


DIPLOMOVÝ SEMINÁŘ

<i>Vypracoval:</i> Bc. FRANTIŠEK BAJER	<i>Vedoucí práce:</i> doc. Ing. PAVEL RYJÁČEK, Ph.D.	<i>Školní rok:</i> 2021 / 2022	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
<i>Předmět:</i> Diplomová práce			
<i>Název práce:</i> Přepočítání a návrh zesílení Faltusova mostu jako lávky pro pěší a cyklisty			<i>Datum:</i> 01 / 2022
<i>Název přílohy:</i> DIPLOMOVÝ SEMINÁŘ			<i>Měřítko:</i> -
			<i>Formát:</i> -
			<i>Číslo přílohy:</i> 4

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



DIPLOMOVÝ SEMINÁŘ

František Bajer

Vedoucí diplomového semináře

Studijní program:

Studijní obor:

doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

Stavební inženýrství

Konstrukce a dopravní stavby

Praha 2021

Obsah

1	Úvod.....	3
1.1	Popis nosné konstrukce	3
1.1.1	Hlavní nosníky	4
1.1.2	Příčnický mostovky	4
1.1.3	Podélníky.....	4
1.1.4	Deska mostovky	4
1.1.5	Horní ztužení	4
1.1.6	Spodní ztužení.....	4
1.1.7	Ložiska	4
2	Zatížení.....	5
2.1	Stálé zatížení	5
2.1.1	Vlastní tíha ocelové konstrukce	5
2.1.2	Vlastní tíha betonové desky mostovky	5
2.1.3	Ostatní stálé zatížení	6
2.1.4	Smrštění desky	6
2.2	Proměnná zatížení	7
2.2.1	Zatížení dopravou	7
2.2.2	Zatížení větrem	8
2.2.3	Zatížení teplotou	11
3	Materiály.....	12
4	Statický výpočet	13
4.1	Statický model.....	13
4.1.1	Tuhost desky	13
4.1.2	Renderovaný model.....	15
4.1.3	Drátový model.....	16
4.2	Fáze výstavby	17
4.2.1	Fáze 1	17
4.2.2	Fáze 2	17
4.2.3	Fáze 3	17
4.2.4	Fáze 4	18
4.2.5	Fáze 5	18
4.3	Průřezy	19
4.4	Zatěžovací stavy	23
4.4.1	Fáze 1	23
4.4.2	Fáze 2	24

4.4.3	Fáze 3	24
4.4.4	Fáze 4	25
4.4.5	Fáze 5	25
4.5	Kombinace zatížení	28
5	Posouzení a hodnocení konstrukce	29
5.1	Horní pásy HN	29
5.2	Dolní pásy HN	30
5.3	Diagonály HN.....	31
5.4	Svislice HN	32
5.5	Příčnický mostovky	33
5.6	Podélníky.....	33
5.7	Dolní diagonální ztužidla	34
5.8	Horní příčnický	35
5.9	Horní diagonální ztužidla	35
6	Závěr.....	36

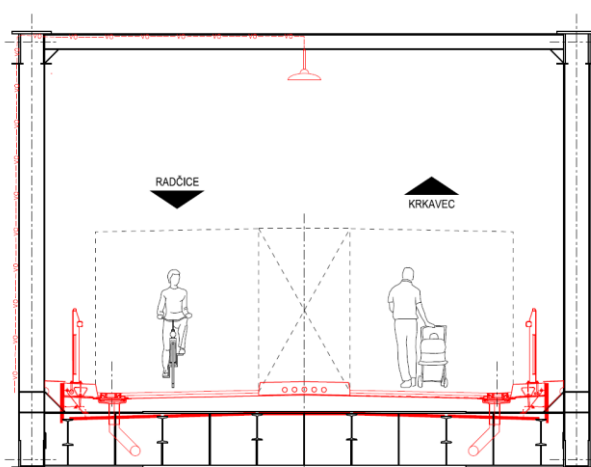
1 Úvod

Účelem statického přepočtu konstrukce je ověření možnosti využití stávající ocelové nosné konstrukce mostu profesora Faltuse jako lávky pro pěší a cyklisty. Předběžný výpočet poslouží jako podklad pro pozdější podrobnější ruční posouzení včetně korozního oslabení konstrukce a případně návrh zesílení konstrukce.

1.1 Popis nosné konstrukce

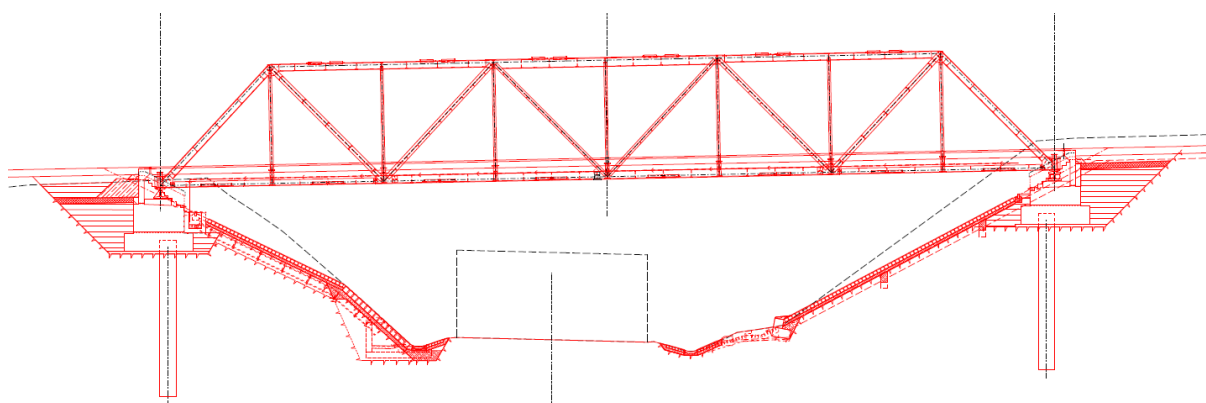
Jedná se o celosvařovaný uzavřený příhradový most se spodní mostovkou.

Rozpětí	49,2 m
Teoretická výška	6,4 m
Teoretická šířka	8,35 m



Obrázek 1 - Příčný řez v poli

Hlavními nosnými prvky stávající konstrukce jsou dva příhradové lichoběžníkové přímopásové nosníky s podružnými svislicemi. Nosníky jsou tvořeny 7 svislicemi a 8 diagonálami. Příčníky podpírající mostovku jsou v úrovni spodních pasů připojeny ke svislicím HN. Podélníky jsou přivařené ke stojinám příčníků. Prostorové ztužení konstrukce zajišťují příčníky v úrovni horních pasů HN a dále rombická ztužidla v úrovni horních i spodních pasů HN.



Obrázek 2 - Podélný řez

1.1.1 Hlavní nosníky

Spodní pásy HN tvoří členěný průřez ze dvou profilů tvaru obráceného T. Horní pásy a první diagonály tvoří složený průřez tvaru π . Svislice a diagonály jsou tvaru I různých rozměrů.

1.1.2 Příčníky mostovky

Příčníky mají rozpětí 8,35 m. Jejich průřez je svařovaný tvaru I výšky 860 mm. Jsou připojeny ke svislicím HN a spolu s horními příčníky tvoří v příčném směru rám. V horní části stojiny jsou k nim přivařené podélníky, které jsou oproti horní pásnici příčníků o několik centimetrů zapuštěné.

1.1.3 Podélníky

Podélníky jsou z válcovaných profilů I400. Jejich osová vzdálenost je 1,45 m rozpětí je 6,15 m a jsou s výztuhami vždy přivařeny k nejbližším příčníkům (tzn. nejsou po celé délce průběžné).

1.1.4 Deska mostovky

Mostovku bude tvořit nově vybudovaná ŽB deska tl. 250 mm, která bude spřažena s příčníky a podélníky pomocí spřahovacích trnů na horních pásnicích příčníků a podélníků. Bednění desky bude provedeno z UPHC panelů jako bednění ztracené.

1.1.5 Horní ztužení

Ztužení konstrukce v úrovni horních pasů HN tvoří horní příčníky válcovaného profilu I220 a dále rombická ztužidla průřezu tvaru X, který je tvořen ze dvou k sobě svařených L úhelníků.

1.1.6 Spodní ztužení

Ztužení konstrukce v úrovni spodních pasů HN tvoří rombická ztužidla průřezu tvaru T, který je tvořen ze dvou „zády“ k sobě svařených L úhelníků.

1.1.7 Ložiska

Konstrukce je na opěry uložena pomocí klasických ocelových ložisek. Na první opěře se nacházejí dvě pevná ocelová ložiska, na druhé opěře se nacházejí dvě podélně posuvná ocelová dvouválcová ložiska.

2 Zatížení

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Vlastní tíha ocelové konstrukce

Zatížení vlastní tíhou ocelových prvků je generováno softwarem ve výpočetním modelu.

2.1.2 Vlastní tíha betonové desky mostovky

Zatížení vlastní tíhou ŽB desky je aplikováno jako liniové zatížení podélníků od tíhy mokrého betonu desky mostovky a následně jako odlehčení po vyschnutí betonu.

Zatížení vnitřních podélníků mokrým betonem

	tloušťka [mm]	zat. šířka [mm]	plocha [mm ²]	g_k [kNm ⁻³]	g_k [kNm ⁻¹]
Deska mostovky	280	1450	406000	26	10,556
UPHC	20	1450	29000	25	0,725
CELKEM					11,281

Odlehčení vnitřních po vyschnutí betonu

	tloušťka [mm]	zat. šířka [mm]	plocha [mm ²]	g_k [kNm ⁻³]	g_k [kNm ⁻¹]
Deska mostovky	280	1450	406000	1	0,406

Zatížení krajních podélníků mokrým betonem

	tloušťka [mm]	zat. šířka [mm]	plocha [mm ²]	g_k [kNm ⁻³]	g_k [kNm ⁻¹]
Deska mostovky	280	783	219240	26	5,700
UPHC	20	783	15660	25	0,392
Beton u římsy	40	610	24400	26	0,634
UPHC u římsy	20	610	12200	25	0,305
Nálitek u římsy			16077	26	0,418
CELKEM					7,449

Odlehčení krajních podélníků po vyschnutí betonu

	tloušťka [mm]	zat. šířka [mm]	plocha [mm ²]	g_k [kNm ⁻³]	g_k [kNm ⁻¹]
Deska mostovky	280	783	219240	1	0,219
Beton u římsy	40	610	24400	1	0,024
Nálitek u římsy			16077	1	0,016
CELKEM					0,260

2.1.3 Ostatní stálé zatížení

K tomu zatížení patří zatížení plošné zatížení ŽB římsami a vozovkou a liniové zatížení od zábradlí.

	tloušťka [mm]	g_k [kNm ⁻³]	g_k [kNm ⁻²]	g_k [kNm ⁻¹]
ŽB římsa	200	25	5	
Vozovka	85	24	2,04	
Zábradlí				1

2.1.4 Smrštění desky

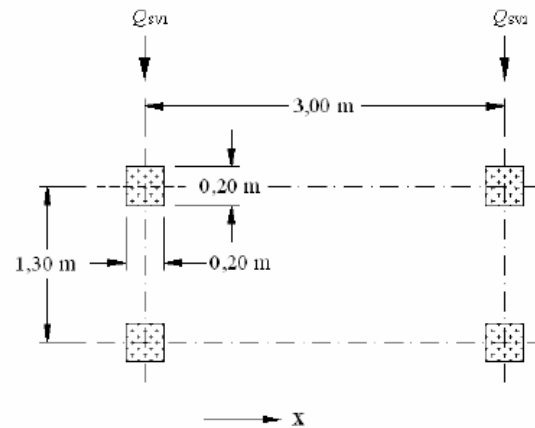
t =	36500 dní
f_{cm} =	38 MPa
s =	0,25 -
$f_{cm(t)}$ =	48 MPa
f_{cm0} =	10 MPa
α_{ds1} =	4 -
α_{ds2} =	0,12 -
RH =	80 %
RH_0 =	100 %
β_{RH} =	0,7564 -
$\epsilon_{cd,0}$ =	0,000237 -

2.2 Proměnná zatížení

2.2.1 Zatížení dopravou

V prostoru chodníků bylo uvažováno rovnoměrní svislé zatížení od chodců v hodnotě 5 kN/m^2 a vodorovné zatížení v hodnotě $0,5 \text{ kN/m}^2$ dle ČSN EN 1991-2 ed. 2 Eurokód 1: zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou.

Na lávku bude umožněn vjezd obslužného vozidla, proto bylo uvažováno svislé i vodorovné zatížení obslužným vozidlem dle ČSN EN 1991-2 ed. 2 Eurokód 1: zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou. Zatížení bylo umístěno v několika nejméně příznivých polohách pro prvky mostovky.



Legenda

x podélná osa mostu

$Q_{sv1} = 80 \text{ kN}$

$Q_{sv2} = 40 \text{ kN}$

Obrázek 3 - Servisní vozidlo

2.2.2 Zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-4 ed. 2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.

