


Investor: Statutární město Teplice Náměstí Svobody 2 415 95 Teplice	
---	---

D

PDPS

Zodp. projektant: Ing. Milan Sedlák 	Kontroloval: Ing. David Mičák 	Zhotovitel dokumentace: MIDAKON Na Návsí 18/4, Brno, 620 00 IČO: 089 27 677, DIČ: CZ089 27 677 email:midakon@midakon.cz
Vypracoval: Ing. Milan Sedlák 		
Investor: Statutární město Teplice		
Místo: Teplice	Stupeň: PDPS	Datum: 01/2025
		Počet A4: A4
Akce: Rekonstrukce mostního objektu ev.č. 2c - M1 - Pytlíkova cesta, Teplice Objekt: SO 201 - Most ev.č. 2c - M1	Měřítko: 1: Číslo zakázky: 2313	Paré:
Název: STATICKÝ VÝPOČET	Č. výkresu: D.1.2.11	

SO 201 – Most ev.č. 2c – M1

D.1.2.9 – STATICKÝ VÝPOČET

OBSAH:

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	3
2.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ.....	4
3.	PŘEHLEDNÉ VÝKRESY.....	5
3.1	Půdorys	5
3.2	Podélný řez.....	6
3.3	Příčný řez	7
4.	VÝPOČETNÍ MODEL.....	8
4.1	Charakteristika výpočetního modelu	8
4.2	Fáze výstavby.....	10
4.3	Materiály	14
4.4	Průřezy a tloušťky	15
4.5	Zatížení	18
4.6	Reologické vlastnosti betonu	27
5.	PILOTY	29
5.1	Vnitřní síly.....	29
5.2	Posouzení pilot	35
6.	OPĚRY	39
6.1	Vnitřní síly.....	39
6.2	Svislý směr	44
6.3	Vodorovný směr	47
7.	NOSNÁ KONSTRUKCE.....	48
7.1	Analýza během výstavby	48
7.2	Spřažený průřez	50
7.3	Vnitřní síly – nosníky.....	51
7.4	Vnitřní síly – deska	56
7.5	Kontrola napjatosti v ULS	61
7.6	ULS – deska v podélném směru.....	63
7.7	SLS deska	65
7.8	Návrh spřažení	67
7.9	Vetknutí ocelového nosníku.....	70
7.10	Schéma podélného vyztužení desky a trnů.....	71
7.11	Vyztužení desky v příčném směru	72
8.	POSOUZENÍ ZALOŽENÍ.....	79
9.	POSOUZENÍ KŘÍDEL	84
10.	ZÁVĚR.....	91

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

a) stavba a objekt číslo

Rekonstrukce mostního objektu ev.č. 2c – M1 – Pytlíkova cesta, Teplice

b) název mostu

Most u ČSPH přes silnici I/8, Prosetice

c) evidenční číslo mostu

ev.č. 2c – M1

d) katastrální území, obec, kraj

KÚ Prosetice, Teplice, Ústecký kraj

e) pozemní komunikace - návrhová kategorie nebo typ příčného uspořádání místní komunikace, evidenční číslo.

Komunikace: volná šířka 5,00 m, směrově nerozdělená, šířka jízdního pruhu 2x2,50
m

f) bod křížení.

Y=775481.105 m, X=977244.723 m

g) staničení začátku úpravy, všechny podpěry, křížení a konec úpravy.

Místní staničení: opěra 1 – km 0,024 810
opěra 2 – km 0,059 333

h) staničení přemostované překážky - plavební km, drážní km, km pozemní komunikace apod..

Silnice I/8, staničení km 21,842.

i) úhel křížení - všech překážek.

úhel křížení 61,9834 g

j) volná výška - podjezdu, podchodu, plavební výška.

Volná výška pod mostem: 4,80 + 0,283 m

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

2.1.1 a) charakteristika mostu

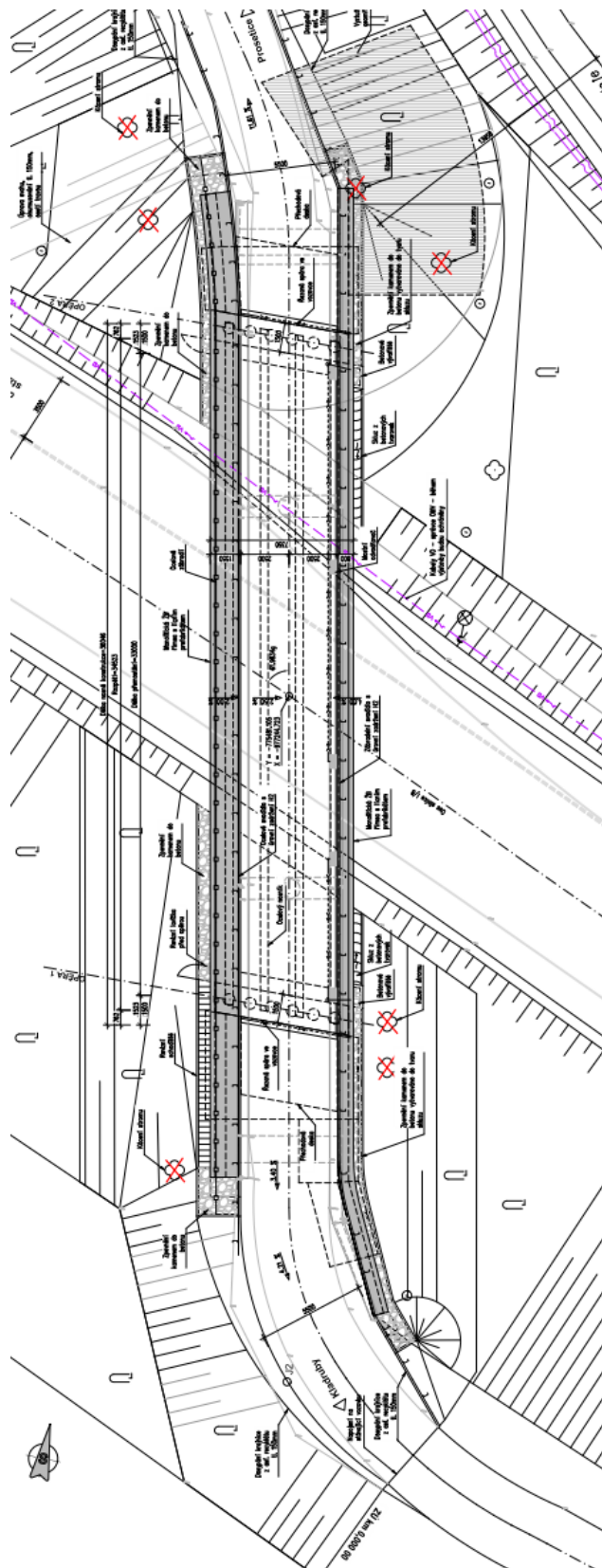
Spřažený ocelo-betonový, na pozemní komunikaci, přes pozemní komunikaci, rámový s náběhy, s jedním mostním otvorem, s neomezenou volnou výškou, jednopodlažní, nepohyblivý, trvalý, v přímé, s proměnným podélným sklonem, šikmý, směrově nerozdělený, s normovanou zatížitelností, masivní, otevřeně uspořádaný, s neomezenou volnou výškou.

2.1.2 b) základní parametry mostu

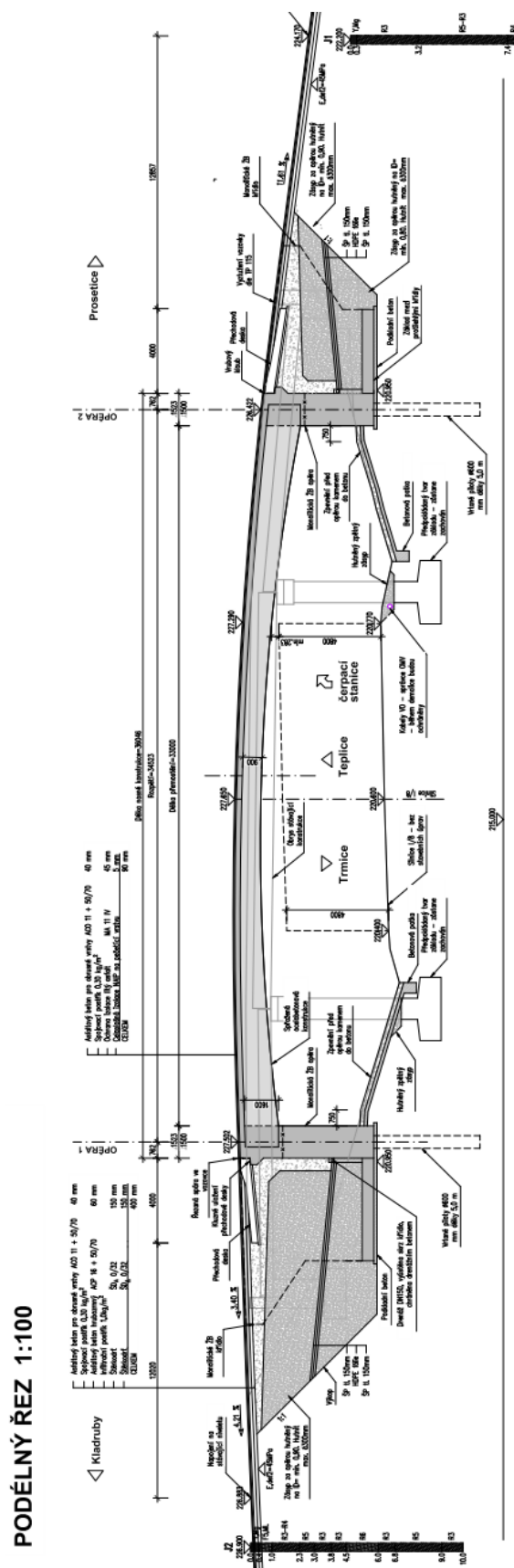
Délka přemostění:	33,00 m
Délka mostu:	54,26 m
Délka nosné konstrukce:	36,05 m
Rozpětí:	34,52 m
Šikmost mostu:	levá, 88,89 g
Volná šířka mostu:	5,00 m
Šířka mostu:	7,35 m
Výška mostu nad terénem:	7,05 m (nad osou komunikace I/8)
Stavební výška:	1,24 – 1,94 m
Plocha nosné konstrukce mostu:	246,93 m ²
Zatížení mostu:	podle ČSN EN 1990, ČSN EN 1991

