 1/8 šířky mostu. ....	210
Tabulka 87: Návrh předpětí žebra v 1/8 šířky mostu. ....	210
Tabulka 88: MSP - Omezení napětí - žebro v 1/8 šířky mostu.....	211
Tabulka 89: Orientační hodnoty od zatížení větrem ve směru Y. ....	213
Tabulka 90: MSÚ - pružný výpočet KŽ.....	215
Tabulka 91: Zjednodušený posudek MSÚ pro průřez v 1/4 L2 při uvedení do provozu. ....	216
Tabulka 92: Zjednodušený posudek MSÚ pro průřez v 1/4 L2 na konci životnosti.....	217

## **7. SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1: Výkres A1: Varianty řešení přemostění A.1
- Příloha 2: Výkres A2: Varianty řešení přemostění A.2
- Příloha 3: Výkres A3: Varianty řešení přemostění B.1
- Příloha 4: Výkres A4: Varianty řešení přemostění B.2
- Příloha 5: Výkres A5: Příčný řez varianty podvodního tunelu
- Příloha 6: Výkres A6.1: Příčný řez nad podporu varianty extradosed
- Příloha 7: Výkres A6.2: Příčný řez v poli varianty extradosed
- Příloha 8: Výkres A7: Příčný řez zavěšenou variantou
- Příloha 9: Výkres A8: Příčný řez visutou/zavěšenou variantou
- Příloha 10: Výkres B1: Vzorový příčný řez
- Příloha 11: Výkres B2: Podélný řez
- Příloha 12: Výkres B3: Půdorys
- Příloha 13: Výkres B4: Pohled na pylon
- Příloha 14: Výkres B5: Příčný řez pilířem
- Příloha 15: Výkres B6: Vodorovný řez mostní konstrukcí
- Příloha 16: Výkres B7: Půdorys mostní konstrukce-detail
- Příloha 17: Výkres B8: Výkres opěry
- Příloha 18: Výkres B9: Detaily segmentového prefabrikátu
- Příloha 19: Výkres C1: Vzorový příčný řez hybridního mostu
- Příloha 20: Výkres C2: Zjednodušené schéma hybridního mostu