2.2.2.1 Stanovení maximální dynamického tlaku větru

Větrná oblast II

Kategorie terénu II

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

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

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

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

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$z = 16,9 \text{ m}$$

$$z_0 = 0,05$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

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

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 1,11$$

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

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 27,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$k_1 = 1,0$$

$$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) = k_1 / c_0(z) \ln(z/z_0) = 0,17$$

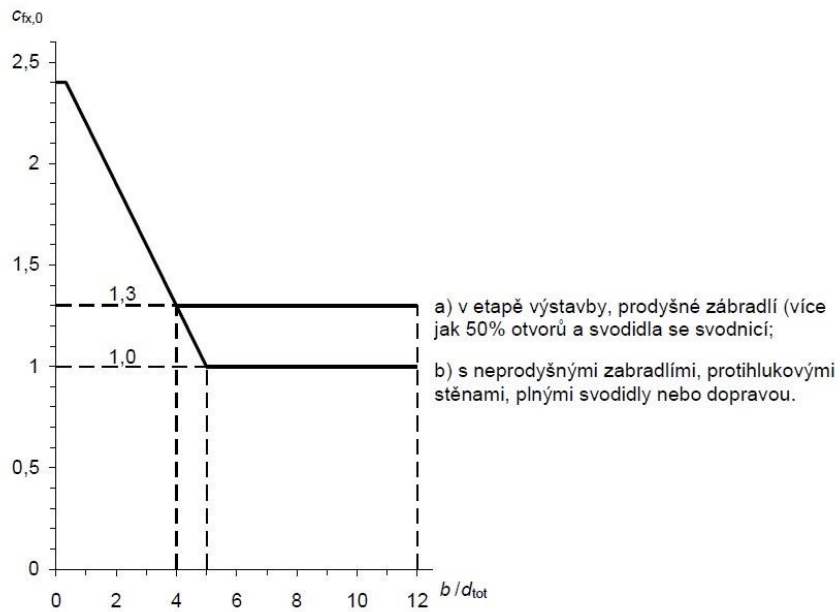
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 1053,0 \text{ Pa}$$

$$q_b(z) = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,6 \text{ Pa}$$

$$c_e = 2,70$$

2.2.2.2 Mostovka

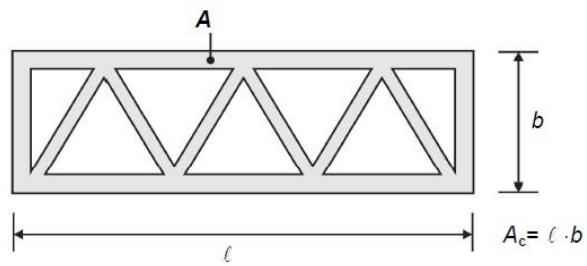
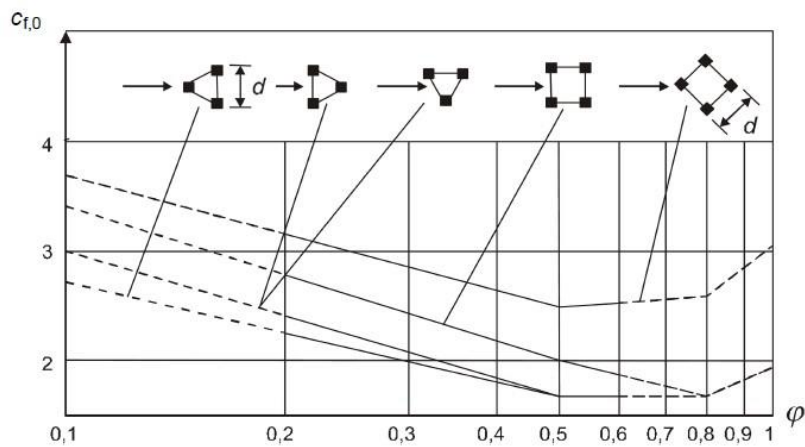
Dle kap. 8 ČSN EN 1991-1-4 ed. 2.

Obrázek 4 - Součinitel síly pro mosty $C_{f,x}$

$$\begin{aligned}
 b &= 7,485 \text{ m} \\
 d_{\text{tot}} = b_{\text{ref}} &= 1,25 \text{ m} \\
 b/d_{\text{tot}} &= 6,0 \\
 C_{f,x} &= 1,3 \\
 f_w &= q_p(z) \cdot C_{f,x} \cdot b_{\text{ref}} = 1,71 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

2.2.2.3 Příhradové nosníky

Dle kap. 7 ČSN EN 1991-1-4 ed. 2.

Obrázek 5 - Definice součinitele plnosti φ Obrázek 6 - Součinitel síly $c_{f,0}$ jako funkce součinitele plnosti φ

$$A_c = 291617000 \text{ mm}^2$$

$$A = 105746000 \text{ mm}^2$$

$$\varphi = 0,36$$

$$C_{f,0} = 2,2$$

$$f_w = q_p(z) \cdot C_{f,0} \cdot b_{ref}$$

prut	b_{ref} [mm]	f_w [kNm ⁻¹]
HP1	387	0,90
HP2	502	1,16
DP1	312	0,72
DP2	430	1,00
V1	180	0,42
V2	180	0,42
V3	180	0,42
V4	180	0,42
D1	387	0,90
D2	300	0,69
D3	280	0,65
D4	220	0,51

2.2.3 Zatížení teplotou

Zatížení větrem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou.

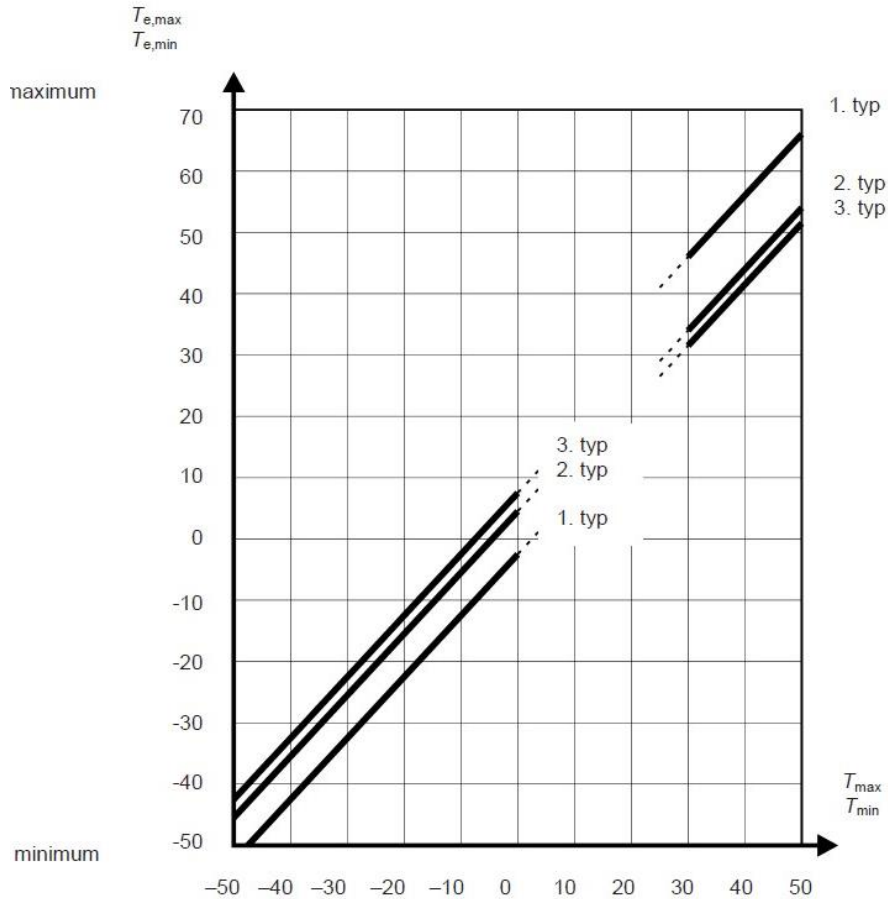
Umístění: Chotikov

$T_{\min} = -32 \text{ °C}$

$T_{\max} = 40 \text{ °C}$

$T_0 = 10 \text{ °C}$

2.2.3.1 Zatížení rovnoměrnou teplotou



Obrázek 7 - Vztah mezi min/max teplotou vzduchu ve stínu a min/max rovnoměrnou složkou teploty mostu

1. TYP - ocel - PŘÍHRADOVÉ NOSNÍKY

$$T_{e,\min} = T_{\min} - 3 = -35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 16 = 56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = -T_0 + T_{e,\min} = -45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = -T_0 + T_{e,\max} = 46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

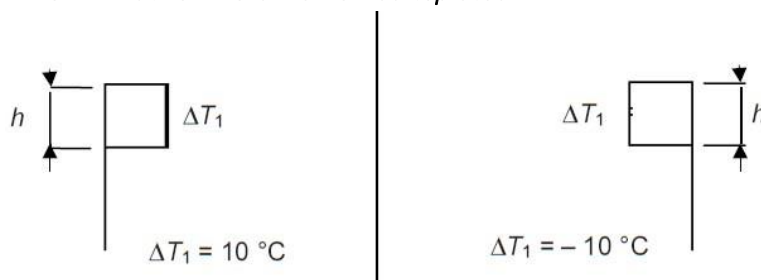
2. TYP - ocelobeton - MOSTOVKA

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 4,5 = -27,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 4,5 = 44,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = -T_0 + T_{e,\min} = -37,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = -T_0 + T_{e,\max} = 34,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.2.3.2 Zatížení nerovnoměrnou teplotou

Obrázek 8 - Rozložení nelineární teploty po průřezu

Postup 2 - nelineární účinky - zjednodušený postup**2. TYP - ocelobeton**

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3 Materiály

Materiál oceli byl stanoven na základě znaleckého posudku Prof. Ing. Jiřího Studničky z roku 2009.

Stávající ocelové prvky: **S235 JR**

Deska mostovky: **C30/37**

4 Statický výpočet

4.1 Statický model

Statický výpočet byl proveden v programu SCIA Engineer 21. Konstrukce byla modelována jako prutová prostorová konstrukce. Přípoje příčníků na svislíce HN byly modelovány pomocí deskostěnových prvků. Styčníky HN, příčníků i podélníků jsou modelovány jako tuhé, horní i dolní rombová ztužidla jsou připojena kloubově. Model dále zahrnuje excentricity všech prutů a přípojů.

Betonová deska mostovky je modelována jako ortotropní, jelikož v podélném směru dojde ke vzniku trhlin. Ortotropie je zadána pomocí modifikátorů vlastností pro tuhosti desky ve směru x. Tyto tuhosti byly vypočteny na základě předběžného odhadu vyztužení desky pruty průměru 20 mm po 125 mm při obou površích.

Vzhledem ke snížení ohybové tuhosti spřažené desky byla pomocí modifikátoru uměle navýšena ohybová tuhost podélníků, kvůli lepšímu vystižení lokální ohybové tuhosti.

Na modelu se nachází jedno pevné a příčně posuvné ložisko na první opěře a podélně a všesměrně posuvné ložisko na druhé opěře. Ložiska jsou připojena excentricky pomocí fiktivních prutů.

4.1.1 Tuhost desky

Podélná tuhost desky mostovky byla stanovena dle normy ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty.

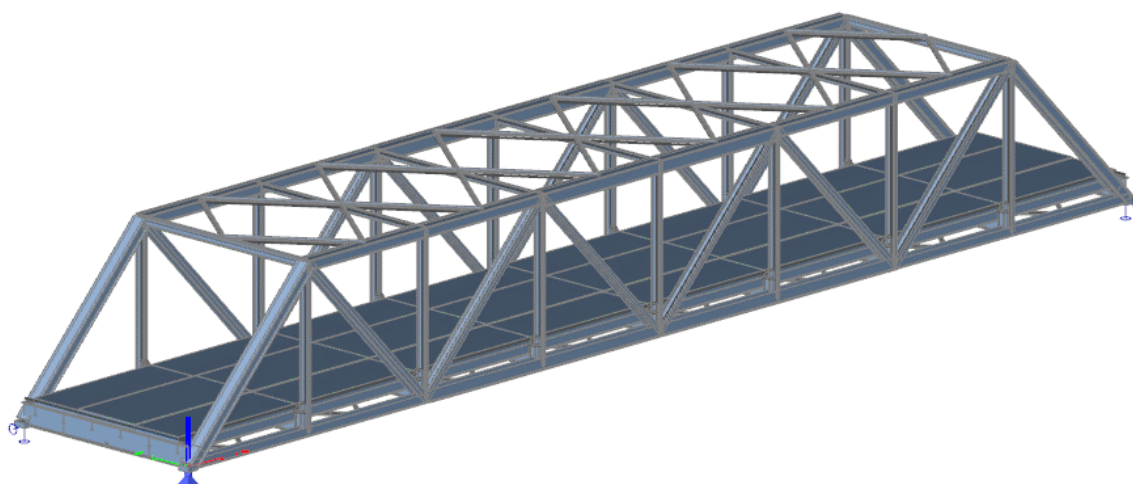
$\varnothing_s =$	20 mm	průměr výztuže
$A_1 =$	314,1593 mm ²	plocha 1 prutu
$s =$	125 mm	osová vzdálenost prutů
$n =$	8 ks/m	počet prutů na 1 m šířky desky
$A =$	2513,274 mm ²	plocha výztuže při jednom povrchu
$c =$	50 mm	krytí výztuže
$z =$	130 mm	osová vzdálenost horní a dolní výztuže
$E_s =$	200 GPa	modul pružnosti oceli
$A_s =$	5026,548 mm ²	plocha výztuže na 1 m šířky desky
$E_c =$	32,8 GPa	modul pružnosti betonu
$A_c =$	0,25 mm ²	plocha betonu na 1 m šířky desky