3. PŘEHLEDNÉ VÝKRESY

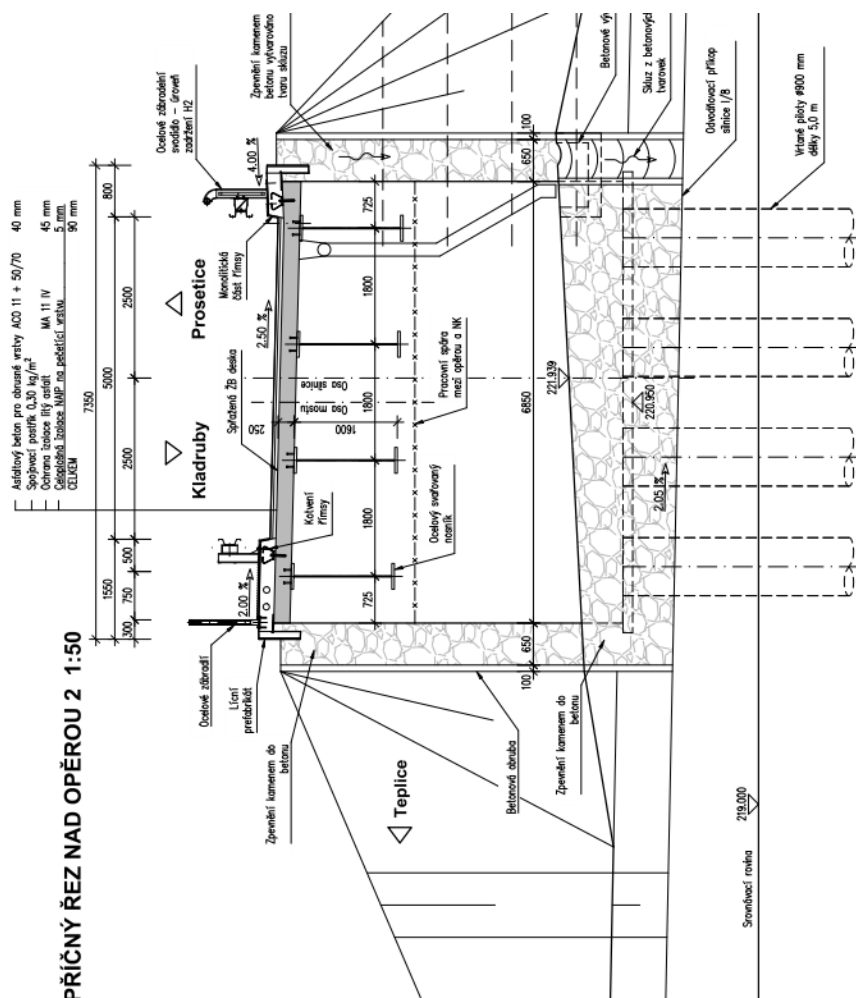
3.1 Půdorys



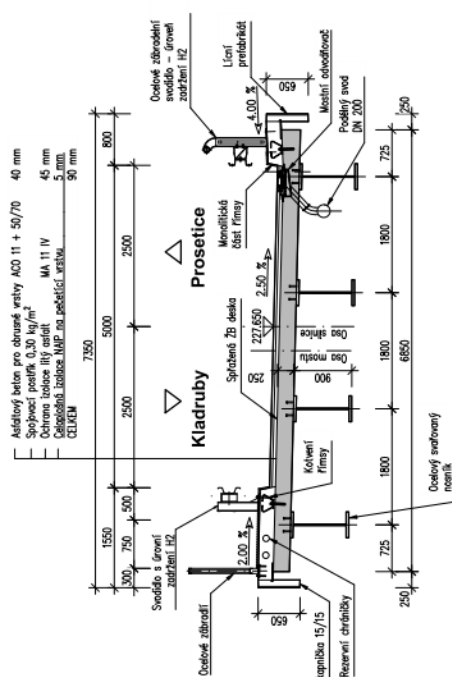
3.2 Podélný řez



3.3 Příčný řez



PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI 1:50

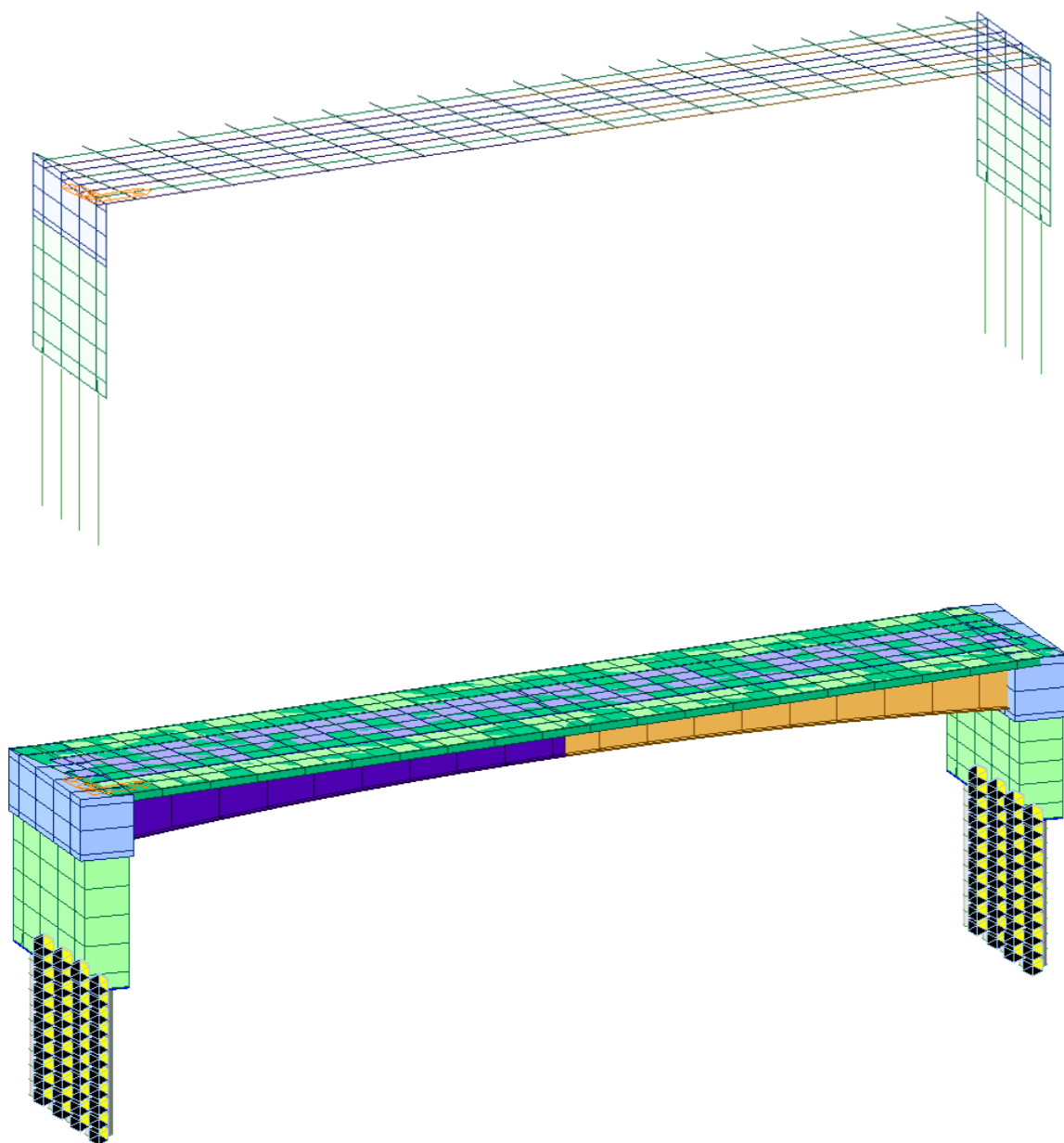


4. VÝPOČETNÍ MODEL

4.1 Charakteristika výpočetního modelu

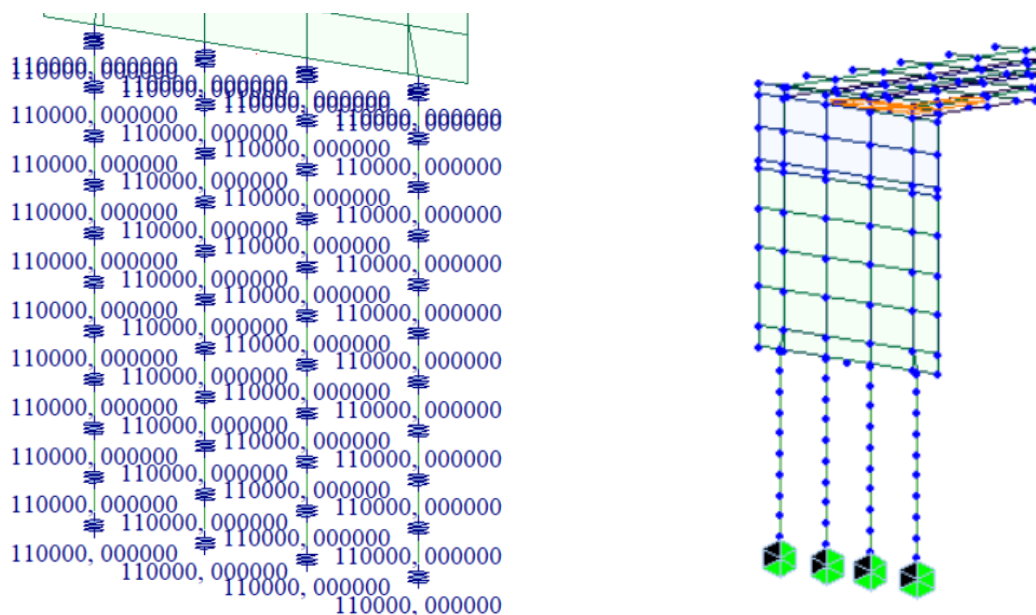
Výpočetní model nosné konstrukce byl sestavený jako prostorový s použitím prutových a deskostěnových konečných prvků.

Ve výpočtu byly zohledněny fáze výstavby nosné konstrukce a reologické vlastnosti betonu (smršťování a dotvarování) pomocí časově závislé analýzy TDA. Konstrukce byla modelována v SW MIDAS Civil.



Celkový model – osové schéma a hmoty

Konstrukce je podepřena pomocí pilot, které jsou v patě uloženy kloubově neposuvně ve svislém směru. Ve vodorovném směru jsou piloty podepřeny pomocí pružin simulující pružné podloží.



Podepření pilot – pružné ve vodorovném směru a tuhé v patě ve svislém směru

Vodorovné tuhosti pilot:

Hloubka (m)	Modul Kh (MN/m ³)	tuhost pružiny (kN/m)	délka elementu l =	0.5 m
0.5	72	32400	průměr piloty d =	0.9 m
1	72	32400		
1.5	72	32400		
2	72	32400		
2.5	72	32400		
3	72	32400		
3.5	72	32400		
4	72	32400		
4.5	72	32400		
5	72	32400		

4.2 Fáze výstavby

V modelu bylo zohledněno postupné budování konstrukce. V modelu bylo uvažováno celkem 9 fází výstavby, které reflektují postupnou výstavbu konstrukce a průběh její životnosti.

Name	Duration	Date	Step
01_piloty+opery	60	60	0
02_nosniky	10	70	0
03_wet conc	0	70	0
04_hard conc	30	100	0
05_earth	14	114	0
06_G1	50	164	0
07_provoz	30	194	0
08_T10	3650	3844	0
09_T100	33500	37344	0

Tabulka fází výstavby

4.2.1 Fáze 1 – piloty a opěry

V této fázi jsou aktivovány všechny prvky spodní stavby najednou včetně pilot a jejich podepření



Fáze 1 – spodní stavba

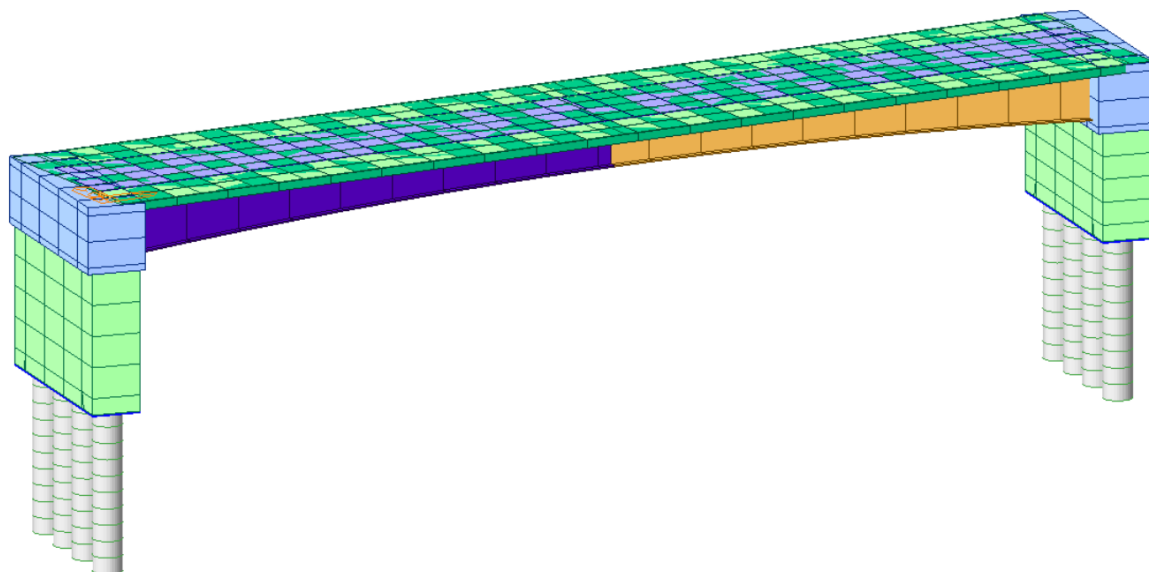
Fáze 2 – nosná konstrukce – nosníky

4.2.3 Fáze 3 – betonáž desky

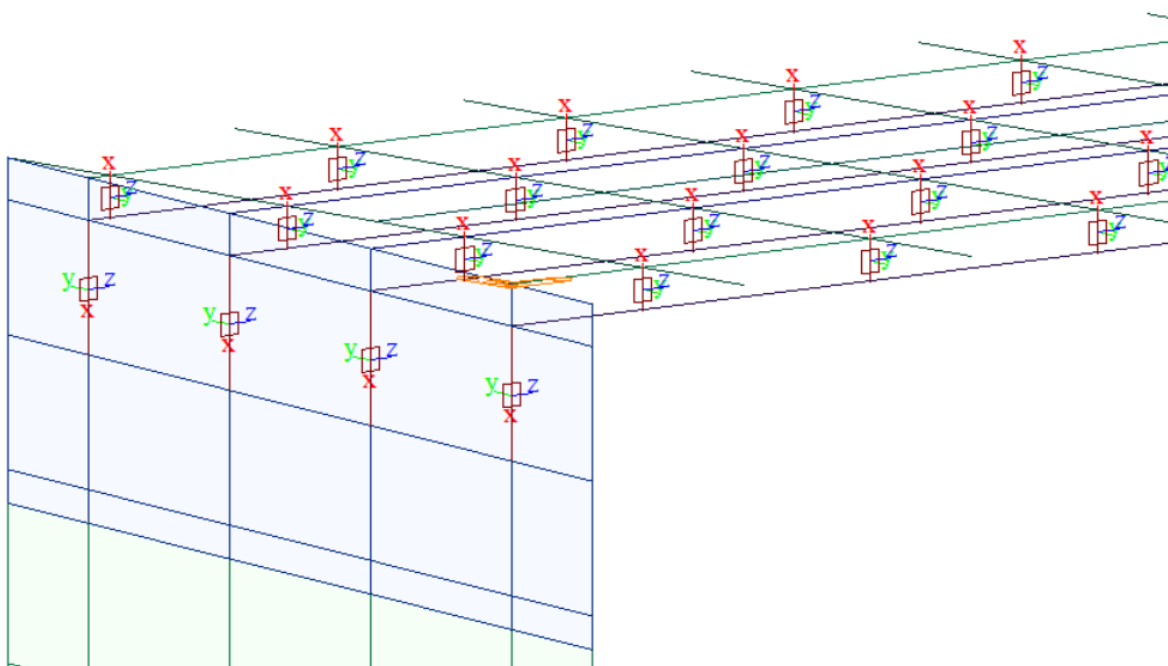
Fáze 3 – zatížení mokrým betonem při betonáži

4.2.4 Fáze 4 – vyzrálá deska

Ve fázi 4 vzniká betonová deska – podélné i příčné prvky



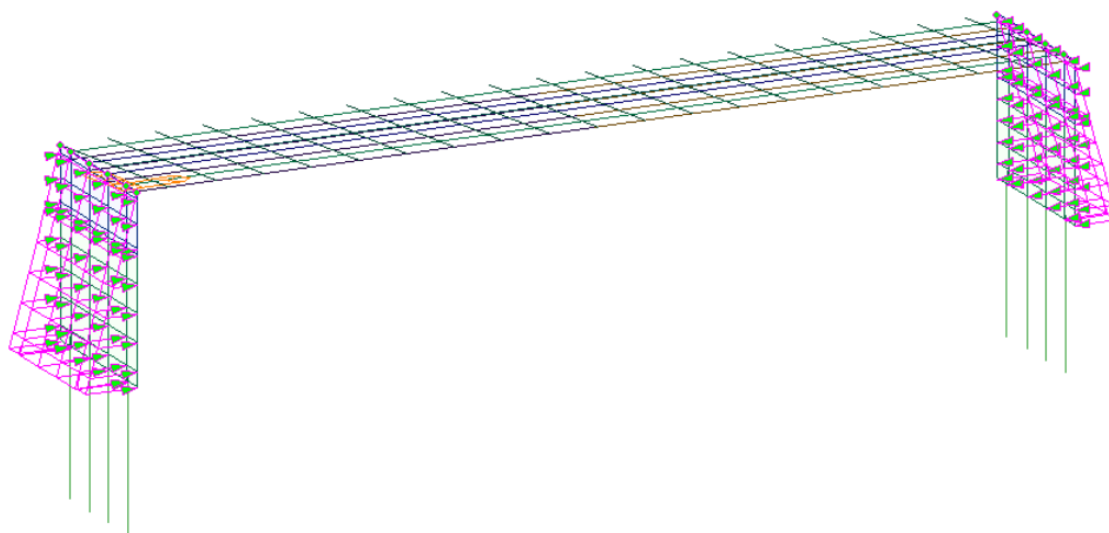
Deska je spřažena pomocí tuhých vazeb s nosníky, klouby na koncích nosníků jsou odstraněny – rámový přípoj nosníků.



Fáze 4 – Spřažená deska

4.2.5 Fáze 5 – Zásyp

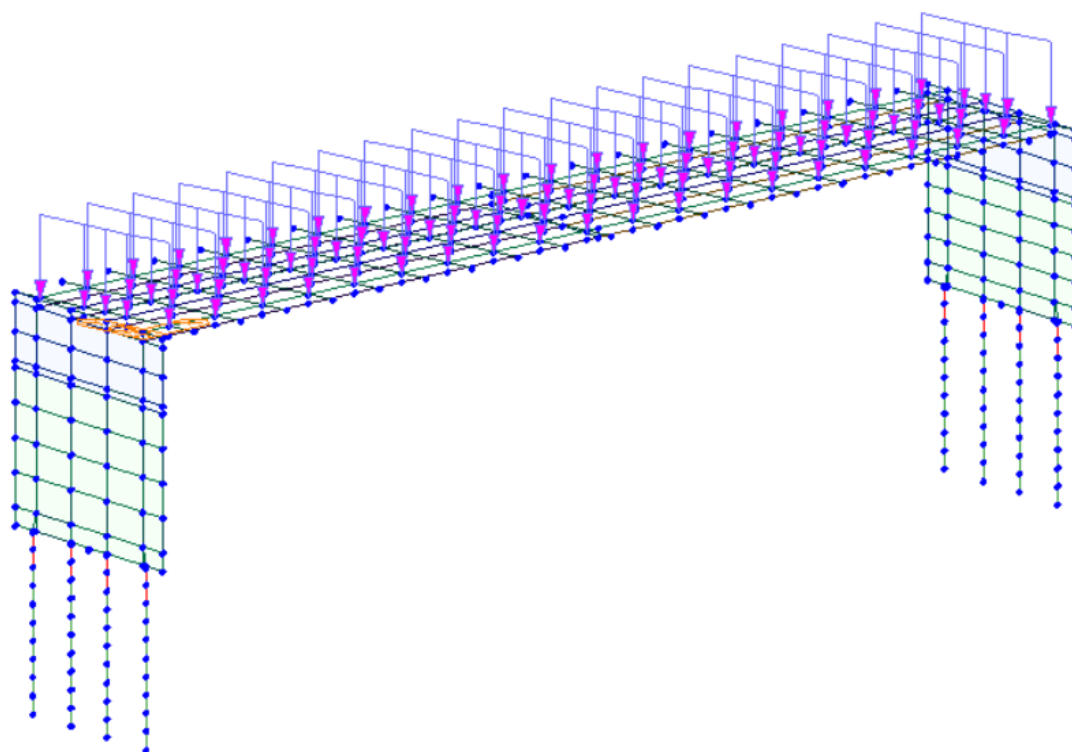
Ve fázi 5 se předpokládá provedení zásypu za opěrami. V modelu je aplikováno zatížení zemním tlakem.