$$(EA_s)_{\text{eff}} = \frac{E_s A_s}{1 - 0,35 / (1 + n_0 \rho_s)}$$

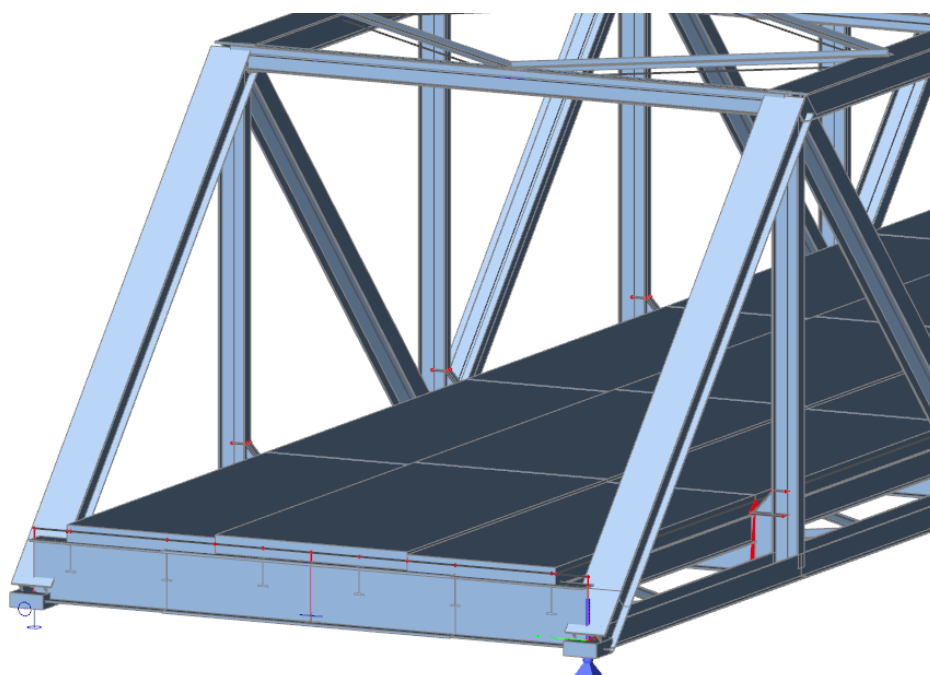
$\rho_s =$	$A_s/A_c =$	0,020	stupeň vyztužení
$n_0 =$	$E_s/E_c =$	6,098	poměr modulů pružnosti
$EA_{s,\text{eff}} =$		1460,732 MN/m	podélná tuhost desky

Tuhost desky s trhlinami	Tuhost desky bez trhlín	Poměr tuhostí
D11 = 4,281 MNm	D11 = 44,488 MNm	D11 = 0,096
D22 = 44,488 MNm	D22 = 44,488 MNm	D22 = 1,000
D12 = 2,760 MNm	D12 = 8,898 MNm	D12 = 0,310
D33 = 17,795 MNm	D33 = 17,795 MNm	D33 = 1,000
D44 = 3416,667 MN/m	D44 = 3416,667 MN/m	D44 = 1,000
D55 = 3416,667 MN/m	D55 = 3416,667 MN/m	D55 = 1,000
d11 = 1460,732 MN/m	d11 = 8541,667 MN/m	d11 = 0,171
d22 = 8541,667 MN/m	d22 = 8541,667 MN/m	d22 = 1,000
d12 = 706,458 MN/m	d12 = 1708,333 MN/m	d12 = 0,414
d33 = 1412,917 MN/m	d33 = 1412,917 MN/m	d33 = 1,000

4.1.2 Renderovaný model

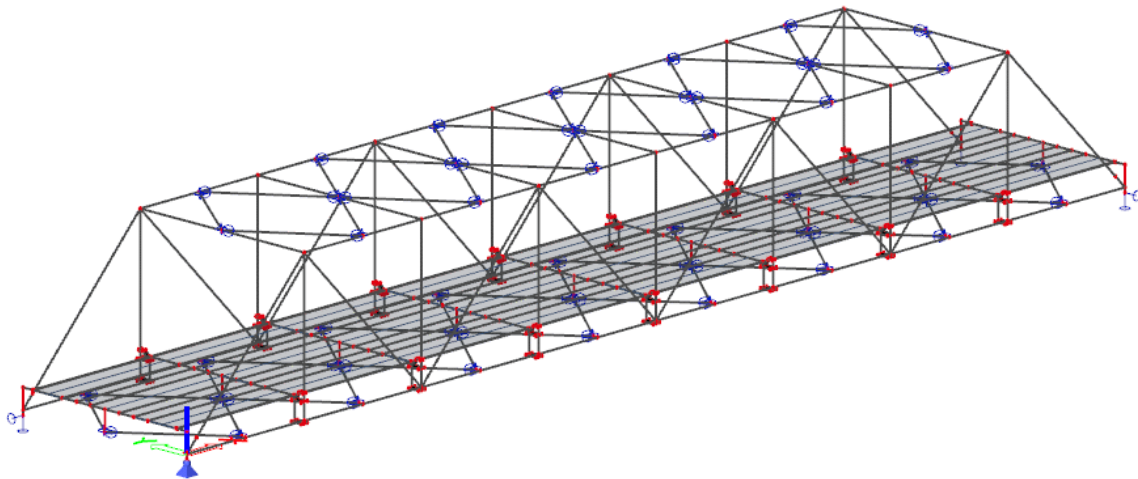


Obrázek 9 - Celkový renderovaný model

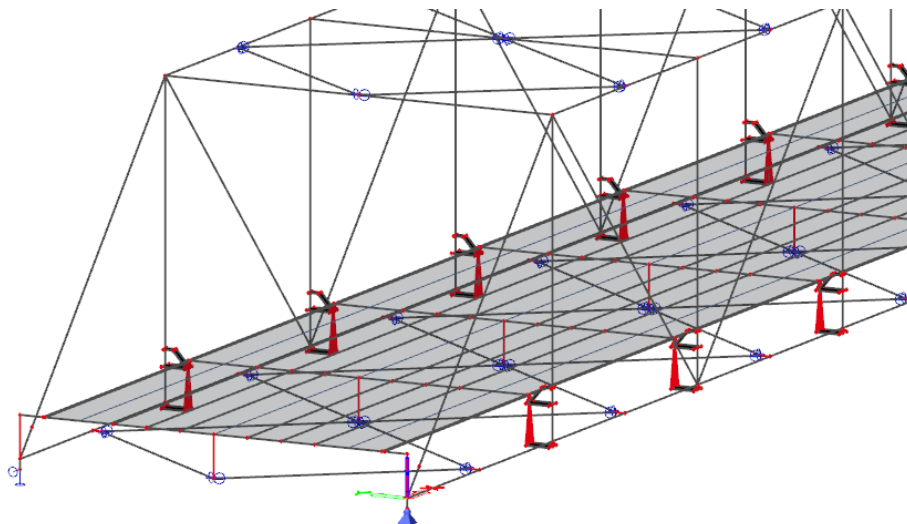


Obrázek 10 - Detail renderovaného modelu

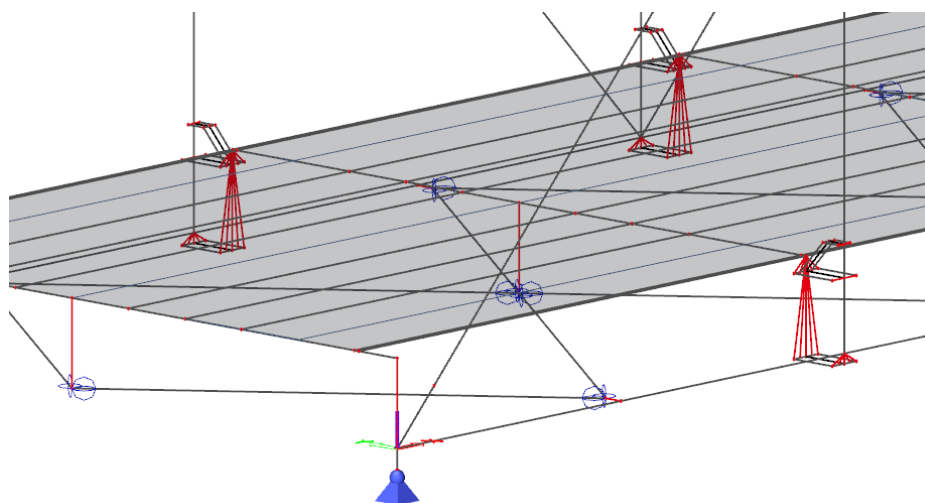
4.1.3 Drátový model



Obrázek 11 - Celkový konstrukční model



Obrázek 12 - Detail 1 konstrukčního modelu



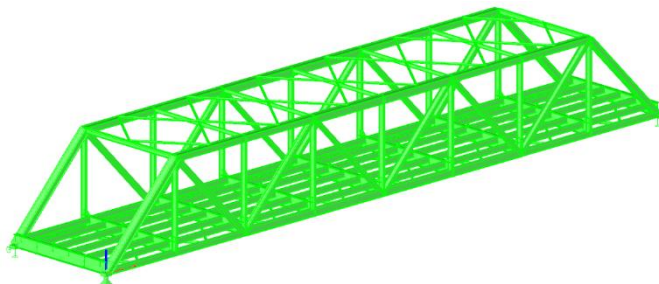
Obrázek 13 - Detail 2 konstrukčního modelu

4.2 Fáze výstavby

Výpočet byl proveden pro 5 různých fází výstavby.

4.2.1 Fáze 1

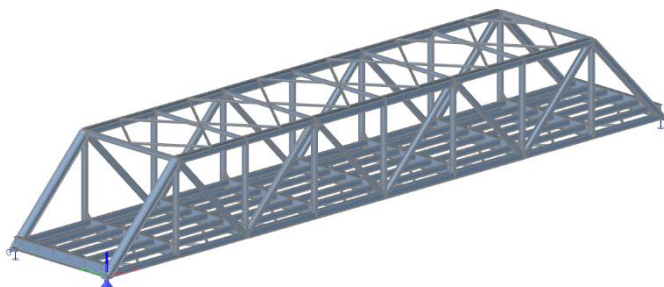
Během fáze 1 se uvažuje svaření veškerých ocelových prvků konstrukce a aplikace jejich vlastní tíhy. **V této fázi se na konstrukci nenachází deska mostovky.**



Obrázek 14 - Konstrukce ve fázi 1

4.2.2 Fáze 2

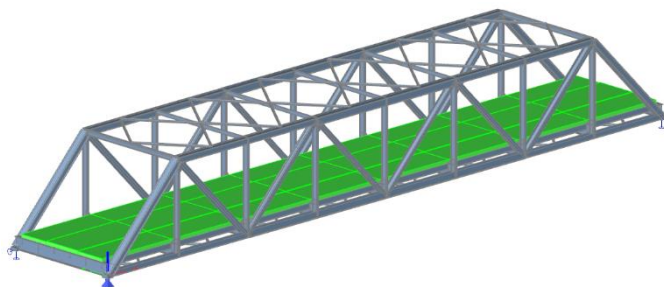
Ve fázi 2 proběhne betonáž ŽB desky mostovky. Tíha mokrého betonu je do modelu zavedena jako liniové zatížení podélníků.



Obrázek 15 - Konstrukce ve fázi 2

4.2.3 Fáze 3

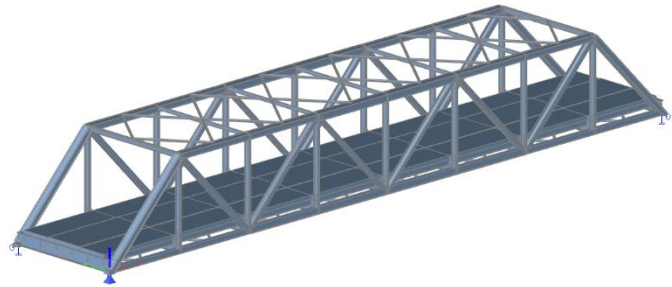
Fáze 3 zahrnuje vyschnutí desky mostovky, což způsobí odlehčení konstrukce. Zároveň je do modelu přidána deska mostovky (již bez vlastní tíhy).