Fáze 5 – Zatížení zemním tlakem

4.2.6 Fáze 6 – Instalace příslušenství a vybavení.

V této fázi jsou na konstrukci aplikována zatížení od vozovkových souvrství, říms a svodidel



Fáze 6 – zatížení římsami a vozovkovým souvrstvím

Od této fáze na konstrukci působí zatížení vozidly. Pozn.: fáze 7-10 jsou časové uzly

4.3 Materiály

4.3.1 Opěra, piloty, spřažená deska

Beton – C35/45

<input type="checkbox"/> Concrete		
Modulus of Elasticity :	3.4077e+07	kN/m ²
Poisson's Ratio :	0.2	
Thermal Coefficient :	1.0000e-05	1/[C]
Weight Density :	25	kN/m ³
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	2.549	kN/m ³ /g

Pozn. Podélné prvky mostovky jsou uvažovány bez hmotnosti tak, aby se tíha mostovky nezdvojovala

<input type="checkbox"/> Concrete		
Modulus of Elasticity :	3.4077e+07	kN/m ²
Poisson's Ratio :	0.2	
Thermal Coefficient :	1.0000e-05	1/[C]
Weight Density :	0	kN/m ³
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	2.549	kN/m ³ /g

4.3.2 Ocel

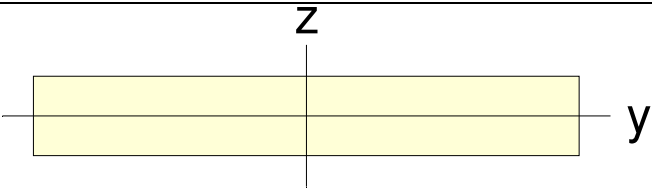
S355

Steel		
Modulus of Elasticity :	2.1000e+08	kN/m ²
Poisson's Ratio :	0.3	
Thermal Coefficient :	1.2000e-05	1/[C]
Weight Density :	76.98	kN/m ³
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	7.85	kN/m ³ /g

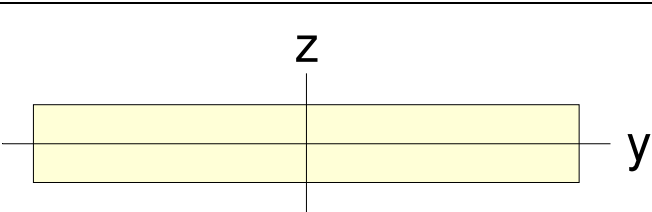
4.4 Průřezy a tloušťky

4.4.1 Průřezy NK

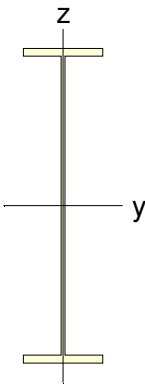
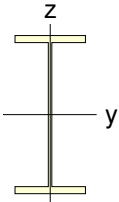
Tabulka 1 2 : deska_podel_kraj

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.431	0.359	0.359	0.125	0.125
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.008	0.002	0.107	0.863	0.863

Tabulka 2 3 : deska _pric

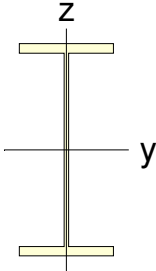
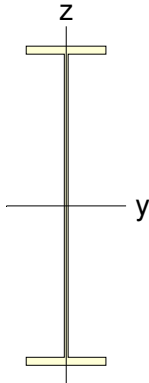
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.439	0.366	0.366	0.125	0.125
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.008	0.002	0.113	0.877	0.877

Tabulka 3 4 : Tapper_01

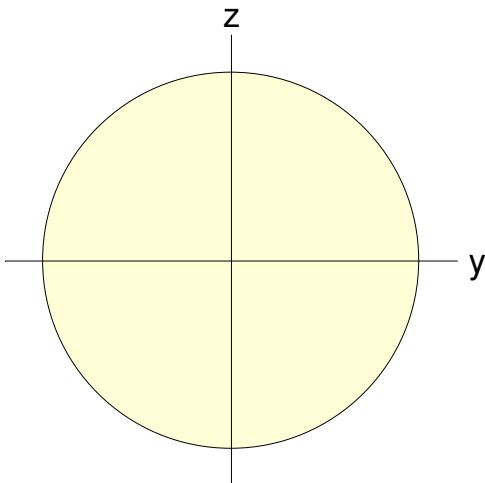
I-End					J-End				
									
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.062	0.027	0.032	0.800	0.800	0.048	0.027	0.018	0.450	0.450
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)

0.000	0.025	0.000	0.200	0.200	0.000	0.007	0.000	0.200	0.200
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

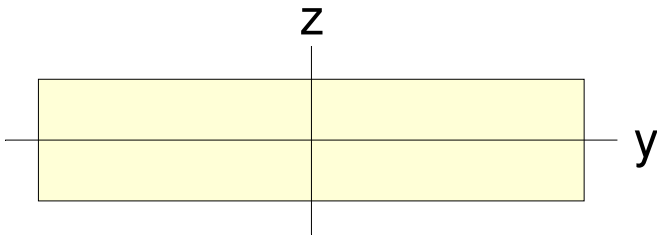
Tabulka 4 5 : Tapper_02

I-End					J-End				
									
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.048	0.027	0.018	0.450	0.450	0.062	0.027	0.032	0.800	0.800
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.007	0.000	0.200	0.200	0.000	0.025	0.000	0.200	0.200

Tabulka 5 6 : pile_600

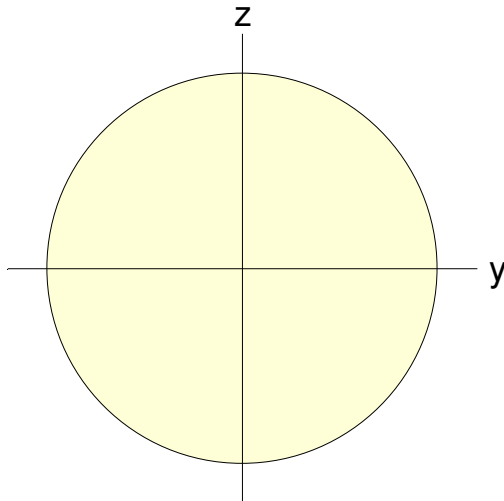
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.283	0.254	0.254	0.300	0.300
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.013	0.006	0.006	0.300	0.300

Tabulka 6 7 : stena



$A \text{ (m}^2\text{)}$	$\bar{A}_y \text{ (m}^2\text{)}$	$\bar{A}_z \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
10.125	8.438	8.438	0.750	0.750
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
6.531	1.898	38.443	3.375	3.375

Tabulka 7 8 : pile600_crack

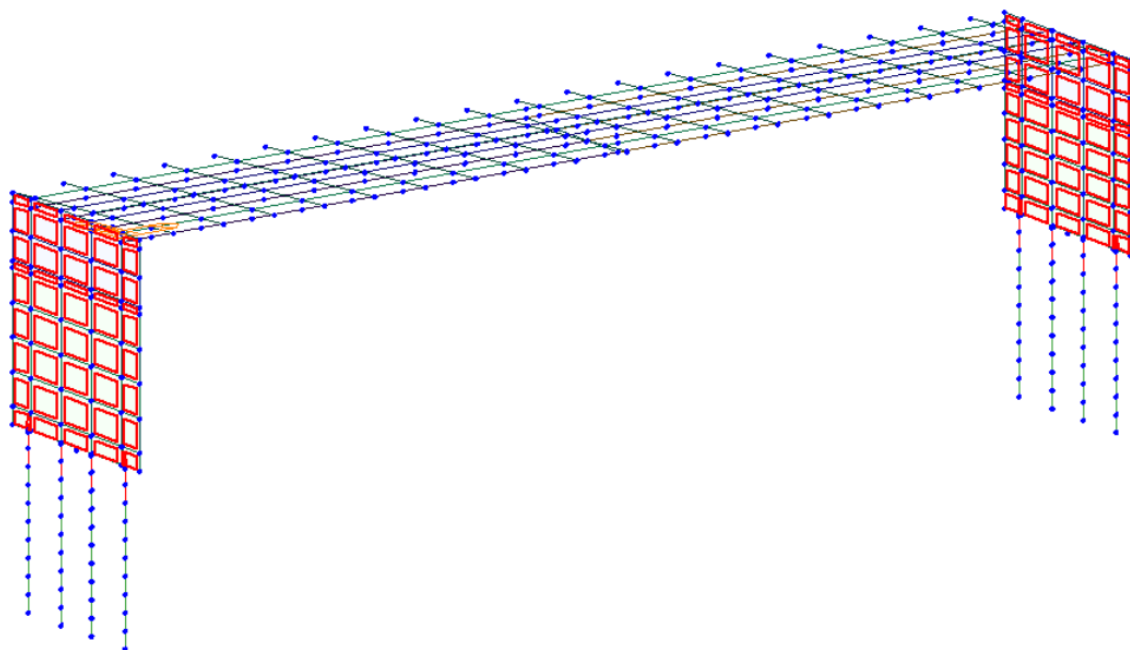


$A \text{ (m}^2\text{)}$	$\bar{A}_y \text{ (m}^2\text{)}$	$\bar{A}_z \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.141	0.127	0.127	0.300	0.300
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.006	0.003	0.003	0.300	0.300

- Pozn. Poslední průřez reprezentuje pilotu porušenou trhlinou

4.4.2 Tloušťky

Opěry: 1,50 m



4.5 Zatížení

4.5.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha je generována automaticky softwarem na základě objemových tíh jednotlivých materiálů

4.5.2 Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálá zatížení tvoří vozovka o tloušťce 90 mm, 2 ŽB římsy, svodidla po obou stranách konstrukce a zábradlí.

LEVÁ ŘÍMSA

Plocha	A =	0.464	
Obj. tíha	γ =	25	
Tíha na 1 m	g =	11.6 kN/m	
Rozteč příčných vazeb	b =	1.75 m	
délka římsy v příčném směru	a =	0.925 m	
Liniové zatížení	g =	21.95 kN/m	... příčně

PRAVÁ ŘÍMSA

Plocha	A =	0.284	
Obj. tíha	γ =	25	
Tíha na 1 m	g =	7.1 kN/m	
Rozteč příčných vazeb	b =	1.75 m	
délka římsy v příčném směru	a =	0.463 m	
Liniové zatížení	g =	26.86 kN/m	... příčně

LEVÉ ZÁBRADLÍ

Tíha na 1 m	g =	0.5 kN/m	
Rozteč příčných vazeb	b =	1.75 m	
Bodové zatížení do příčných vazeb	G =	0.88 kN/m	... příčně

LEVÉ SVODIDLO

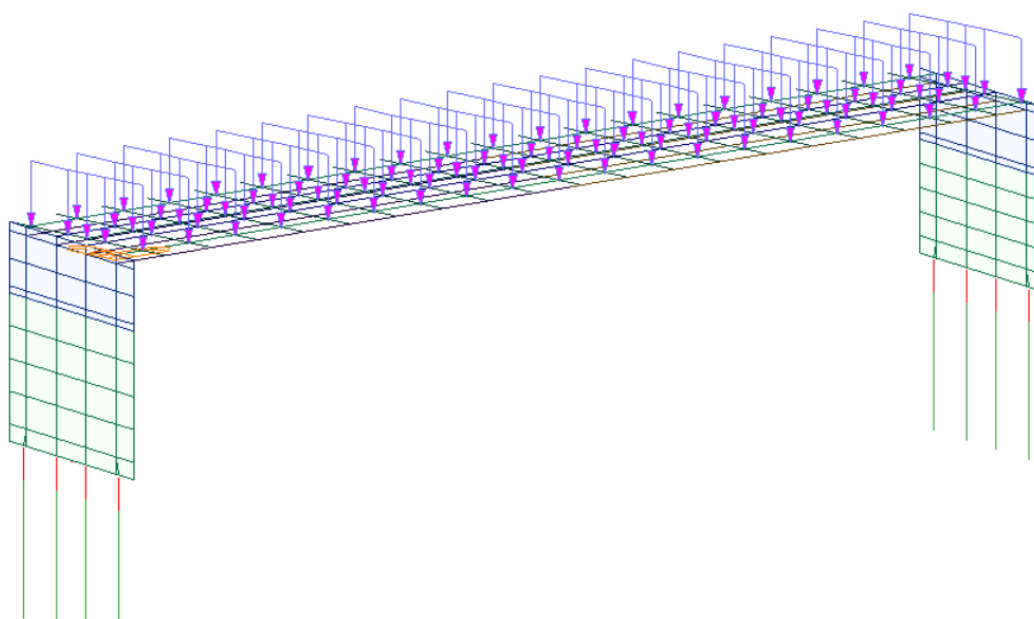
Tíha na 1 m	g =	1 kN/m	
Rozteč příčných vazeb	b =	1.75 m	
Bodové zatížení do příčných vazeb	G =	1.75 kN/m	... příčně

PRAVÉ SVODIDLO

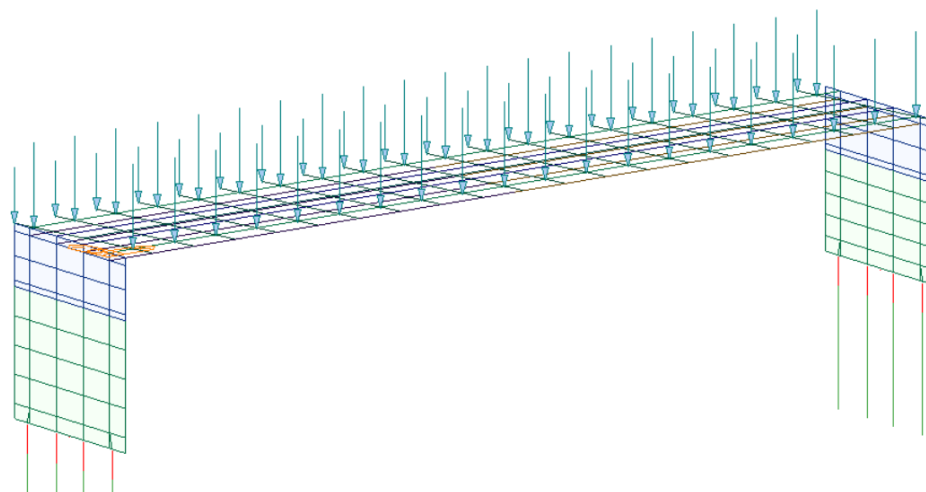
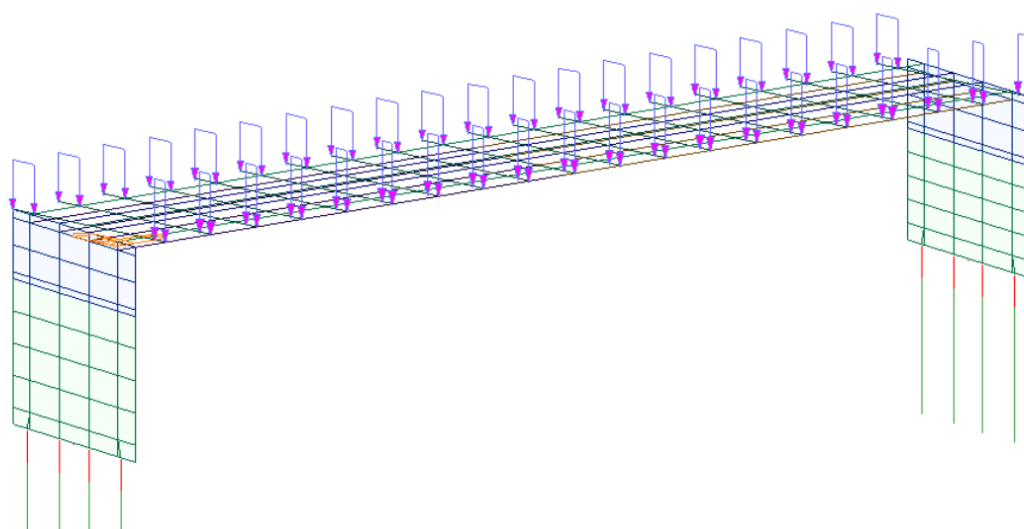
Tíha na 1 m	g =	1 kN/m	
Rozteč příčných vazeb	b =	1.75 m	
Bodové zatížení do příčných vazeb	G =	1.75 kN/m	... příčně

VOZOVKA

Plocha	A =	0.432	
Obj. tíha	γ =	23	
Tíha na 1 m	g =	9.936 kN/m	
Rozteč příčných vazeb	b =	1.75 m	
délka římsy v příčném směru	a =	4.8 m	
Liniové zatížení	g =	3.62 kN/m	... příčně



Zatížení vozovkovým souvrstvím



Zatížení římsami a svodidly

4.5.3 Zatížení zeminou za opěrou

TLAK ZEMINY ZA OPĚROU

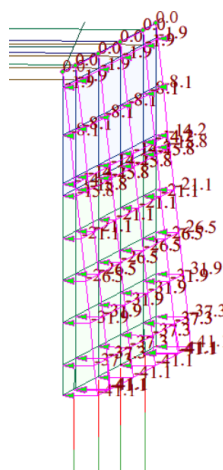
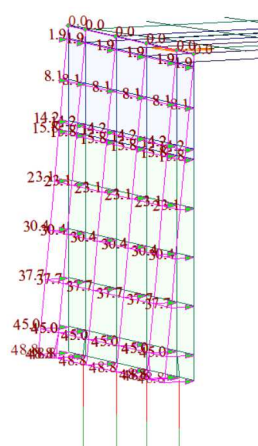
objemová tíha	$\gamma =$	20 kN/m ³
efektivní úhel vnitřního tření	$\varphi =$	38 °
		0.6632 rad
Souč. zemního tlaku v klidu	$K_0 =$	0.384 -

Opěra 1

výška	$H =$	6.3 m
Geostatické svislé napětí v patě	$\sigma_z =$	126 kN/m ²
Gradient vodorovného tlaku	$k_x =$	7.69 kN/m
Geostatické vodorovné napětí v patě	$\sigma_x =$	48.4 kN/m²

Opěra 2

výška	$H =$	5.3 m
Geostatické svislé napětí v patě	$\sigma_z =$	106 kN/m ²
Gradient vodorovného tlaku	$k_x =$	7.69 kN/m
Geostatické vodorovné napětí v patě	$\sigma_x =$	40.7 kN/m²



Vodorovný zemní tlak

4.5.4 Zatížení dopravou – LM1

Zatížení dopravou na mostě dle ČSN EN 1991-2 ed. 2

MODEL ZATÍŽENÍ LM1 - skupina PK II.

LM1 - dle Tab. 4.2 a Tab. NA.1	Nápravové síly - TS (kN)			Rovnoměrné zatížení UDL (kN/m ²)		
	$\alpha_{Q,i}$	$Q_{i,k}$	$\alpha_{Q,i} \cdot Q_{i,k}$	$\alpha_{q,i}$	$q_{i,k}$	$\alpha_{q,i} \cdot q_{i,k}$
Pruh 1 (3.0 m)	0.8	300	240	0.5	9.0	4.1
Zbytková plocha "R" (2.5 m)	-	-	-	1.6	2.5	4.0
Zatížení chodníků					$q_{ch} =$	5.0

BRZDNÉ SÍLY PRO LM1 dle 4.4.1

Délka NK

$L = 34$ m

Šířka pruhu č. 1

$w_1 = 3.00$ m

Hodnota vodorovné síly (4.6)

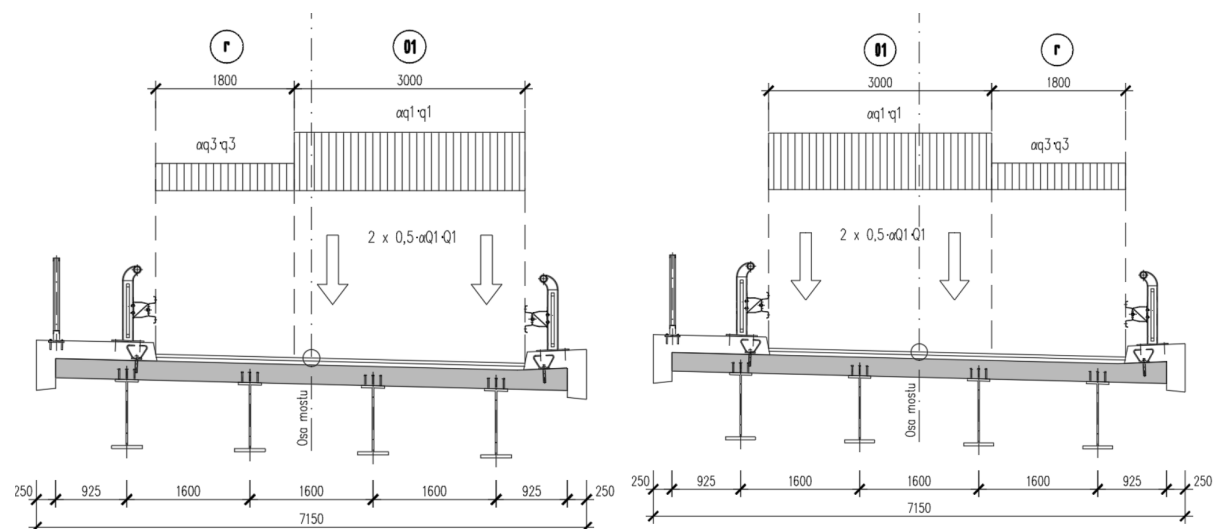
$$Q_{lk} = 0.6 \cdot \alpha_{Q,1} \cdot 2Q_{1,k} + 0.1 \cdot \alpha_{q,1} \cdot q_{1,k} \cdot w_1 \cdot L = 329.3 \text{ kN}$$

$$Q_{lk} > 180 \cdot \alpha_{Q,1} = 144 \text{ kN}$$

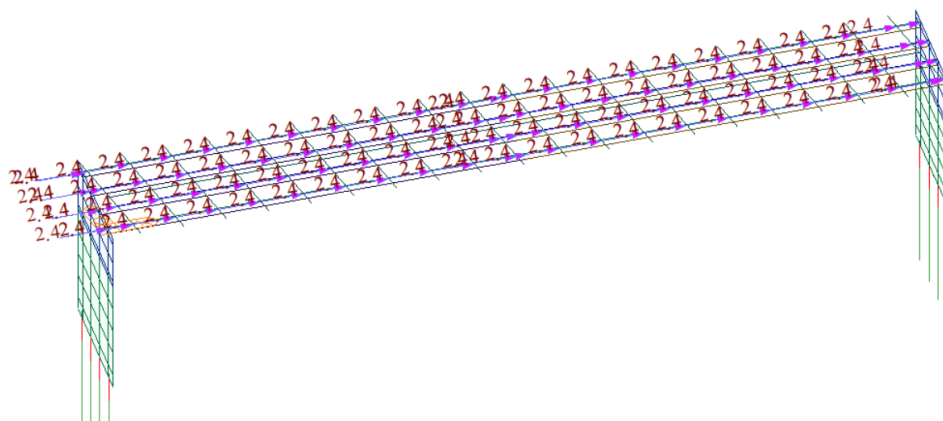
$$Q_{lk} < 900 \text{ kN}$$

$$q_{lk} = Q_{lk}/L = 9.69 \text{ kN/m}$$

Přepočet na liniové zatížení

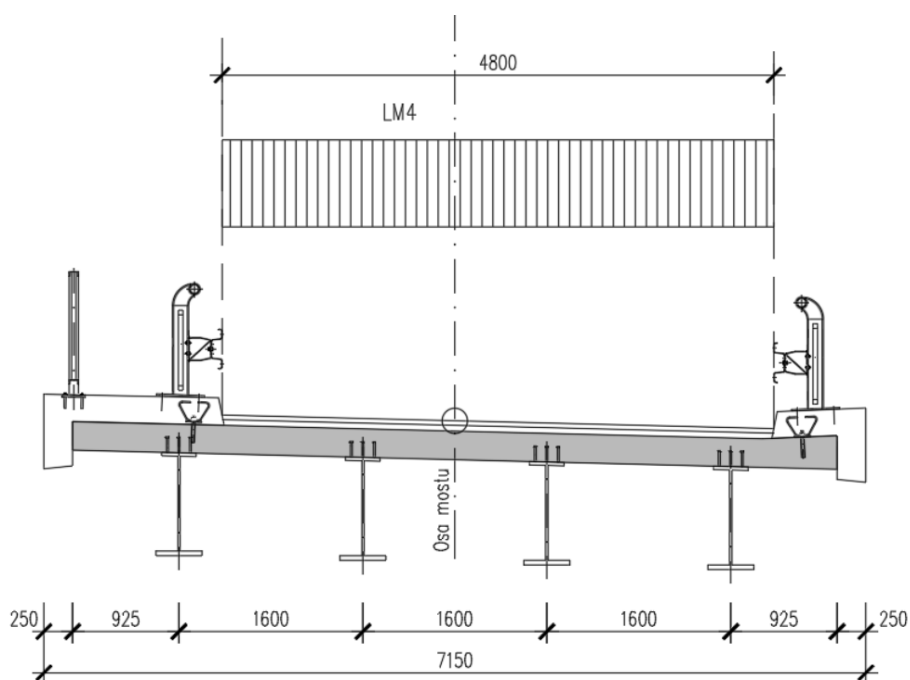


Alternativy umístění LM1 v příčném řezu



Brzdné síly – LM1

Dále byl použit model LM4 – 5 kN/m² simulující zatížení davem lidí



LM4 – zatížení davem

4.5.5 Zatížení dopravou za opěrou

TLAK ZEMINY ZA OPĚROU

objemová tíha

 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

efektivní úhel vnitřního tření

 $\varphi = 38^\circ$

0.6632 rad

Souč. zemního tlaku v klidu

 $K_0 = 0.384$

Zatížení od LM1

šířka opěry

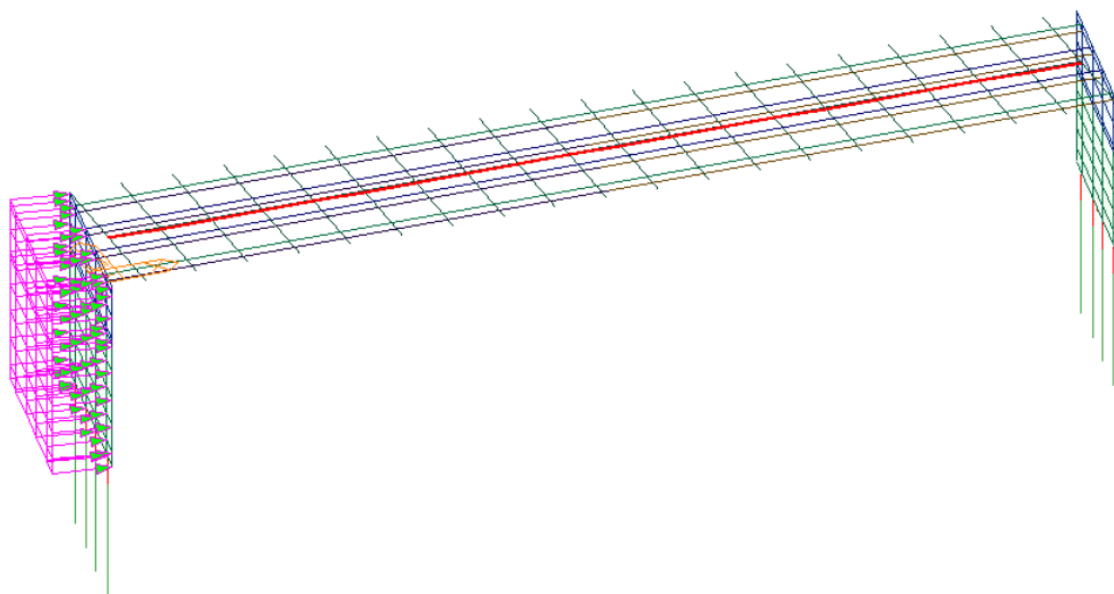
 $b = 6.65 \text{ m}$

délka roznášení

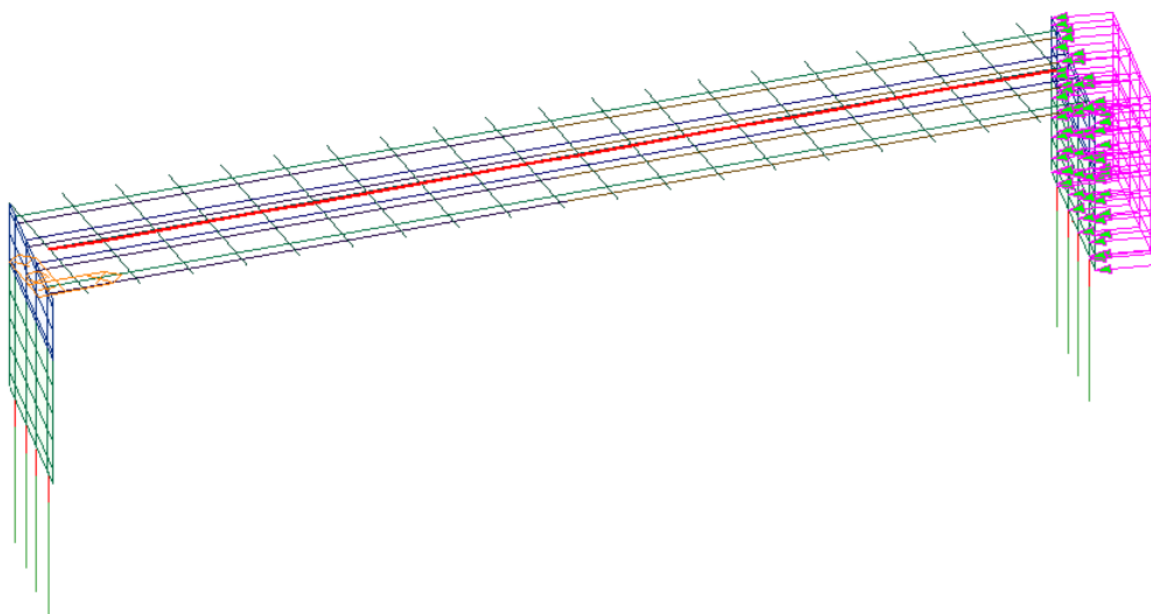
 $a = 5 \text{ m}$ Tíha TS na 1 m² $Q_{ts} = 28.87 \text{ kN/m}^2$ Tíha UDL na 1 m² $q_{udl} = 5.414 \text{ kN/m}^2$ $q_{LM1} = 34.29$