Obrázek 16 - Konstrukce ve fázi 3

4.2.4 Fáze 4

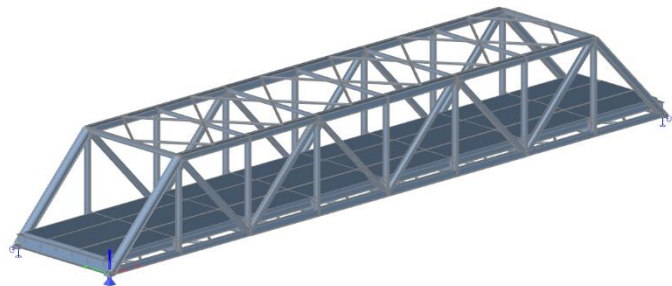
Během fáze 4 je na desku zavedeno přetvoření způsobené smršťováním betonu.



Obrázek 17 - Konstrukce ve fázi 4

4.2.5 Fáze 5

V konečné fázi 5 je již nosná konstrukce kompletní. Na model je aplikováno plošné a liniové ostatní stálé zatížení – římsy, vozovka, zábradlí. Dále jsou aplikována všechna proměnná zatížení.

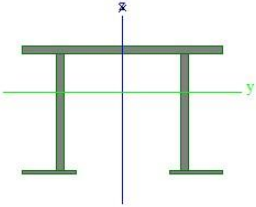


Obrázek 18 - Konstrukce ve fázi 5

4.3 Průřezy

Horní pás – krajní část

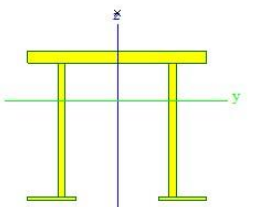
Jméno	CS1 - Horní pás - kraj	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	3,6340e-02	
A _{y, z} [m ²]	1,2644e-02	1,8560e-02
I _{y, z} [m ⁴]	7,0924e-04	1,2602e-03
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	2,1170e-05	6,8189e-06
W _{el, y, z} [m ³]	2,8917e-03	4,2006e-03
W _{pl, y, z} [m ³]	4,4161e-03	6,3761e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	256,1
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	245,3
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,2380e+00	3,2380e+00
M _{ply} +, - [Nm]	1,04e+06	1,04e+06
M _{plz} +, - [Nm]	1,50e+06	1,50e+06

Horní pás – krajní

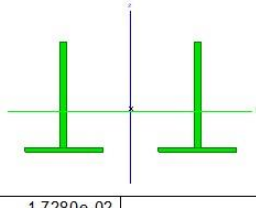
Jméno	CS2 - Horní pás - střed	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	5,0340e-02	
A _{y, z} [m ²]	1,9918e-02	2,3729e-02
I _{y, z} [m ⁴]	1,5332e-03	1,7062e-03
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	4,6462e-05	1,6677e-05
W _{el, y, z} [m ³]	4,5606e-03	5,6875e-03
W _{pl, y, z} [m ³]	7,2662e-03	8,6635e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	293,1
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	336,2
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,6680e+00	3,6680e+00
M _{ply} +, - [Nm]	1,71e+06	1,71e+06
M _{plz} +, - [Nm]	2,04e+06	2,04e+06

Spodní pás – krajní část

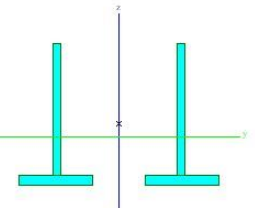
Jméno	CS3 - Spodní pás - kraj	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	1,7280e-02	
A _{y, z} [m ²]	5,4449e-03	1,1017e-02
I _{y, z} [m ⁴]	1,7930e-04	6,4550e-04
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	6,7660e-06	1,8209e-06
W _{el, y, z} [m ³]	9,0706e-04	2,1517e-03
W _{pl, y, z} [m ³]	1,5494e-03	3,2832e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	7,4
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	114,3
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,1280e+00	2,1280e+00
M _{ply} +, - [Nm]	3,64e+05	3,64e+05
M _{plz} +, - [Nm]	7,72e+05	7,72e+05

Spodní pás – střední část

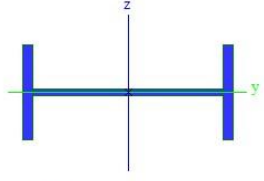
Jméno	CS4 - Spodní pás - střed	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	3,3200e-02	
A _{y, z} [m ²]	1,4461e-02	1,8991e-02
I _{y, z} [m ⁴]	6,3523e-04	1,2339e-03
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	2,3656e-05	7,6908e-06
W _{el, y, z} [m ³]	2,2251e-03	4,1131e-03
W _{pl, y, z} [m ³]	3,9668e-03	6,2580e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	41,2
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	144,5
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,6000e+00	2,6000e+00
M _{ply} +, - [Nm]	9,32e+05	9,32e+05
M _{plz} +, - [Nm]	1,47e+06	1,47e+06

Svislice 1

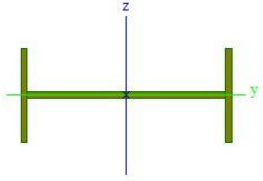
Jméno	CS5 - V1	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	1,1520e-02	
A _{y, z} [m ²]	4,7081e-03	6,7800e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,9492e-05	3,0682e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	6,9945e-07	1,0765e-06
W _{el} y, z [m ³]	2,1658e-04	1,5341e-03
W _{pl} y, z [m ³]	3,3696e-04	1,7568e-03
d y, z [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,4960e+00	1,4960e+00
M _{ply} +, - [Nm]	7,92e+04	7,92e+04
M _{pzz} +, - [Nm]	4,13e+05	4,13e+05

Svislice 2, 3 a 4

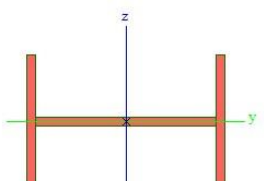
Jméno	CS6 - V2, V3, V4	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	8,8320e-03	
A _{y, z} [m ²]	4,6691e-03	4,1138e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,1718e-05	2,1580e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	4,3756e-07	4,0073e-07
W _{el} y, z [m ³]	1,3020e-04	1,0790e-03
W _{pl} y, z [m ³]	2,0794e-04	1,2622e-03
d y, z [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,4960e+00	1,4960e+00
M _{ply} +, - [Nm]	4,89e+04	4,89e+04
M _{pzz} +, - [Nm]	2,97e+05	2,97e+05

Diagonála 2

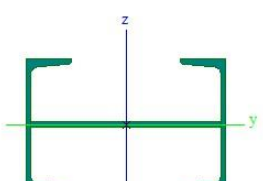
Jméno	CS7 - D2	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	2,0000e-02	
A _{y, z} [m ²]	8,6191e-03	1,1370e-02
I _{y, z} [m ⁴]	9,0267e-05	6,3627e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	3,9497e-06	2,5224e-06
W _{el} y, z [m ³]	6,0178e-04	2,8921e-03
W _{pl} y, z [m ³]	9,4000e-04	3,3200e-03
d y, z [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,0400e+00	2,0400e+00
M _{ply} +, - [Nm]	2,21e+05	2,21e+05
M _{pzz} +, - [Nm]	7,80e+05	7,80e+05

Diagonála 3

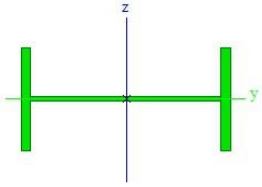
Jméno	CS8 - D3	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	1,5487e-02	
A _{y, z} [m ²]	6,0904e-03	5,8462e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,2561e-04	4,3647e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	6,9593e-06	8,0931e-07
W _{el} y, z [m ³]	8,9723e-04	2,0784e-03
W _{pl} y, z [m ³]	1,0787e-03	2,4537e-03
d y, z [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,5577e+00	2,5577e+00
M _{ply} +, - [Nm]	2,53e+05	2,53e+05
M _{pzz} +, - [Nm]	5,77e+05	5,77e+05

Diagonála 4

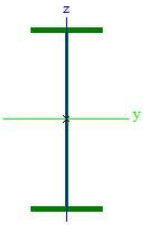
Jméno	CS9 - D4	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	1,2800e-02	
A _{y, z} [m ²]	4,3441e-03	7,9407e-03
I _{y, z} [m ⁴]	3,5527e-05	4,4171e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	1,5621e-06	1,1939e-06
W _{el, y, z} [m ³]	3,2297e-04	2,0078e-03
W _{pl, y, z} [m ³]	4,9400e-04	2,2480e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,7400e+00	1,7400e+00
M _{dy, +, -} [Nm]	1,16e+05	1,16e+05
M _{dz, +, -} [Nm]	5,28e+05	5,28e+05

Spodní příčník - kraj


Jméno	CS10 - Příčník - kraj	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	2,2800e-02	
A _{y, z} [m ²]	1,1873e-02	9,9188e-03
I _{y, z} [m ⁴]	2,7314e-03	1,1991e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	2,0125e-05	2,1304e-06
W _{el, y, z} [m ³]	6,5032e-03	7,2670e-04
W _{pl, y, z} [m ³]	7,3320e-03	1,1178e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,9760e+00	2,9760e+00
M _{dy, +, -} [Nm]	1,72e+06	1,72e+06
M _{dz, +, -} [Nm]	2,63e+05	2,63e+05

Spodní příčník - střed

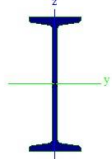
Jméno	CS11 - Příčník - střed	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	2,9400e-02	
A _{y, z} [m ²]	1,7706e-02	1,0197e-02
I _{y, z} [m ⁴]	3,9235e-03	1,7980e-04
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	3,0904e-05	5,8569e-06
W _{el, y, z} [m ³]	9,1245e-03	1,0897e-03
W _{pl, y, z} [m ³]	1,0137e-02	1,6623e-03
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	3,0160e+00	3,0160e+00
M _{dy, +, -} [Nm]	2,38e+06	2,38e+06
M _{dz, +, -} [Nm]	3,91e+05	3,91e+05

Podélník

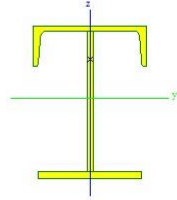
Jméno	CS12 - Podélník	
Typ	1400	
Zdroj hodnot	Stahl im Hochbau / 14 Auflage Band I / Teil 1	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	b	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✗	



A [m ²]	1,1800e-02	
A _{y, z} [m ²]	7,2281e-03	5,7518e-03
I _{y, z} [m ⁴]	2,9210e-04	1,1600e-05
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	4,7989e-07	1,7000e-06
W _{el, y, z} [m ³]	1,4600e-03	1,4900e-04
W _{pl, y, z} [m ³]	1,7122e-03	2,5400e-04
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	77,5	200,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,3200e+00	1,3261e+00
M _{dy, +, -} [Nm]	4,02e+05	4,02e+05
M _{dz, +, -} [Nm]	5,96e+04	5,96e+04

Horní krajní podélník

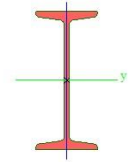
Jméno	CS13 - Horní ztužení - 1. rám	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	✓	



A [m ²]	1,1132e-02	
A _{y, z} [m ²]	5,8874e-03	4,2708e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,9066e-04	4,9351e-05
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	1,1270e-06	5,8158e-07
W _{el, y, z} [m ³]	1,1186e-03	4,1126e-04
W _{pl, y, z} [m ³]	1,3520e-03	5,5007e-04
d _{y, z} [mm]	0,0	83,5
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	170,4
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,8215e+00	1,8215e+00
M _{ply} +, - [Nm]	3,18e+05	3,18e+05
M _{pzz} +, - [Nm]	1,29e+05	1,29e+05

Horní vnitřní podélník

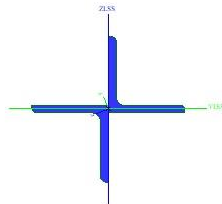
Jméno	CS14 - Horní ztužení - ostatní rámy	
Typ	I240	
Zdroj hodnot	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	b	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	



A [m ²]	4,6100e-03	
A _{y, z} [m ²]	2,9612e-03	2,1010e-03
I _{y, z} [m ⁴]	4,2500e-05	2,2100e-06
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	3,3469e-08	2,5000e-07
W _{el, y, z} [m ³]	3,5400e-04	4,1700e-05
W _{pl, y, z} [m ³]	4,1067e-04	7,0000e-05
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	53,0	120,0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	8,4000e-01	8,4403e-01
M _{ply} +, - [Nm]	9,65e+04	9,65e+04
M _{pzz} +, - [Nm]	1,64e+04	1,64e+04

Horní diagonální ztužidlo

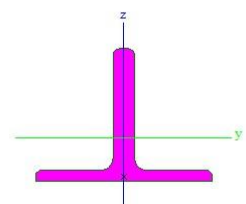
Jméno	CS15 - Horní ztužení - diagonály	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	



A [m ²]	2,4539e-03	
A _{y, z} [m ²]	2,1993e-03	1,9771e-03
I _{y, z} [m ⁴]	2,7594e-06	2,2202e-06
I _{YLCS, ZLCS} [m ⁴]	2,2882e-06	2,6915e-06
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	0,0000e+00	2,5593e-07
W _{el, y, z} [m ³]	3,6911e-05	3,1249e-05
W _{pl, y, z} [m ³]	6,7876e-05	5,8816e-05
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	0,0
α [deg]	110,79	
I _{YZLCS} [m ⁴]	1,7895e-07	
A L, D [m ² /m]	6,0675e-01	6,0675e-01
M _{ply} +, - [Nm]	1,60e+04	1,60e+04
M _{pzz} +, - [Nm]	1,38e+04	1,38e+04