Geostatické vodorovné napětí (konstantní)

 $\sigma_x = 13.2 \text{ kN/m}^2$



Přítížení za OP1



Přítížení za OP2

4.5.6 Zatížení teplotou

Zatížení mostu teplotními změnami podle ČSN EN 1991-1-5, kap. 6 Teplotní změny u mostů

Rovnoměrná složka teploty dle 6.1.3

2. typ: ocelobetonová NK

Výchozí teplota

$$T_0 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Minimální teplota vzduchu ve stínu

$$T_{\min} = -34 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Maximální teplota vzduchu ve stínu

$$T_{\max} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Minimální rovnoměrná složka teploty dle NA.2.4

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 4.5 \text{ }^{\circ}\text{C} = -29.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Maximální rovnoměrná složka teploty NA.2.4

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 4.5 \text{ }^{\circ}\text{C} = 42.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Rozsah rovnoměrné složky pro výpočet zkrácení dle 6.1.3.3, rov.6.1

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 39.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Rozsah rovnoměrné složky pro výpočet prodloužení dle 6.1.3.3, rov.6.2

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 32.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Nerovnoměrná změna teploty - + - 10 °C na spráženou desku

4.5.7 Kombinace

ULS:

Tabulka A2.4(B) – Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO) (Soubor B)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)		Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní		Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz (6.10))	$\gamma_{G,\text{sup}} G_{k,\text{sup}}$	$\gamma_{G,\text{inf}} G_{k,\text{inf}}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{Q,j} Q_{k,j}$	(Výraz (6.10a))	$\gamma_{G,\text{sup}} G_{k,\text{sup}}$	$\gamma_{G,\text{inf}} G_{k,\text{inf}}$	$\gamma_P P$		$\gamma_{Q,1} \psi_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,j} \psi_{Q,j} Q_{k,j}$
							(Výraz (6.10b))	$\xi \gamma_{G,\text{sup}} G_{k,\text{sup}}$	$\gamma_{G,\text{inf}} G_{k,\text{inf}}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{Q,j} Q_{k,j}$

(*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrnuje pouze stálá zatížení.^{NP20)}

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů γ a ξ lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů γ a ξ následující.^{NP20)}

$\gamma_{G,\text{sup}} = 1,35$ ¹⁾

$\gamma_{G,\text{inf}} = 1,00$

$\gamma_Q = 1,35$, pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,45$, pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26³⁾ a 27³⁾), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravou; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,20$, pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,50$ pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení;²⁾

$\xi = 0,85$ (takže $\xi \gamma_{G,\text{sup}} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$).

$\gamma_{\text{set}} = 1,20$ v případě pružné lineární analýzy a $\gamma_{\text{set}} = 1,35$ v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty γ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

γ_P = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

	LoadCase	Factor
►	IG_ULS_A(CB)	1.0000
	ITEMP(CB)	0.9000
	IGR1A_psi(CB)	1.3500
*		

	LoadCase	Factor
►	IG_ULS_A(CB)	1.0000
	ITEMP(CB)	0.9000
	IGR4_psi(CB)	1.3500
*		

	LoadCase	Factor		LoadCase	Factor
▶	IG_ULS_B(CB)	1.0000	▶	IG_ULS_B(CB)	1.0000
	IGR1A-nopsi(CB)	1.3500		IGR4_nopsi(CB)	1.3500
	ITEMP(CB)	0.9000		ITEMP(CB)	0.9000
*			*		

	LoadCase	Factor		LoadCase	Factor
▶	IG_ULS_B(CB)	1.0000	▶	IG_ULS_B(CB)	1.0000
	IGR1A-psi(CB)	1.3500		IGR4_psi(CB)	1.3500
	ITEMP(CB)	1.5000		ITEMP(CB)	1.5000
*			*		

Tabulka A2.1 – Doporučené hodnoty součinitelů ψ pro mosty pozemních komunikací

Zatížení	Značka		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou (viz EN 1991-2, Tabulka 4.4)	gr1a (LM1+ zatížení chodci nebo cyklisty) ¹⁾	TS (dvojnápravy)	0,75	0,75	0
		UDL (rovnoměrné zatížení)	0,40	0,40	0
		Zatížení chodci + zatížení cyklisty ²⁾	0,40	0,40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0,75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatížení chodci)		0	0,40	0
	gr4 (LM4 (zatížení davem lidí))		0	–	0
	gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))		0	–	0
Zatížení větrem	$F_{w,k}$				
	– Trvalé návrhové situace		0,6	0,2	0
	– Provádění		0,8	–	0
	F_w^*		1,0	–	–
Zatížení teplotou	T_k		0,6 ³⁾	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{sn,k}$ (během provádění)		0,8	–	–
Staveništní zatížení	Q_e		1,0	–	1,0

¹⁾ Doporučené hodnoty součinitelů ψ_0 , ψ_1 a ψ_2 pro gr1a a gr1b jsou uvedeny pro zatížení silniční dopravou, která odpovídá regulačním součinitelům $\alpha_{0,i}$, $\alpha_{0,j}$, $\alpha_{0,k}$ a β_0 rovným 1. Ty, které se vztahují k UDL (rovnoměrné zatížení), odpovídají běžným scénářům dopravy, ve kterých se může zřídka vyskytnout kumulace nákladních vozidel. Jiné hodnoty lze předpokládat pro jiné třídy komunikací nebo očekávanou dopravu, které se vztahují k výběru odpovídajících součinitelů α . Např. hodnota ψ_2 jiná než nula se může předpokládat pouze pro rovnoměrné zatížení (UDL) modelu zatížení 1 (LM1) pro mosty převádějící silnou nepřetržitou dopravu. Viz také EN 1998.

²⁾ Kombinační hodnota zatížení od chodců a cyklistů, zmíněná v tabulce 4.4 EN 1991-2, je redukována hodnota. Součinitele ψ_0 a ψ_1 odpovídají této hodnotě.

³⁾ Doporučenou hodnotu ψ_0 pro zatížení teplotou lze ve většině případů snížit až na nulu pro mezní stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Viz také Eurokódy pro navrhování.

SLS:

Charakteristická kombinace

	LoadCase	Factor		LoadCase	Factor
▶	IG_sls(CB)	1.0000	▶	IG_sls(CB)	1.0000
	IGR1A-nopsi(CB)	1.0000		IGR4_nopsi(CB)	1.0000
	ITEMP(CB)	0.6000		ITEMP(CB)	0.6000
*			*		

	LoadCase	Factor		LoadCase	Factor
▶	!G_sls(CB)	1.0000	▶	!G_sls(CB)	1.0000
	!GR1A-psi(CB)	1.0000		!GR4_psi(CB)	1.0000
	!TEMP(CB)	1.0000		!TEMP(CB)	1.0000
*			*		

Kvazistálá kombinace

	LoadCase	Factor
▶	!G_sls(CB)	1.0000
	!TEMP(CB)	0.5000
*		

4.6 Reologické vlastnosti betonu

European

Characteristic compressive cylinder strength of concrete at the age of 28 days (f_{ck}) : kN/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) : %

Notional size of member : m
 $h = 2 * A_c / u$ (A_c : Section Area, u : Perimeter in contact with atmosphere)

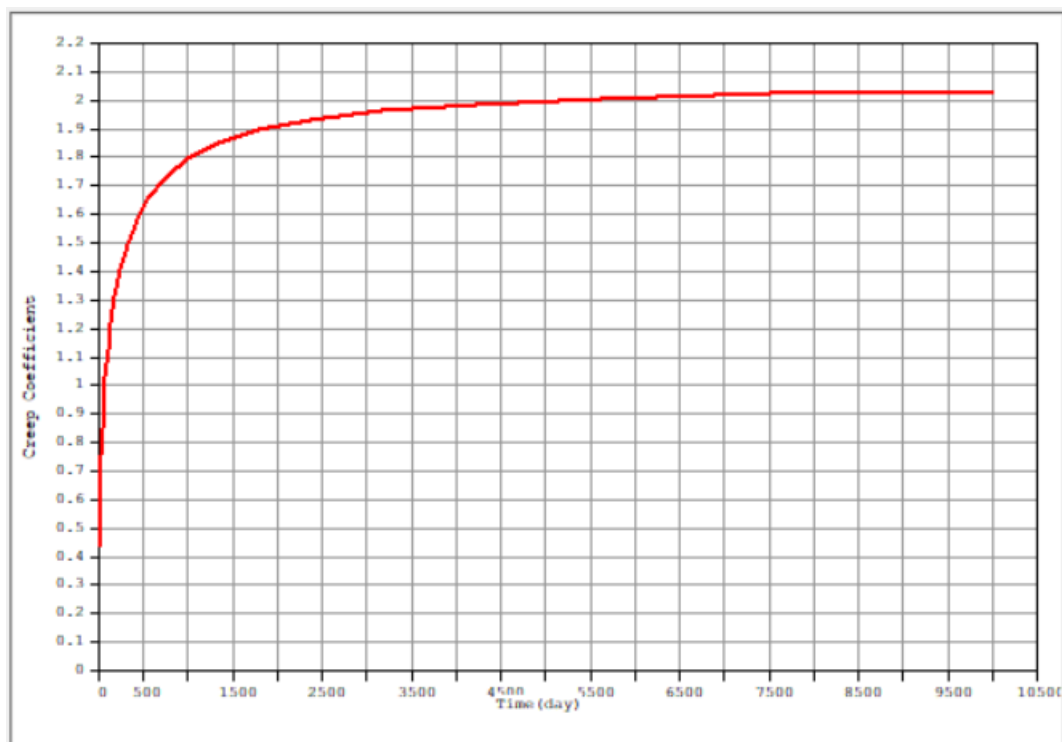
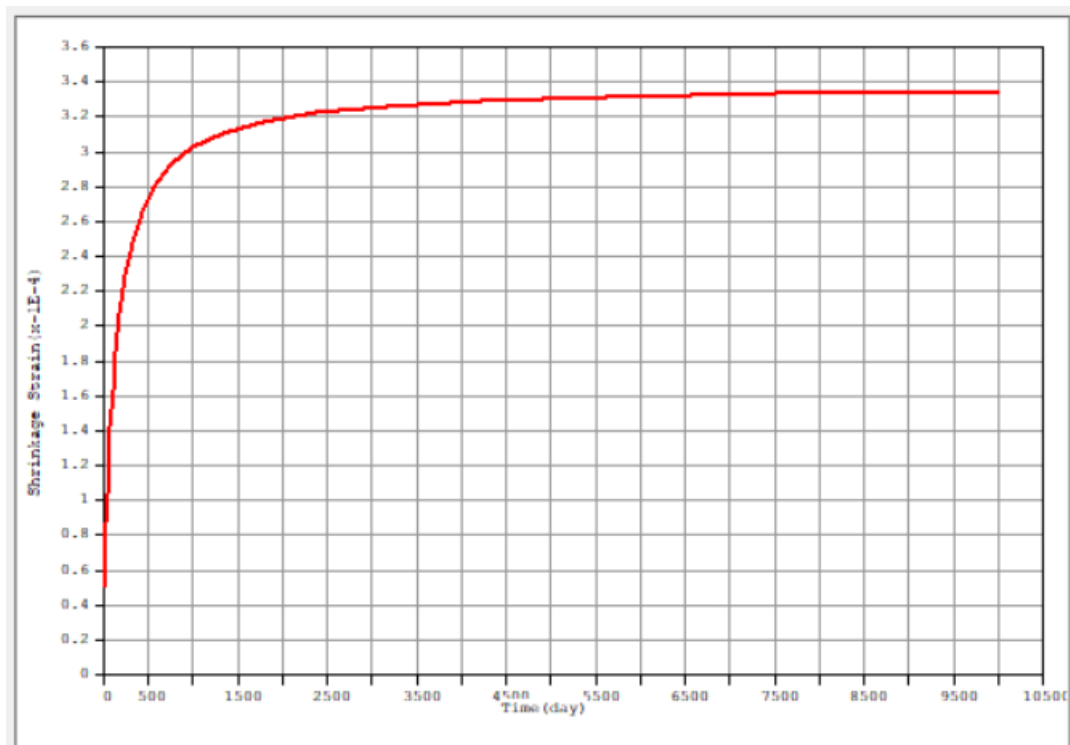
Type of cement

☐ Class S ☒ Class N ☐ Class R

Type of code

☐ EN 1992-1 (General Structure) ☒ EN 1992-2 (Concrete Bridge) ☐ Use of silica-fume

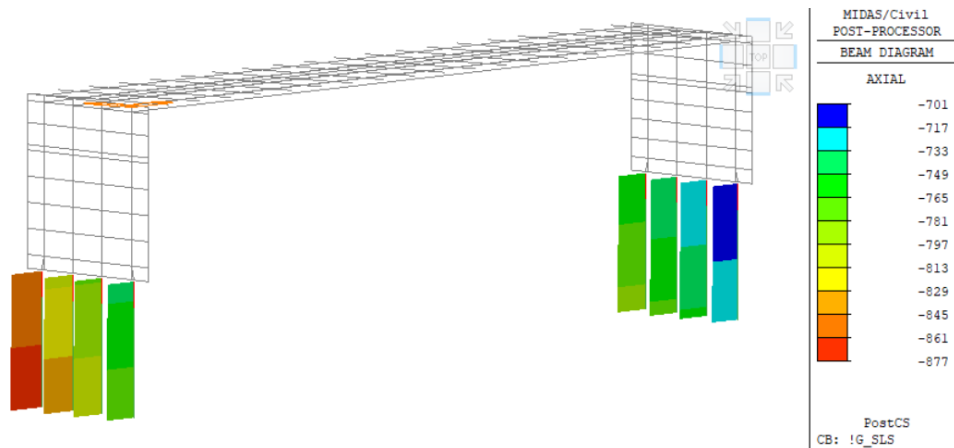
Age of concrete at the beginning of shrinkage : day

C35/45 – deska – součinitel dotvarování**C35/45 – deska – poměrné přetvoření od smrštění**