Spodní diagonální ztužidlo

Jméno	CS16 - Spodní ztužení - diagonály	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235 JR (EN 10025-2)	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	



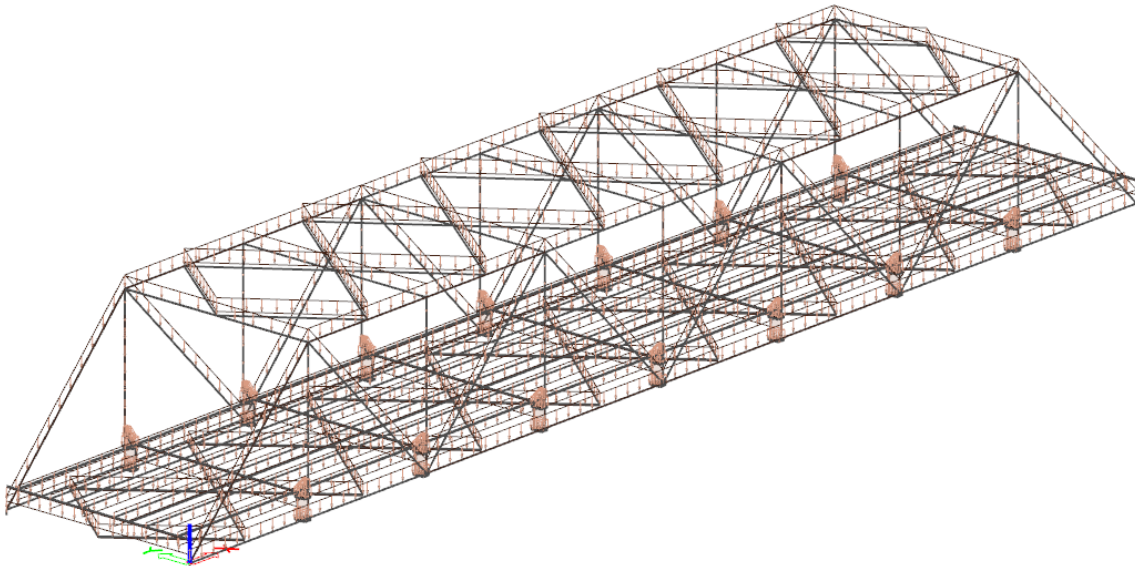
A [m ²]	3,8264e-03	
A _{y, z} [m ²]	1,8898e-03	2,2111e-03
I _{y, z} [m ⁴]	5,5095e-06	3,4121e-06
I _w [m ⁶] t [m ⁴]	3,1132e-35	3,5667e-07
W _{el, y, z} [m ³]	6,8182e-05	4,2651e-05
W _{pl, y, z} [m ³]	1,2367e-04	7,4503e-05
d _{y, z} [mm]	0,0	-34,8
c YUCS, ZUCS [mm]	0,0	39,2
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	5,4103e-01	5,4103e-01
M _{ply} +, - [Nm]	2,91e+04	2,91e+04
M _{pzz} +, - [Nm]	1,75e+04	1,75e+04

4.4 Zatěžovací stavy

Při výpočtu byly ve fázích výstavby uvažovány následující zatěžovací stavy:

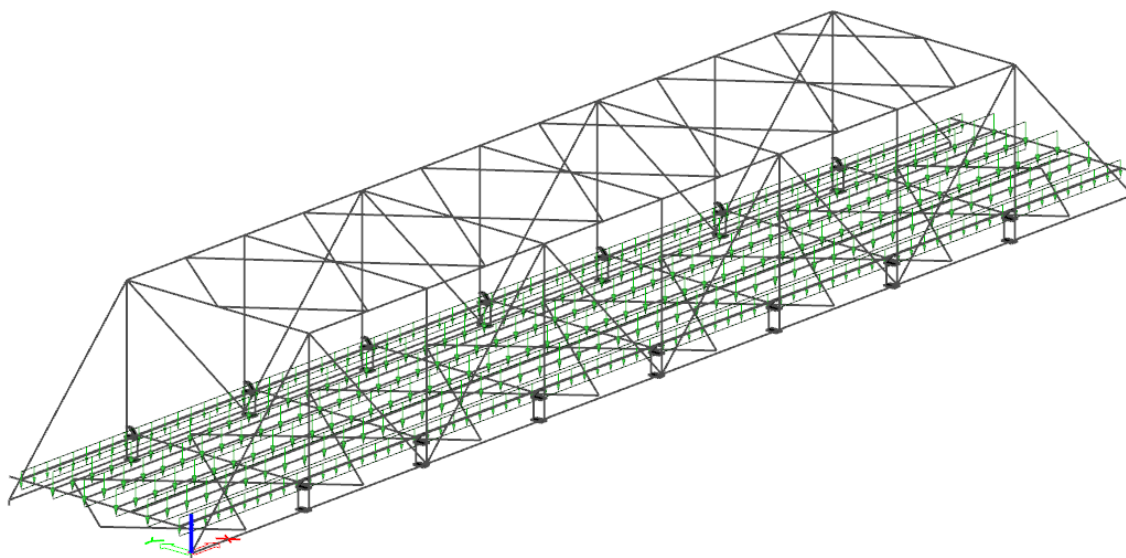
- Vlastní tíha ocelové konstrukce
- Vlastní tíha mokrého betonu desky
- Odhlehčení po vyschnutí betonu
- Smrštění desky
- Příčné zatížení větrem
- Oteplení rovnoměrnou teplotou
- Ochlazení rovnoměrnou teplotou
- Oteplení nerovnoměrnou teplotou
- Ochlazení nerovnoměrnou teplotou
- Zatížení davem lidí
- Zatížení servisním vozidlem (v různých polohách)

4.4.1 Fáze 1



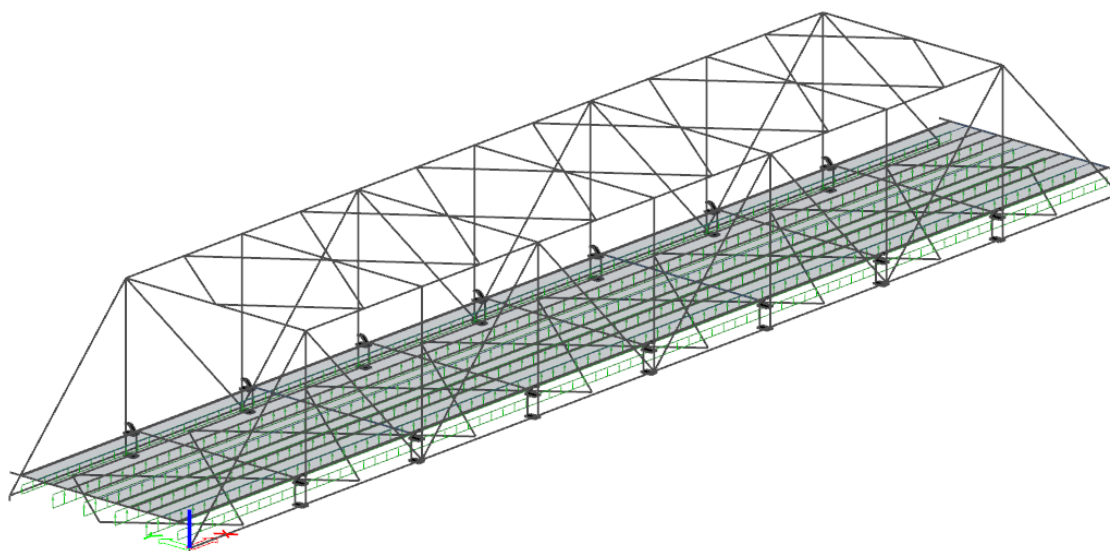
Obrázek 19 - Vlastní tíha ocelové konstrukce

4.4.2 Fáze 2



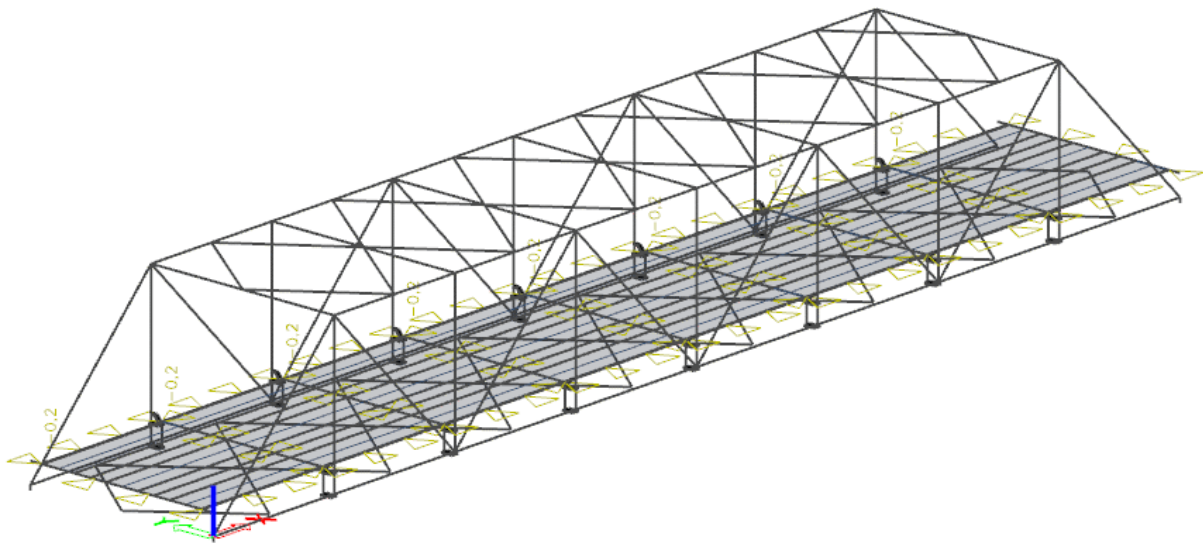
Obrázek 20 - Vlastní tíha mokrého betonu desky mostovky

4.4.3 Fáze 3



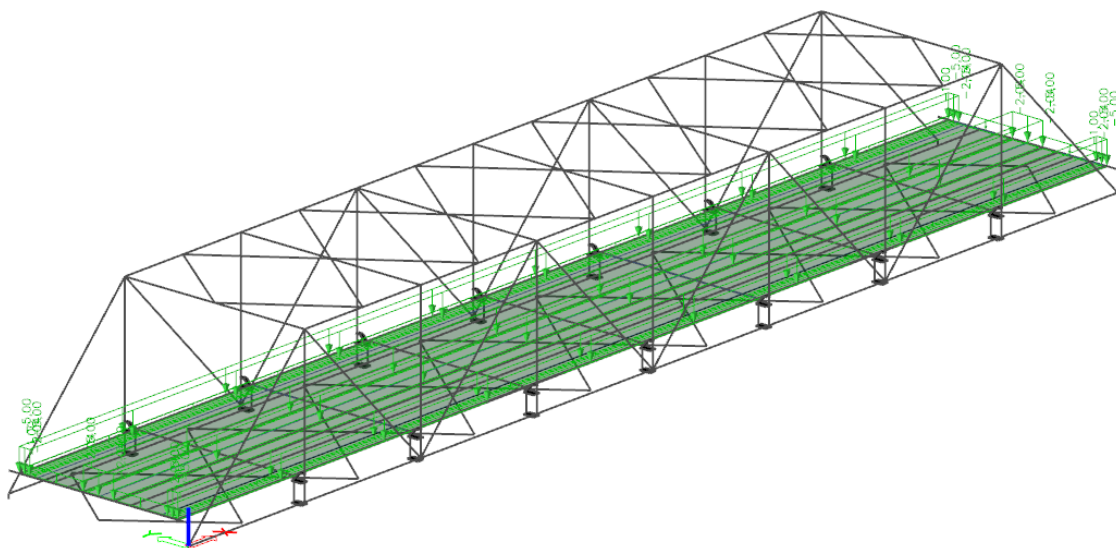
Obrázek 21 - Odlehčení po vyschnutí betonu