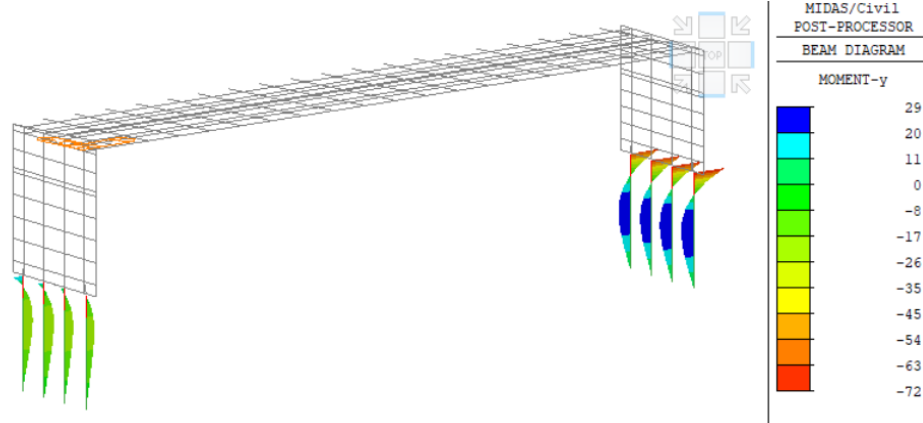
5. PILOTY

5.1 Vnitřní síly

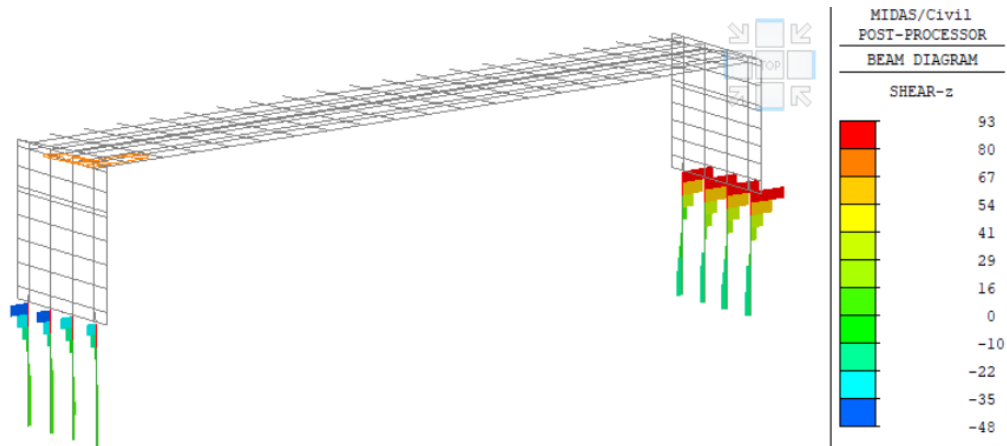
5.1.1 Stálé složky



Osové síly ($F_x - kN$)

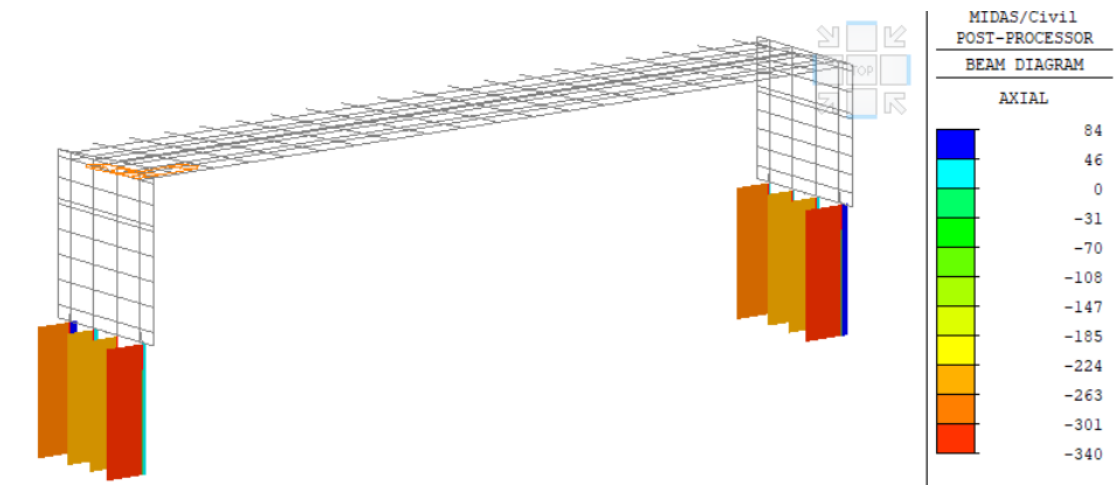
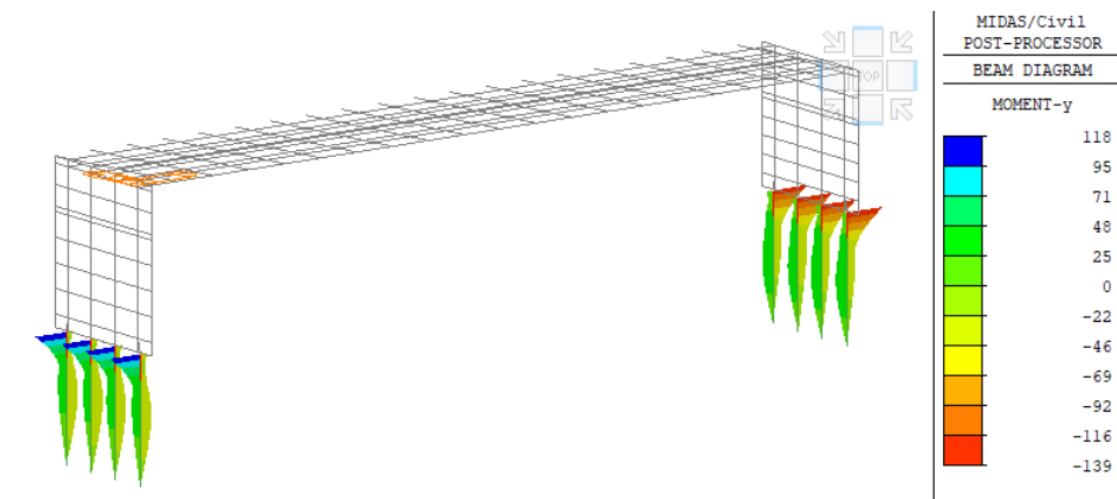
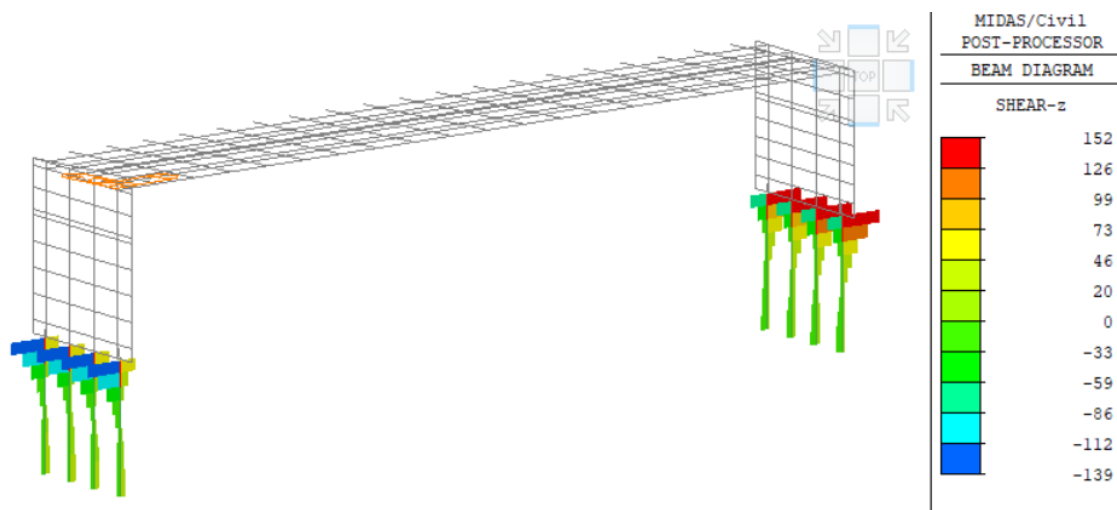


Ohybové momenty ($M_y - kNm$)

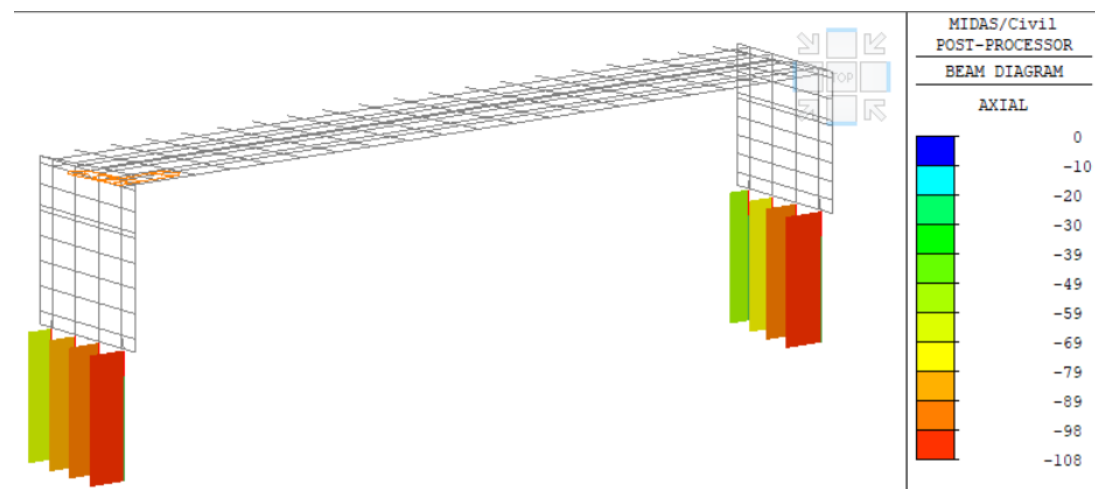
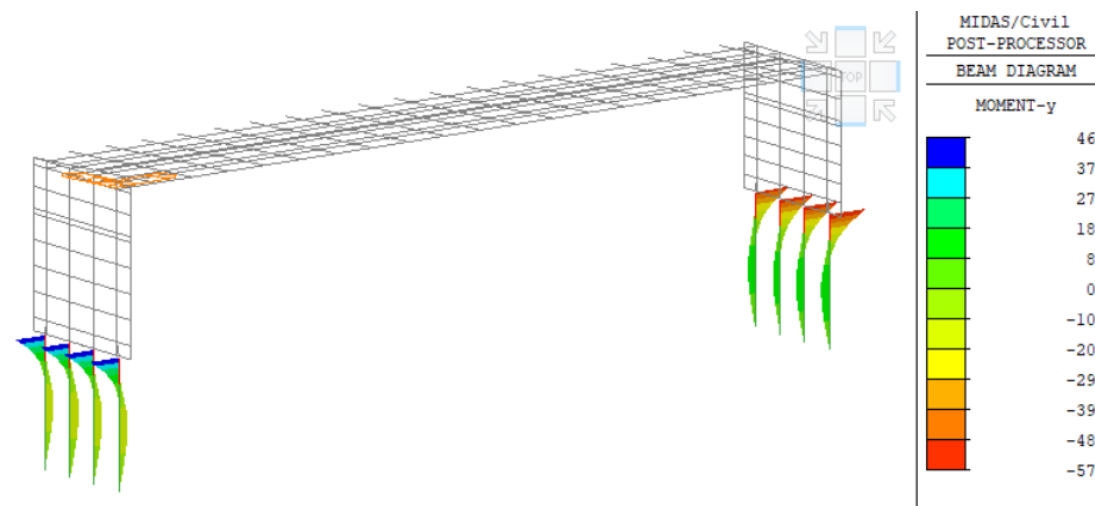
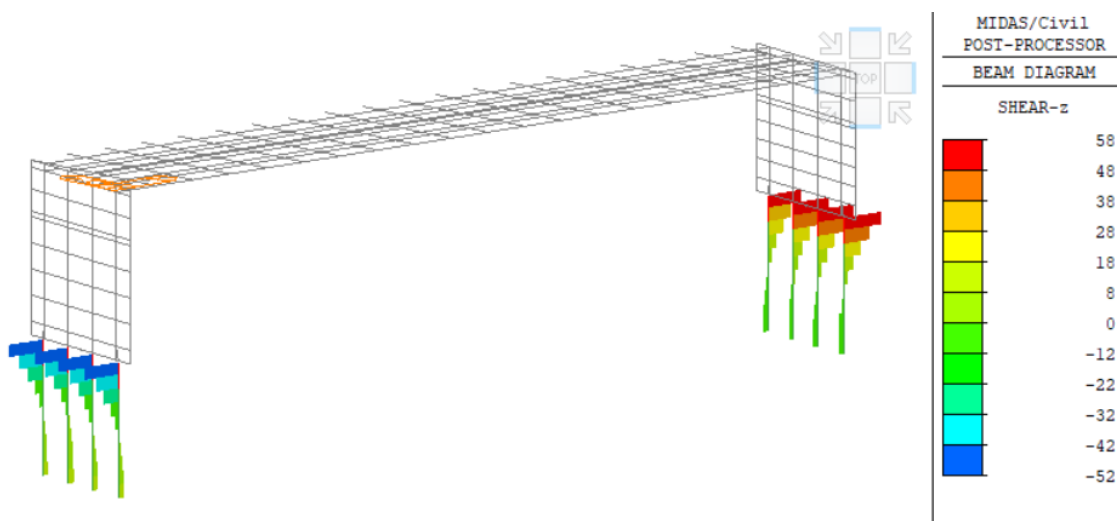


Posouvající síly ($F_z - kN$)

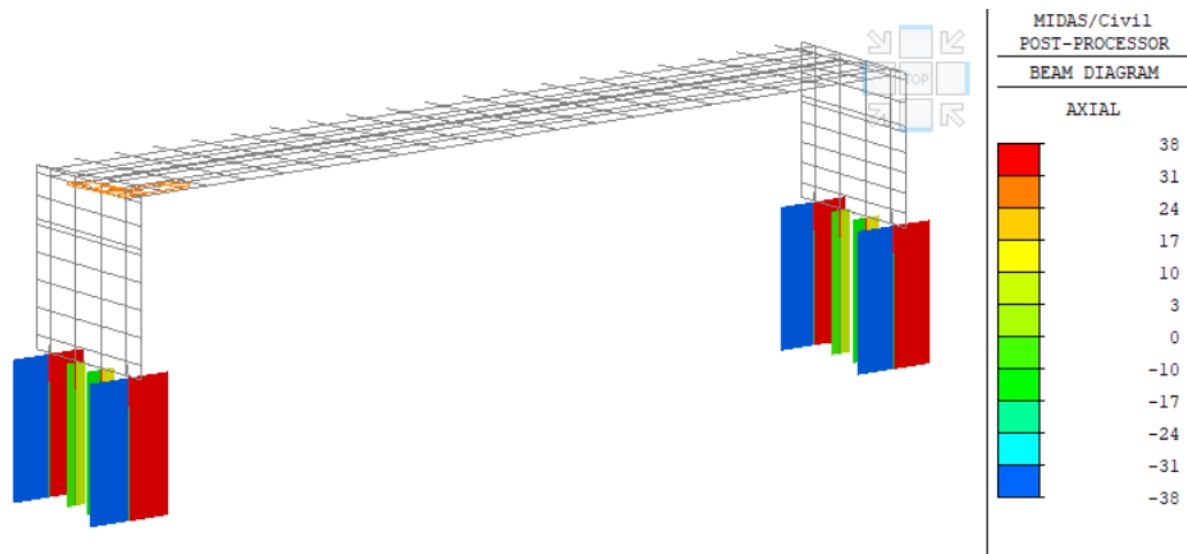
5.1.2 Doprava – GR1a

Osové síly ($F_x - kN$)Ohybové momenty ($M_y - kNm$)Posouvající síly ($F_z - kN$)