4.4.4 Fáze 4

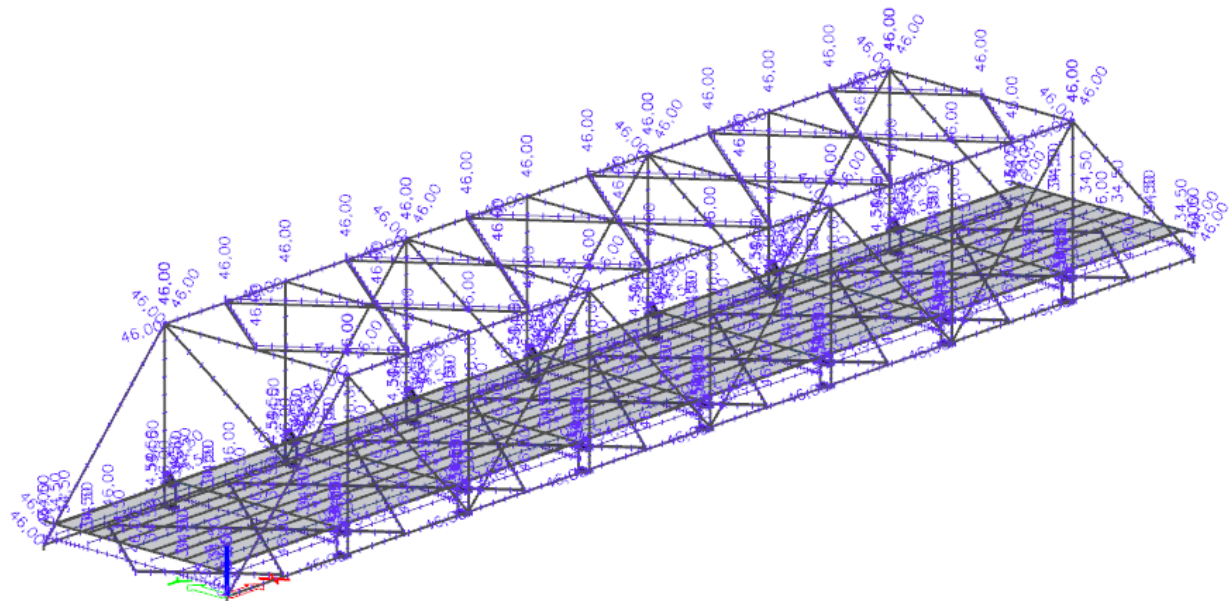


Obrázek 22 - Smrštění betonu

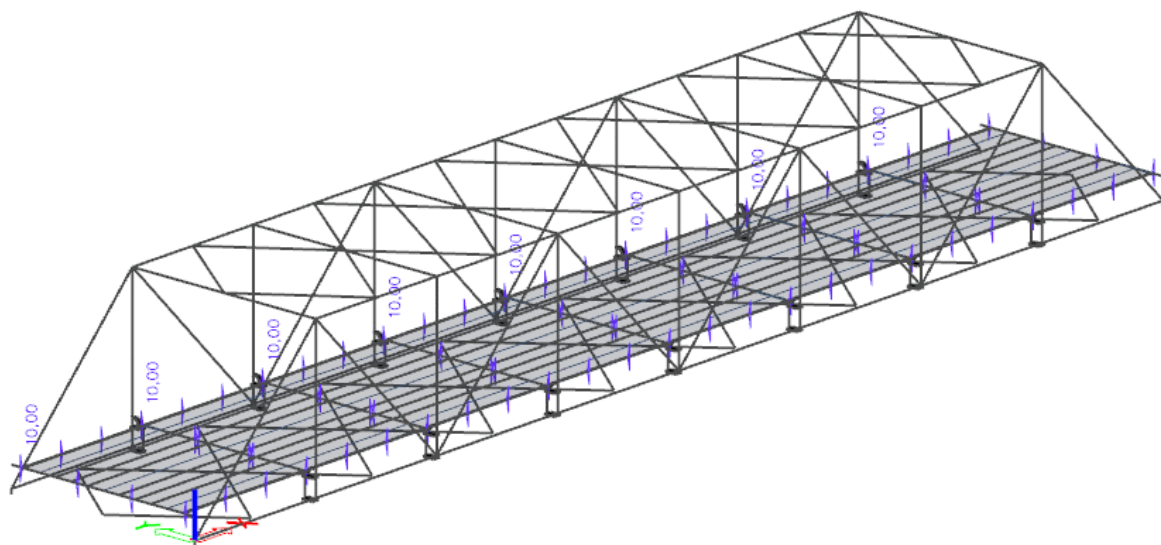
4.4.5 Fáze 5



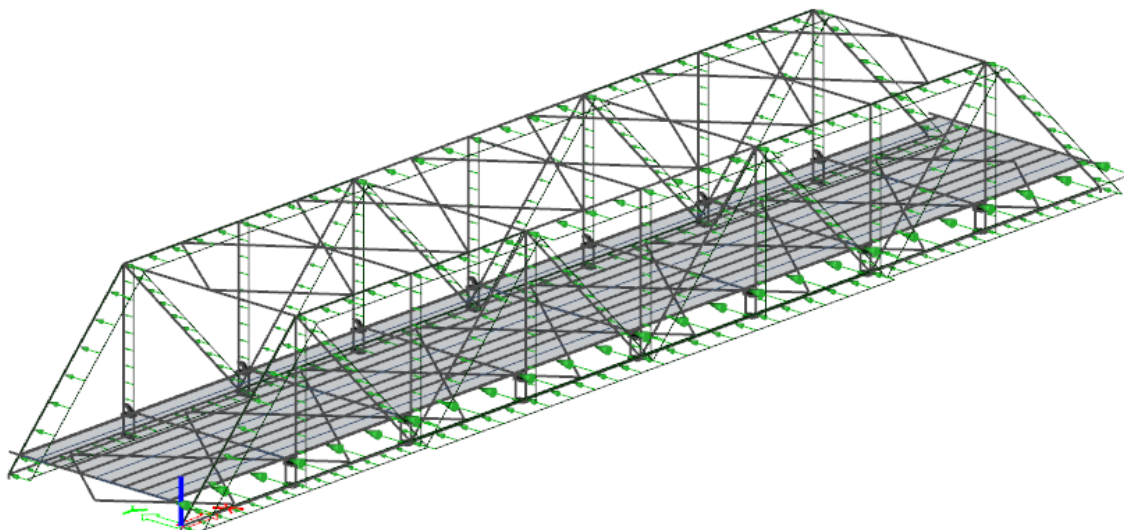
Obrázek 23 - Ostatní stálé zatížení



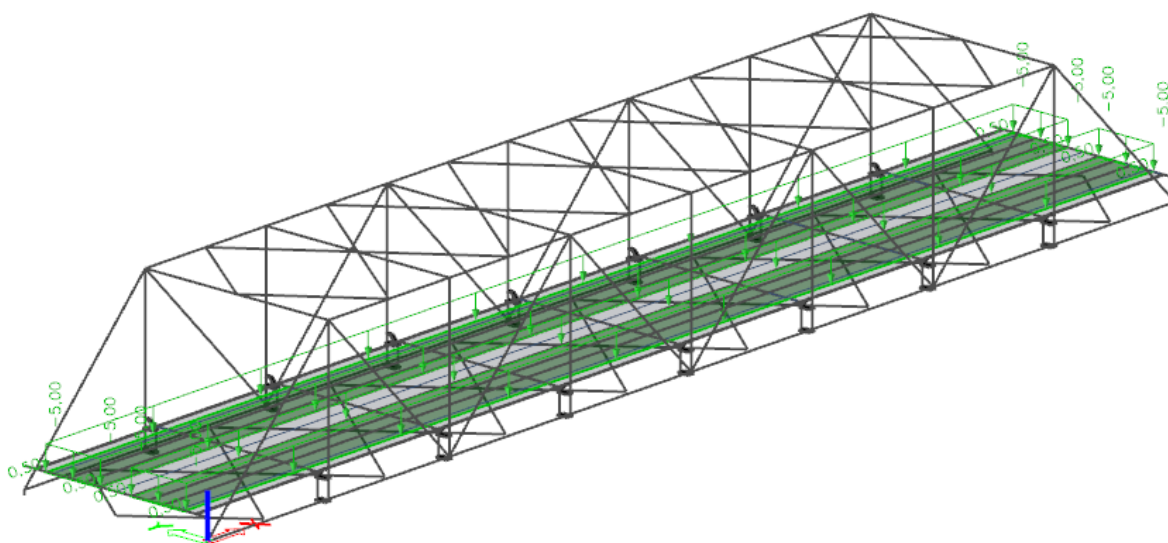
Obrázek 24 - Rovnoměrná teplota - oteplení



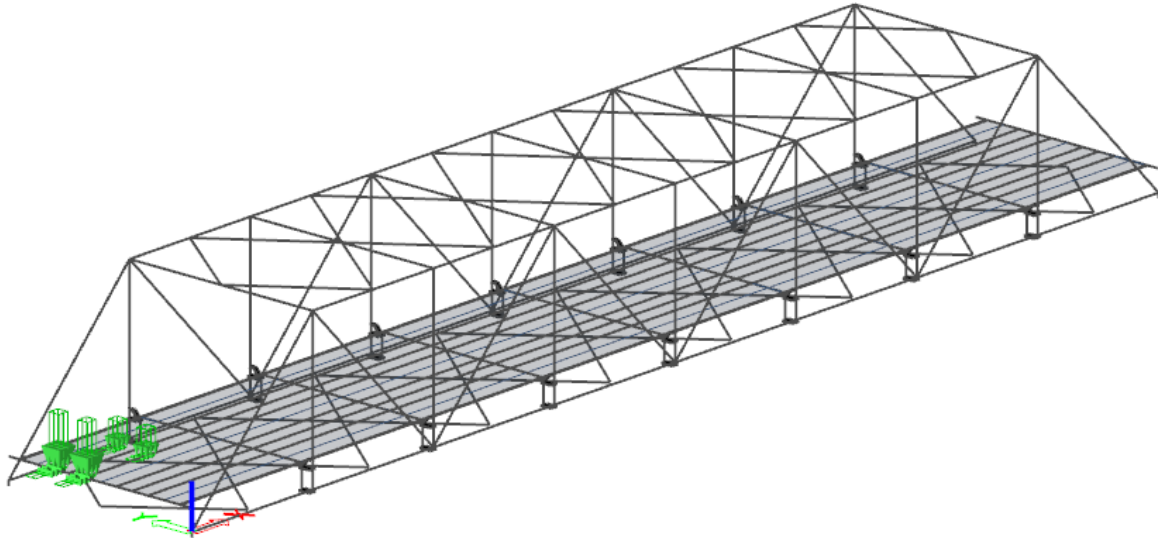
Obrázek 25 - Nerovnoměrná teplota - oteplení



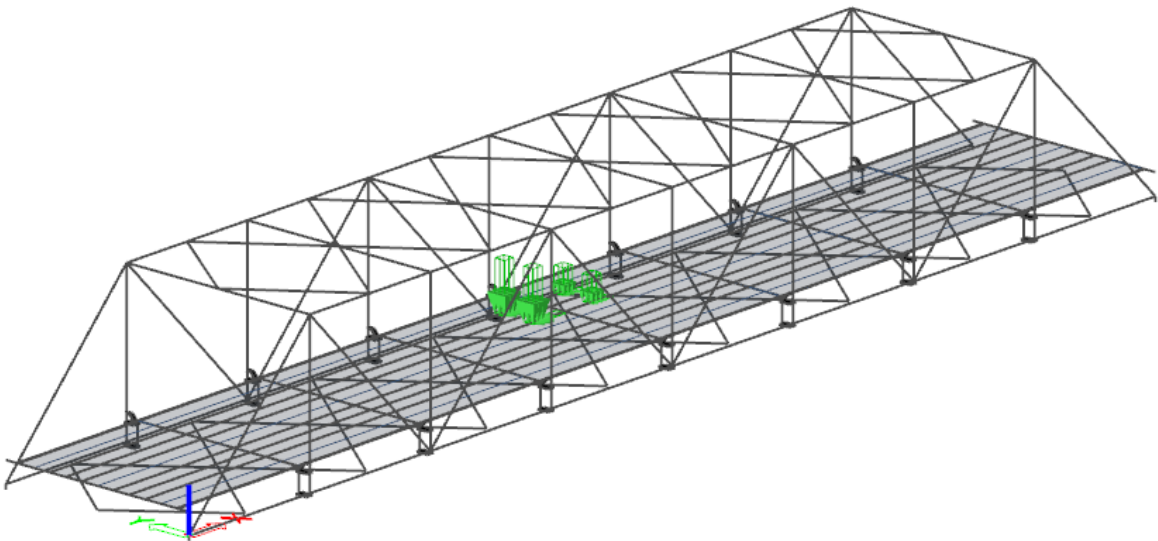
Obrázek 26 - Vítr



Obrázek 27 - Dav lidí



Obrázek 28 - Servisní vozidlo - poloha 1



Obrázek 29 - Servisní vozidlo - poloha 2

4.5 Kombinace zatížení

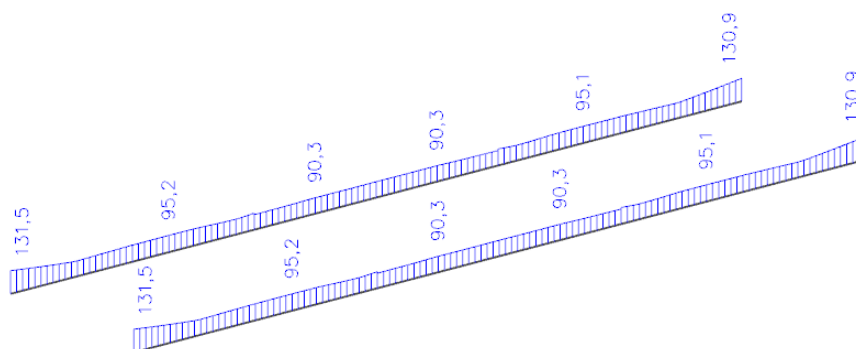
Kombinace zatížení byly vygenerovány automaticky ve výpočetním softwaru SCIA Engineer 21 dle normy ČSN EN 1990.