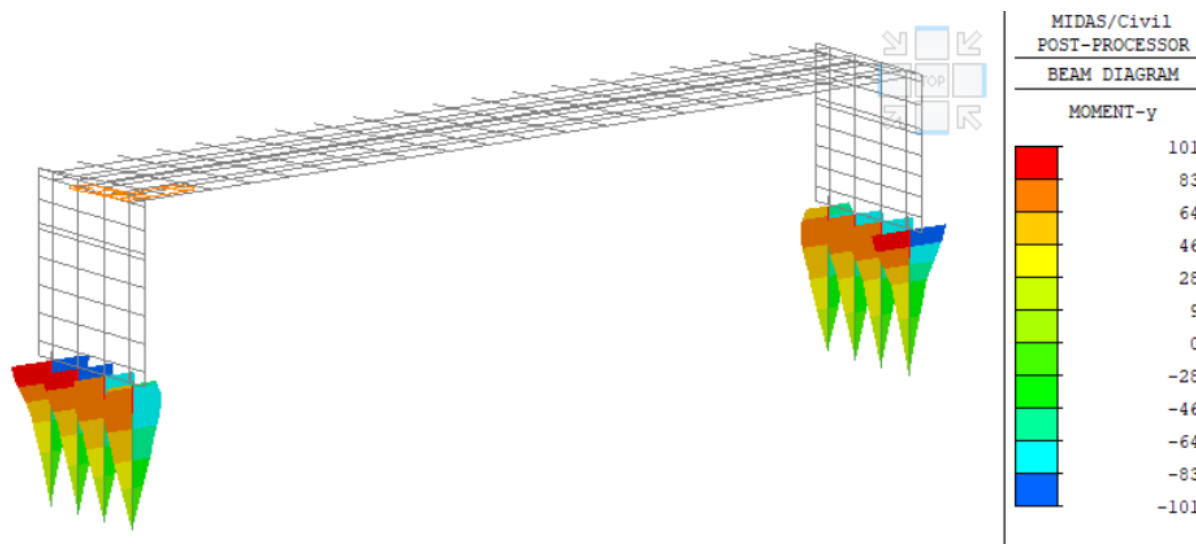
5.1.3 Doprava – GR4

Osové síly ($F_x - kN$)Ohybové momenty ($M_y - kNm$)Posouvající síly ($F_z - kN$)

5.1.4 Teplota

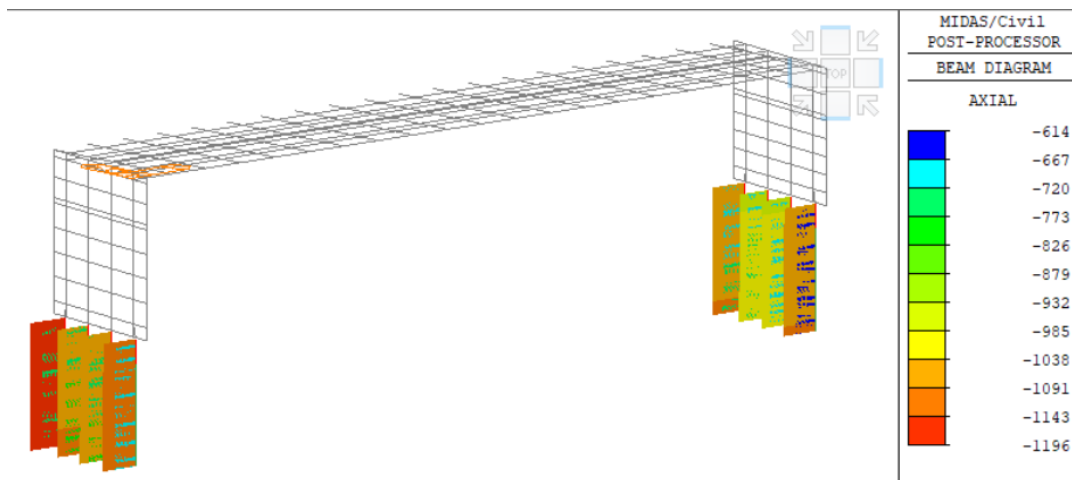


Osové síly ($F_x - kN$)

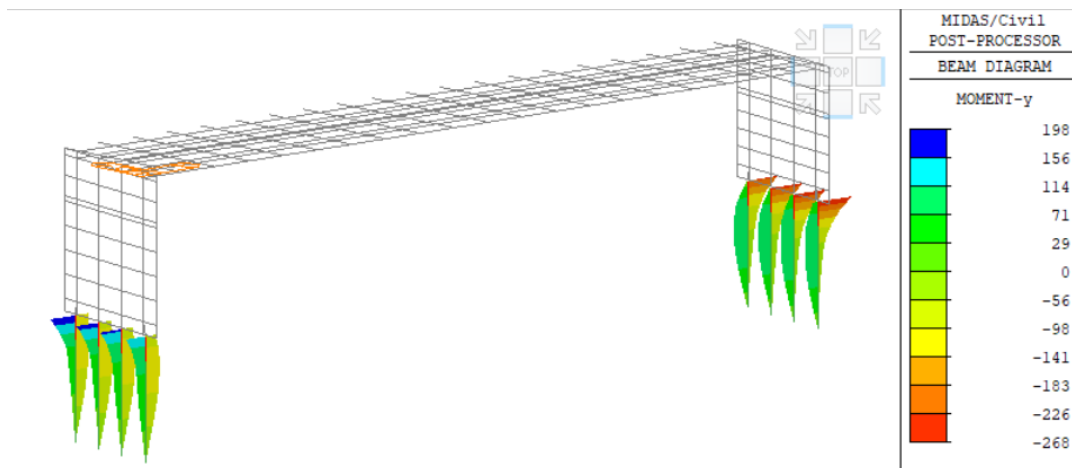


Ohybové momenty ($M_y - kNm$)

5.1.5 Charakteristická kombinace

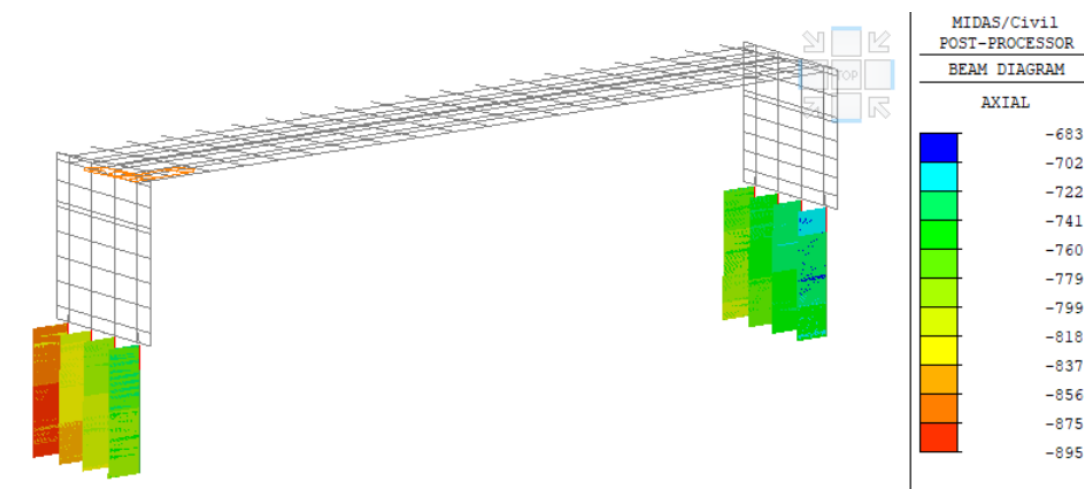


Osové síly ($F_x - kN$)

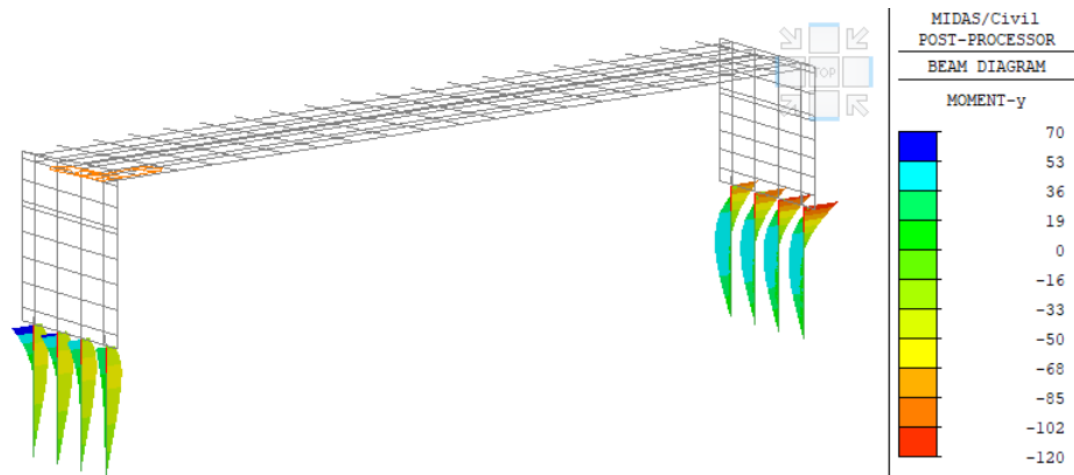


Ohybové momenty ($M_y - kNm$)

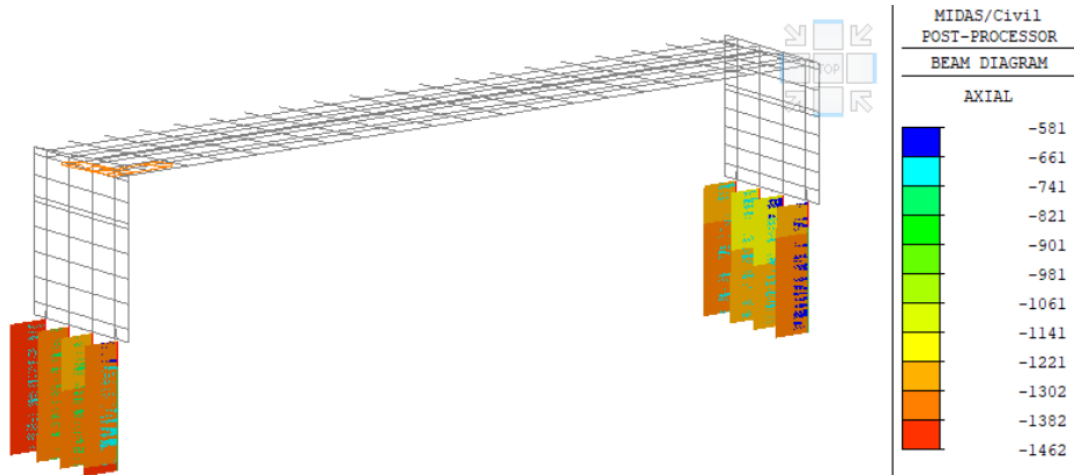
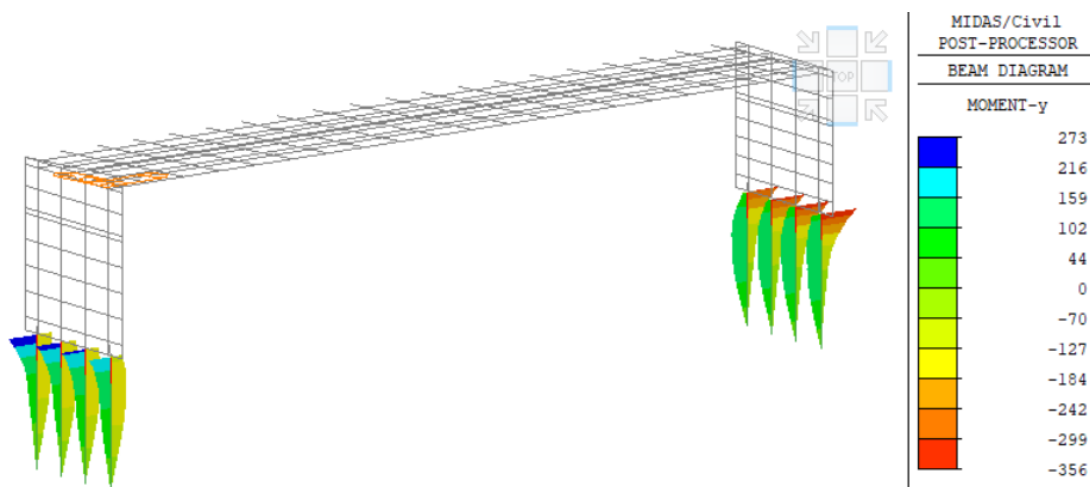
5.1.6 Kvazistálá kombinace

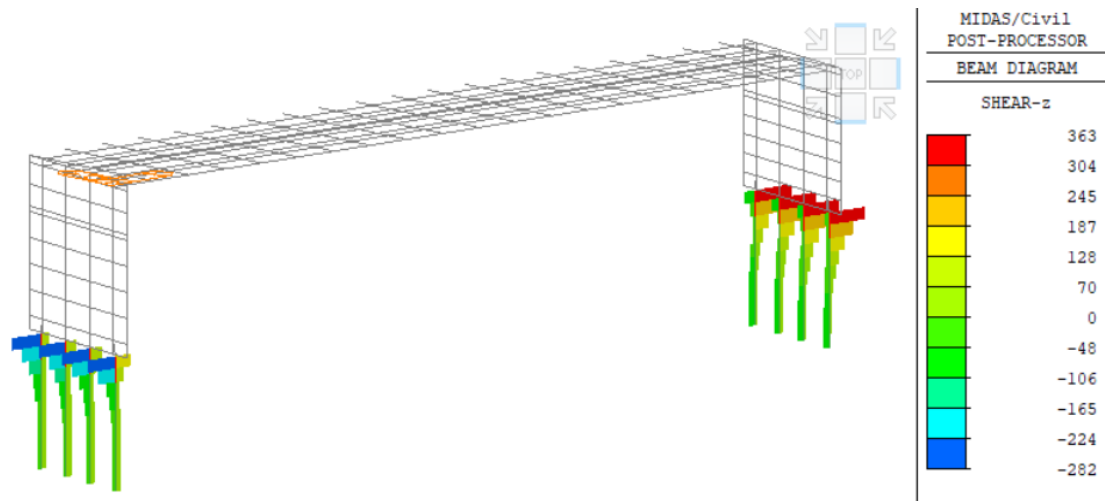


Osové síly ($F_x - kN$)


Ohybové momenty (M_y – kNm)

5.1.7 ULS kombinace

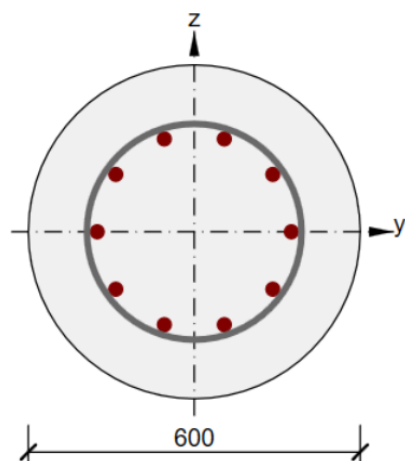

Osové síly (F_x – kN)

Ohybové momenty (M_y – kNm)



Posouvající síly ($F_z - kN$)