5 Posouzení a hodnocení konstrukce

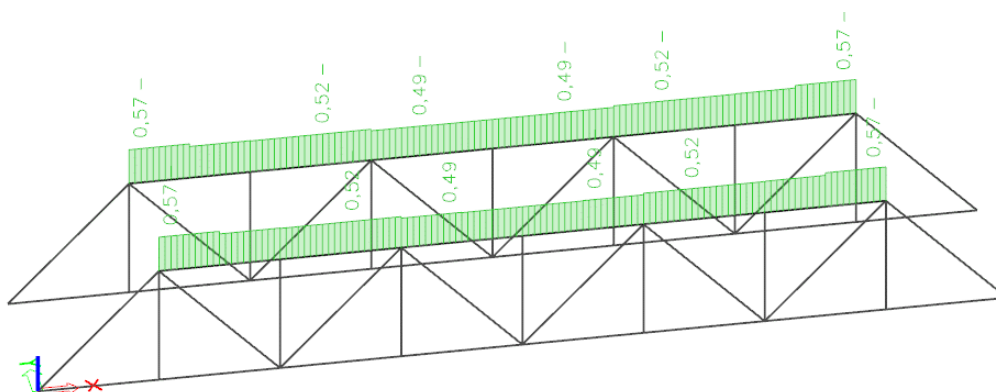
Posudky prvků byly provedeny přímo v programu SCIA Engineer. Konstrukce byla posuzována pouze na MSÚ na obálky kombinací ze všech fází výstavby.

Zprvė bylo porovnáváno vykreslené napětí na prvcích s mezí kluzu materiálu. Zadruhé byly provedeno posouzení přímo v programu SCIA Engineer, kde byly zadány lokální vzpěrné délky prutů a byl tak zahrnut i vliv vzpěru.

5.1 Horní pásy HN



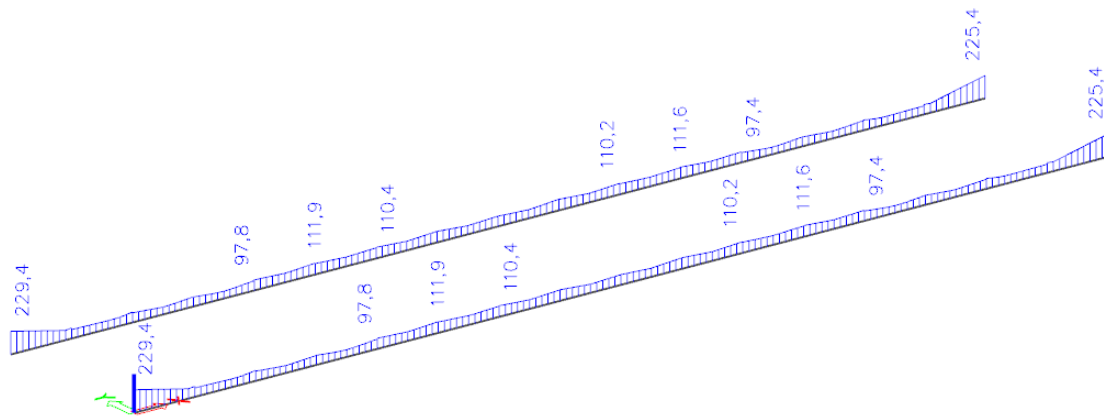
Obrázek 30 - Napětí na horních pásech HN



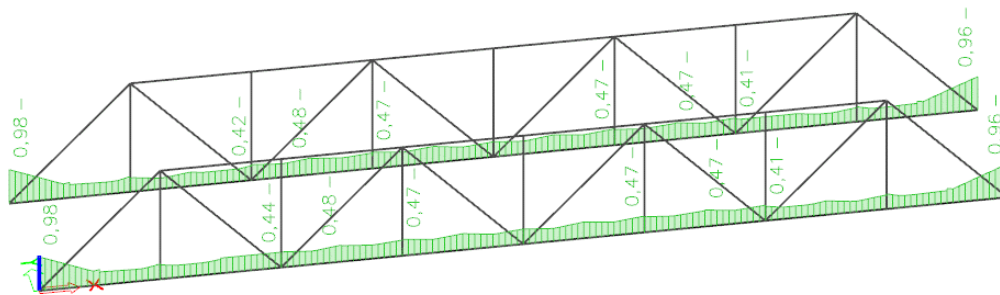
Obrázek 31 - Posouzení horních pásů HN

Využití horních pásů i při zahrnutí vlivu vzpěru nepřekračuje 60 %. Vzhledem k minimálnímu koroznímu oslabení by prvky bez problémů vyhověly. V rámci podrobnějšího posudku bude nutné stanovení celkové stability horních pásů.

5.2 Dolní pásy HN



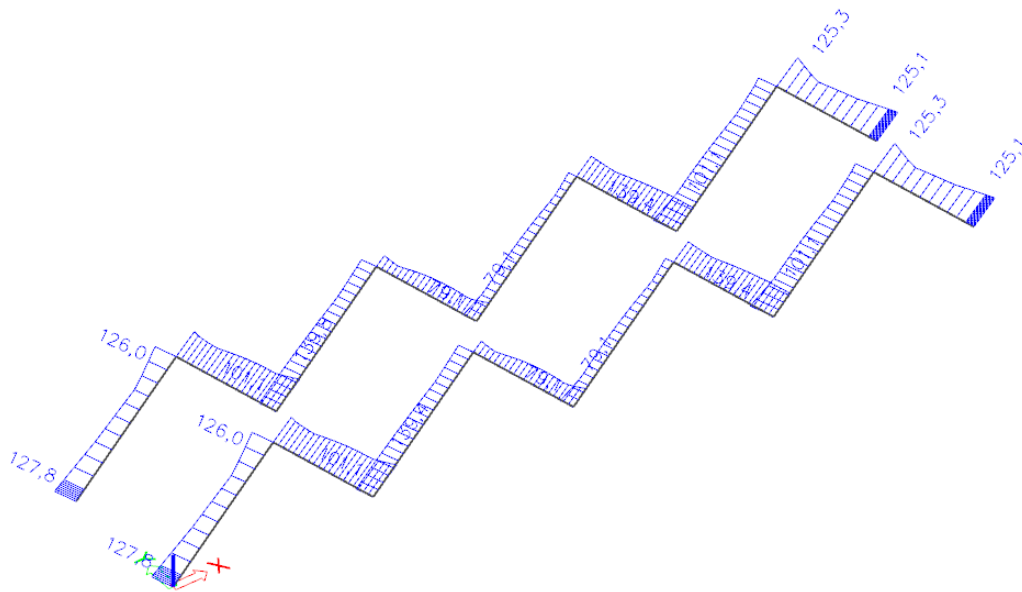
Obrázek 32 - Napětí na dolních pásech HN



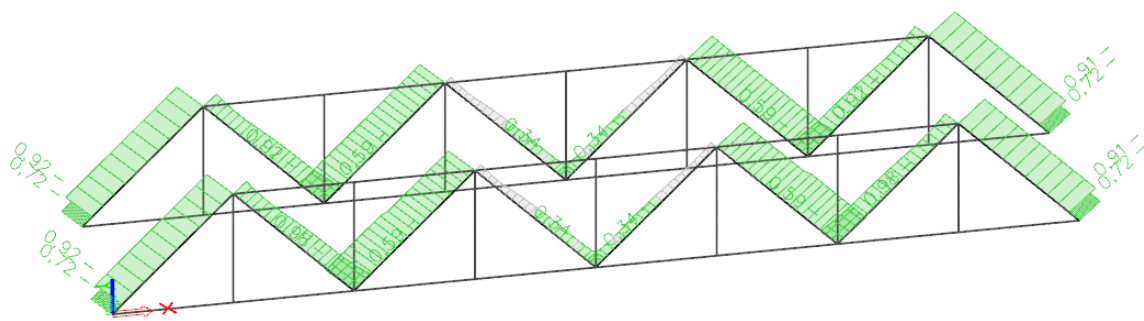
Obrázek 33 - Posouzení dolních pásů HN

Využití dolních pásů se na většině prvků pohybuje do 50 %, pouze na koncích v místě masivního koncového styčnicku využití stoupá až ke 100 %. Vzhledem k velkému koroznímu oslabení bude nutné lokální posouzení a případné zesílení prvků.

5.3 Diagonály HN



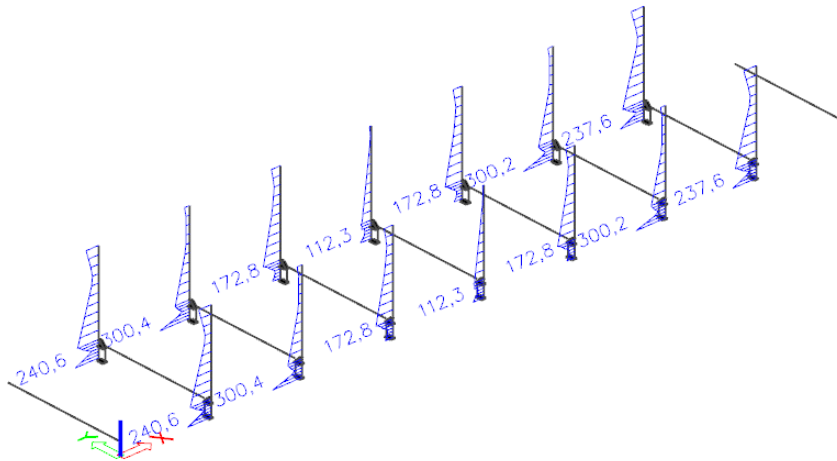
Obrázek 34 - Napětí na diagonálách HN



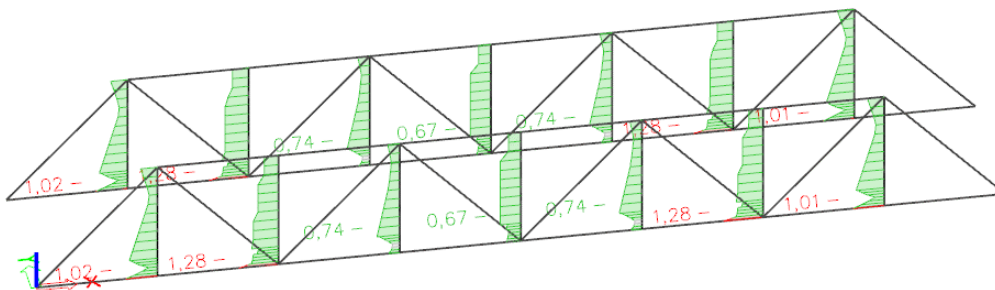
Obrázek 35 - Posouzení diagonál HN

Nejvíce namáhanými jsou první a třetí tlačná diagonála, jejich využití bez vlivu vřpěru by bylo kolem 50 %, ovšem s vlivem vřpěru se využití blíží 100 %. V kombinaci s korozním oslabením v pásmu kolem mostovky a spodních pářů HN bude nutné lokální posouzení těchto prvků.

5.4 Svislice HN



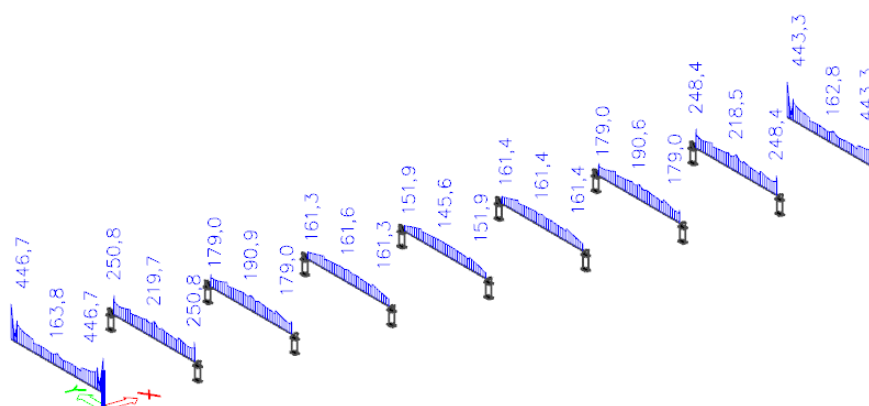
Obrázek 36 - Napětí na svislicích HN



Obrázek 37 - Posouzení svislic HN

Svislice HN by vyhověly s využitím do 91 %, pouze v místě deskostěnového přípoje příčnicku využití stoupla až na 128 %. Namáhány jsou především momentem z roviny HN.

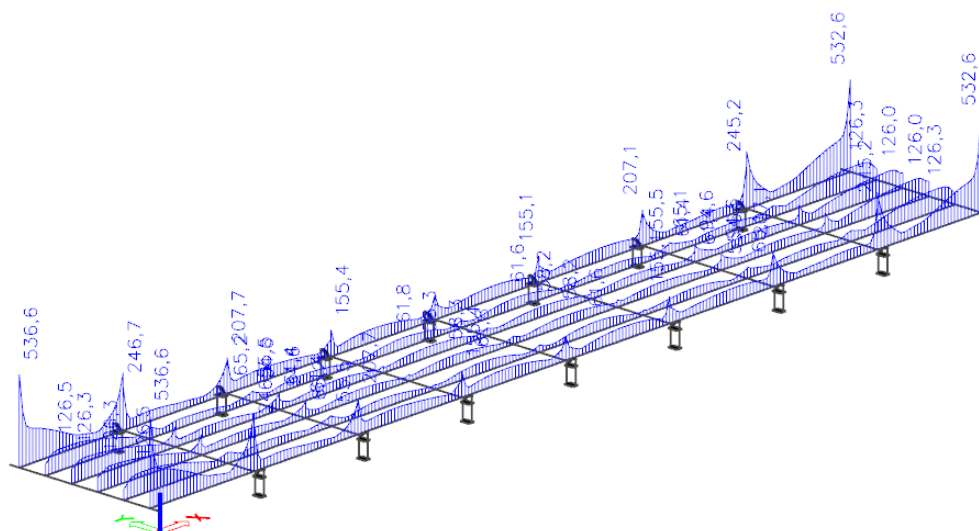
5.5 Příčnický mostovky



Obrázek 38 - Napětí na příčnicích mostovky

Příčnický (především krajní) jsou ovlivněny spřaženou deskou mostovky a jsou silně namáhány momentem v příčném směru. U krajních příčnicků se vzhledem k jejich velmi velkému koroznímu poškození předpokládá jejich nahrazení novými příčnickými z kvalitnější oceli S355. V modelu jsou jejich konce v místech, kde již nespolutpůsobí s deskou, silně využity, avšak vzhledem k masivnímu připojení koncových příčnicků na HN by mohly vyhovět. Druhé příčnický od kraje mostu opět nevyhovují v místech, kde již nespolutpůsobí s deskou s využitím 107 %. Zbylé příčnický by vyhověly, je však nutné je posoudit podrobněji vzhledem ke koroznímu oslabení všech příčnicků (obecně všech prvků mostovky)

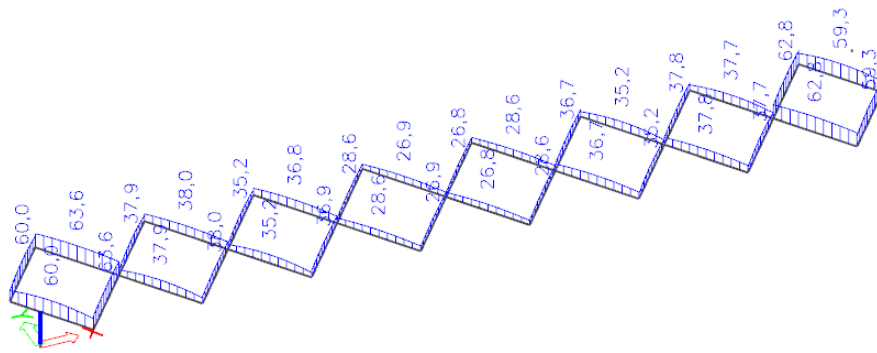
5.6 Podélnický



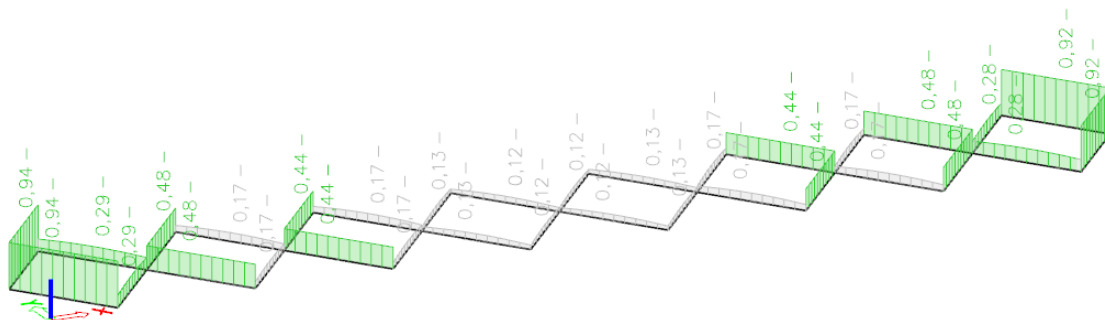
Obrázek 39 - Napětí na podélnicích

V krajních polích vznikají v krajních příčnicích velké normálové síly, které způsobují více než dvojnásobné překročení únosnosti materiálu. Ve zbylých případech by vyhověly. Spřažené podélnický však bude nutné posoudit podrobně ručním výpočtem i vzhledem k jejich výraznému koroznímu poškození.

5.7 Dolní diagonální ztužidla



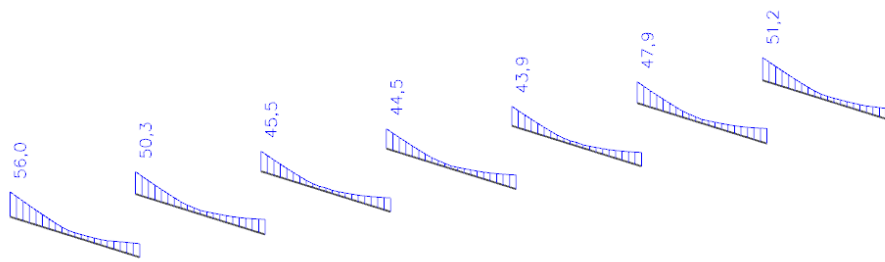
Obrázek 40 - Napětí na dolních diagonálních ztužidlech



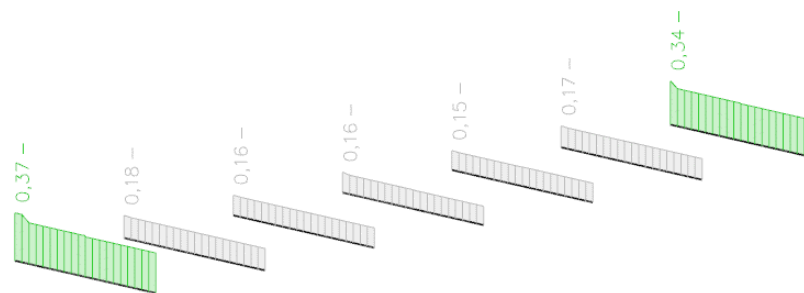
Obrázek 41 - Posouzení dolních diagonálních ztužidel

Dolní ztužidla jsou namáhána především normálovou silou, přičemž kritická je tlaková síla, která vzniká v důsledku příčného ohybu příčniců směrem ke středu mostu. Vzhledem k velkému vlivu vzpěry je využití maximálně namáhaných prvků až 94 %, což v kombinaci s korozním oslabením nemusí vyhovět a bude nutné lokální posouzení těchto prvků.

5.8 Horní příčníky



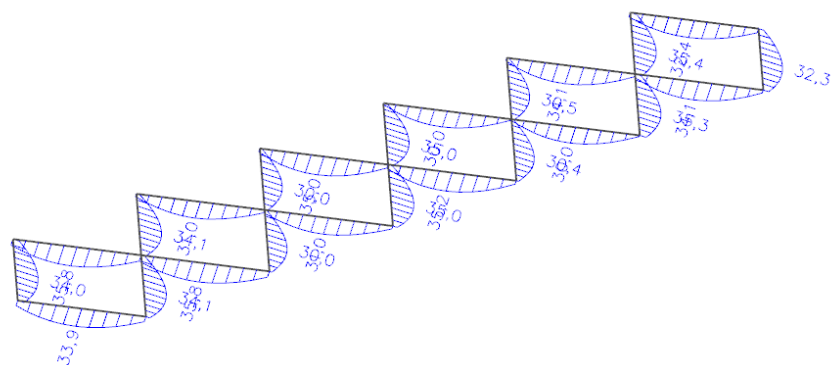
Obrázek 42 - Napětí na horních příčních



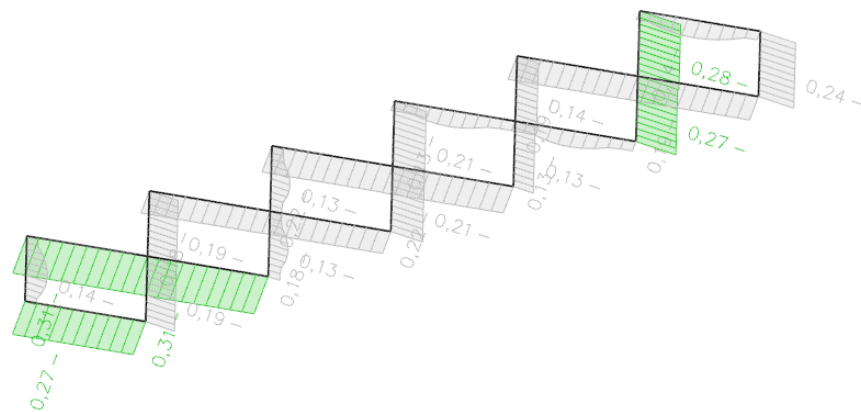
Obrázek 43 - Posouzení horních příčníků

Využití horních příčníků je i po započtení vlivu vrpěru do 40 %, takže bez problémů vyhoví.

5.9 Horní diagonální ztužidla



Obrázek 44 - Napětí na horních diagonálních ztužidlech



Obrázek 45 - posouzení horních diagonálních ztužidel

Využití horních ztužidel je i po započtení vlivu vrpěru do 30%, takže bez problémů vyhoví.

6 Závěr

Z výsledného posouzení vyplývá, že kritickými prvky na konstrukci jsou příčníky a podélníky, jejichž namáhání je silně ovlivněno spřažením s deskou mostovky. Některé jejich posudky výrazně nevyhověly, což může být způsobeno i nepřesností modelu. Ostatní prvky včetně hlavních příhradových nosníků při posouzení vyhověly, většina i s velkou rezervou na případné korozní oslabení, proto předpokládám, že bude možné stávající konstrukci využít jako lávku pro pěší.

V rámci diplomové práce bude konstrukce podrobněji posouzena včetně zohlednění korozního oslabení, posouzení stability horních tlačných pásů příhradových nosníků, posouzení spřažení s deskou mostovky a případného návrhu zesílení nevyhovujících prvků.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Příčný řez v poli.....	3
Obrázek 2 - Podélný řez	3
Obrázek 3 - Servisní vozidlo	7
Obrázek 4 - Součinitel síly pro mosty $C_{f,x}$	9
Obrázek 5 - Definice součinitele plnosti φ	10
Obrázek 6 - Součinitel síly $C_{f,0}$ jako funkce součinitele plnosti φ	10
Obrázek 7 - Vztah mezi min/max teplotou vzduchu ve stínu a min/max rovnoměrnou složkou teploty mostu	11
Obrázek 8 - Rozložení nelineární teploty po průřezu	12
Obrázek 9 - Celkový renderovaný model.....	15
Obrázek 10 - Detail renerovaného modelu	15
Obrázek 11 - Celkový konstrukční model.....	16
Obrázek 12 - Detail 1 konstrukčního modelu	16
Obrázek 13 - Detail 2 konstrukčního modelu	16
Obrázek 14 - Konstrukce ve fázi 1.....	17
Obrázek 15 - Konstrukce ve fázi 2.....	17
Obrázek 16 - Konstrukce ve fázi 3.....	17
Obrázek 17 - Konstrukce ve fázi 4.....	18
Obrázek 18 - Konstrukce ve fázi 5.....	18
Obrázek 19 - Vlastní tíha ocelové konstrukce.....	23
Obrázek 20 - Vlastní tíha mokrého betonu desky mostovky	24
Obrázek 21 - Odlehčení po vyschnutí betonu.....	24
Obrázek 22 - Smrštění betonu	25
Obrázek 23 - Ostatní stálé zatížení	25
Obrázek 24 - Rovnoměrná teplota - oteplení	26
Obrázek 25 - Nerovnoměrná teplota - oteplení	26
Obrázek 26 - Vítr	27
Obrázek 27 - Dav lidí	27
Obrázek 28 - Servisní vozidlo - poloha 1	28
Obrázek 29 - Servisní vozidlo - poloha 2	28
Obrázek 30 - Napětí na horních pásech HN.....	29
Obrázek 31 - Posouzení horních pásů HN.....	29
Obrázek 32 - Napětí na dolních pásech HN	30
Obrázek 33 - Posouzení dolních pásů HN	30
Obrázek 34 - Napětí na diagonálách HN	31
Obrázek 35 - Posouzení diagonál HN	31
Obrázek 36 - Napětí na svislicích HN	32
Obrázek 37 - Posouzení svislic HN	32
Obrázek 38 - Napětí na příčných mostovky	33
Obrázek 39 - Napětí na podélnicích.....	33
Obrázek 40 - Napětí na dolních diagonálních ztužidlech	34
Obrázek 41 - Posouzení dolních diagonálních ztužidel	34
Obrázek 42 - Napětí na horních příčných.....	35
Obrázek 43 - Posouzení horních příčniců	35
Obrázek 44 - Napětí na horních diagonálních ztužidlech	35
Obrázek 45 - posouzení horních diagonálních ztužidel	35