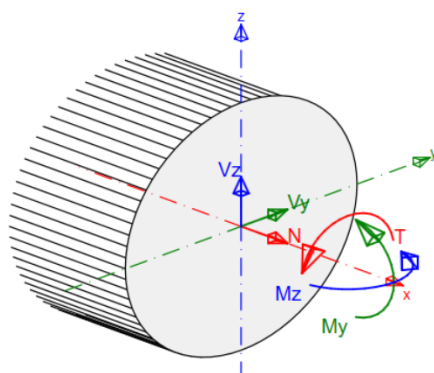
5.2 Posouzení pilot

Vyztužený průřez: R 1

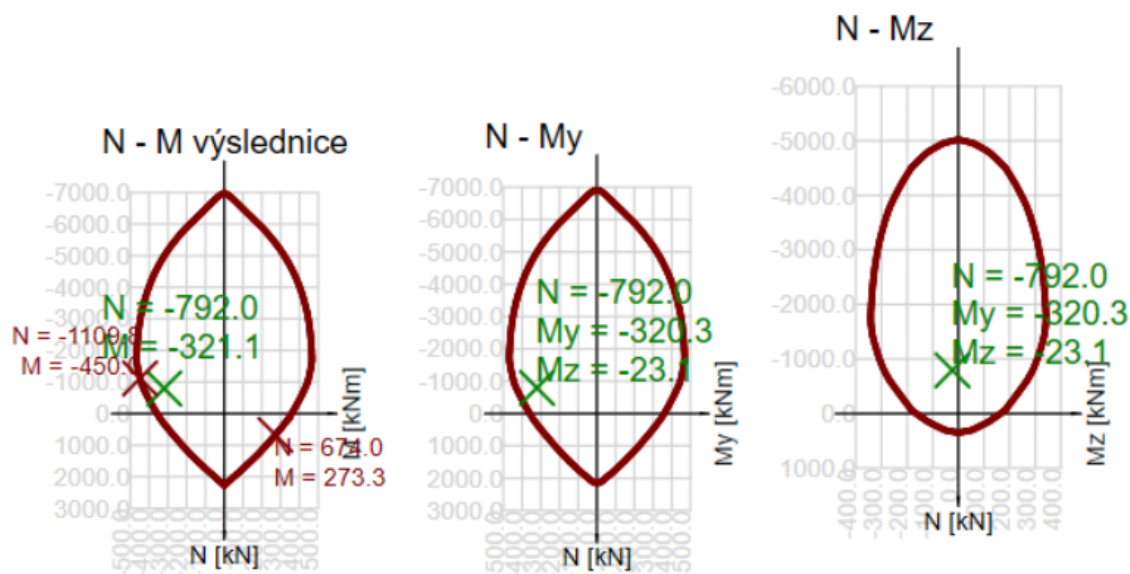


Beton: C30/37
Stáří: 28.0 d
Výztuž: (B 500B)
2 \varnothing 25 (982mm²), z = 167 mm
2 \varnothing 25 (982mm²), z = 103 mm
2 \varnothing 25 (982mm²), z = 0 mm
2 \varnothing 25 (982mm²), z = -103 mm
2 \varnothing 25 (982mm²), z = -167 mm
Třmínky:
 \varnothing 12 - 100 mm
Krytí:
Rovnoměrné krytí: 100 mm

Tvo kombinace	Použit	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Základní MSÚ	<input checked="" type="checkbox"/>	-792.0	13.8	292.0	0.0	-320.3	-23.1
Mimořádná	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Charakteristická	<input checked="" type="checkbox"/>	-654.3	0.0	0.0	0.0	-241.2	-15.7
Kvazistálá	<input checked="" type="checkbox"/>	-478.8	0.0	0.0	0.0	-107.6	-11.0



ULS:



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-792.0	-320.3	-23.1	Nu-Mu-Mu	71.4	100.0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-792.0	-1109.8	674.0
M_y [kNm]	-320.3	-448.8	272.6
M_z [kNm]	-23.1	-32.4	19.7

Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
292.3	-792.0	404.2	bez redukce	6.2.3(3)	72.3	100.0	OK

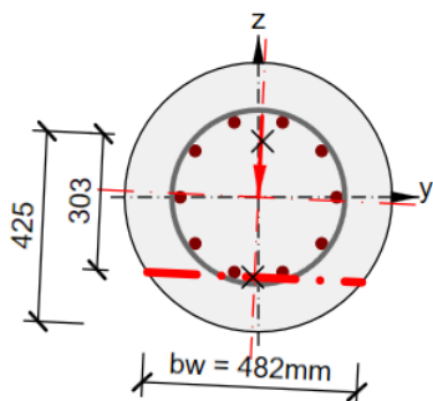
Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
292.3	231.4	761.0	972.6	404.2	404.2

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	σ^*_{cp} [MPa]	α_{cw} [-]	χ [-]
2	2262	2945	482	425	303	30.0	90.0	2.0	1.11	0.85
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]		
0.12	1.69	0.15	0.01	2.8	245.9	0.4	0.53	0.60		

Průřez účinný pro posouzení smyku



Parametry použité při posudku:

bw = 482 mm

z = 303 mm

d = 425 mm

SLS:

Omezení napětí

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

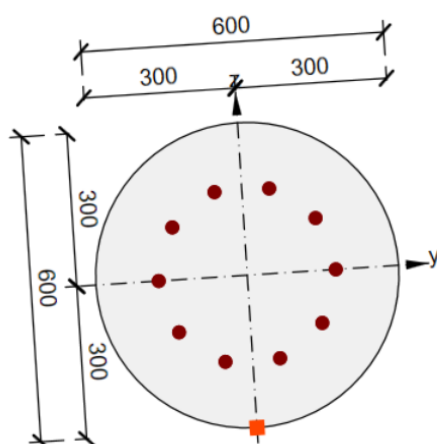
Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vláknو betonu	19	-16.7	-18.0	92.9	100.0	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vláknو	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	19	0	-300	-654.3	-241.2	-15.7	-16.7	-18.0	92.9	OK
7.2(3)-Quasi	19	0	-300	-478.8	-107.6	-11.0	-7.2	-13.5	53.5	OK

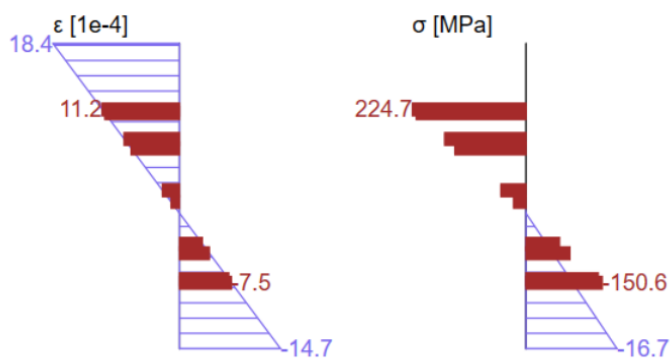
Podrobné posouzení výztuže - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	3	54	167	-654.3	-241.2	-15.7	224.7	400.0	56.2	OK



Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro dlouhodobé účinky



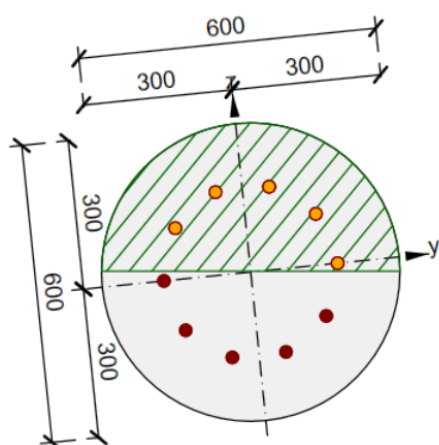
Šířka trhlin

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

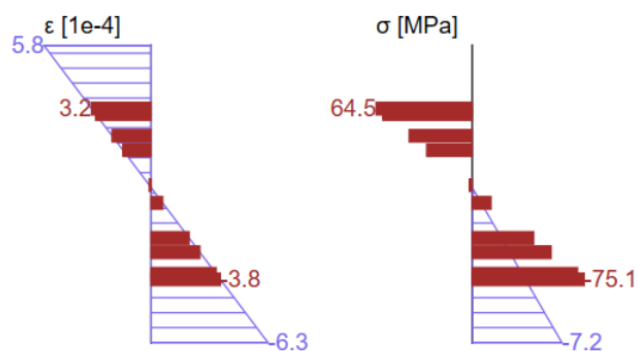
Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	w _k [mm]	w _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-478.8	-107.6	-11.0	0.074	0.200	36.9	100.0	OK

Mezivýsledky a součinitele pro výpočet šířky trhlin - dlouhodobé účinky

x [mm]	h _{c,eff} [mm]	d [mm]	A _{c,eff} [mm ²]	A _{s,eff} [mm ²]	A _{p,eff} [mm ²]	ρ _{p,eff} [-]
311	298	441	139762	2454	0	0.02
k _t [-]	ε _{sm} ·ε _{cm} [1e-4]	k ₁ [-]	k ₂ [-]	k ₃ [-]	k ₄ [-]	
0.40	1.9	0.80	0.50	1.25	0.43	
c [mm]	ε ₁ [1e-4]	ε ₂ [1e-4]	s _{r,max} [mm]	Φ [mm]	σ _s [MPa]	
112	5.8	-6.3	382	25	64.5	



Výsledky uváděné pro:
 - Kvazistálá kombinace
 - Tuhosti pro dlouhodobé účinky

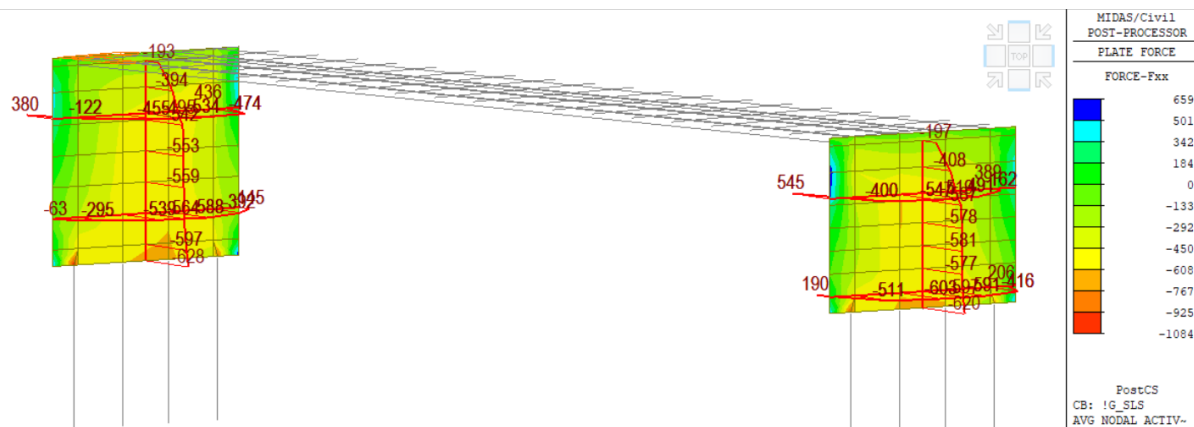


- Průřez vyhovuje

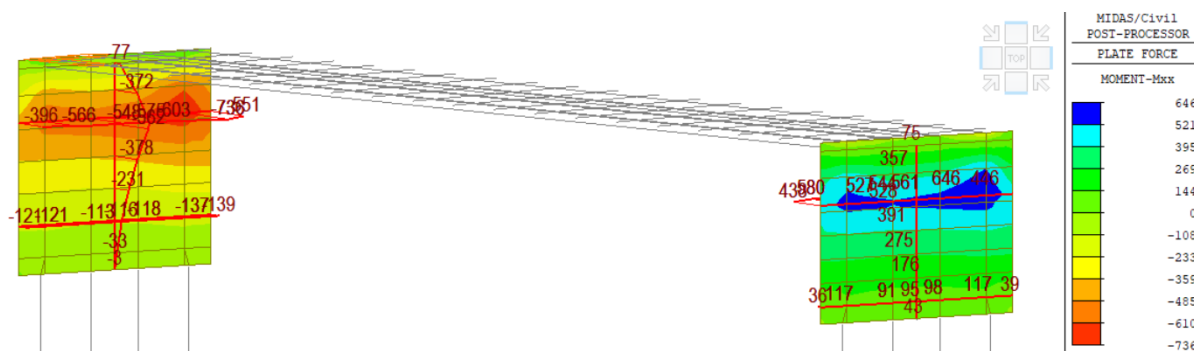
6. OPĚRY

6.1 Vnitřní síly

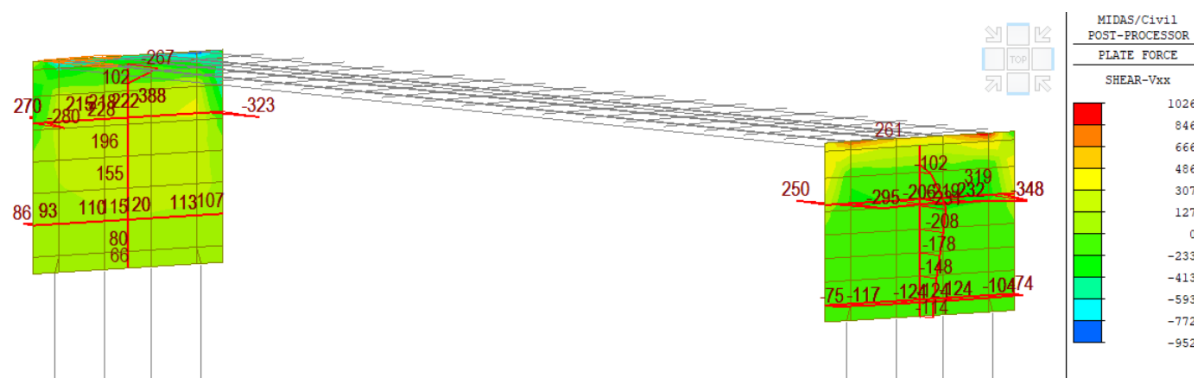
6.1.1 Stálé složky



Osově síly (F_{xx} – kN/m)

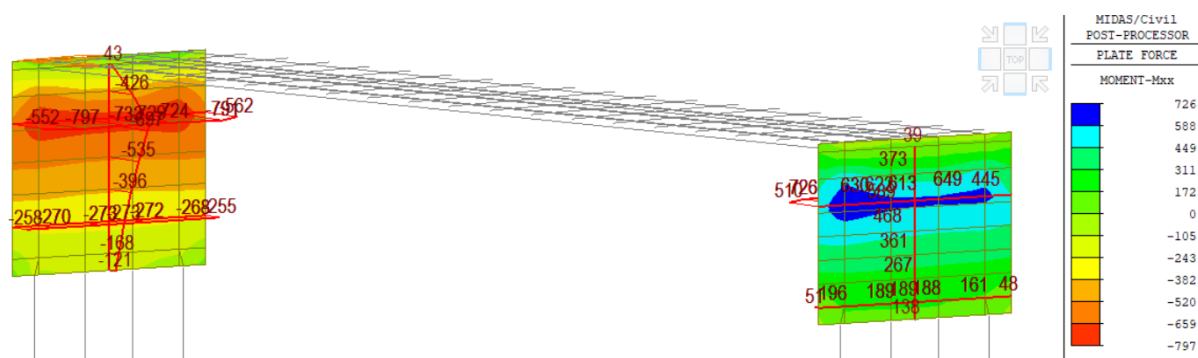


Ohybové momenty (M_{xx} – kNm/m)

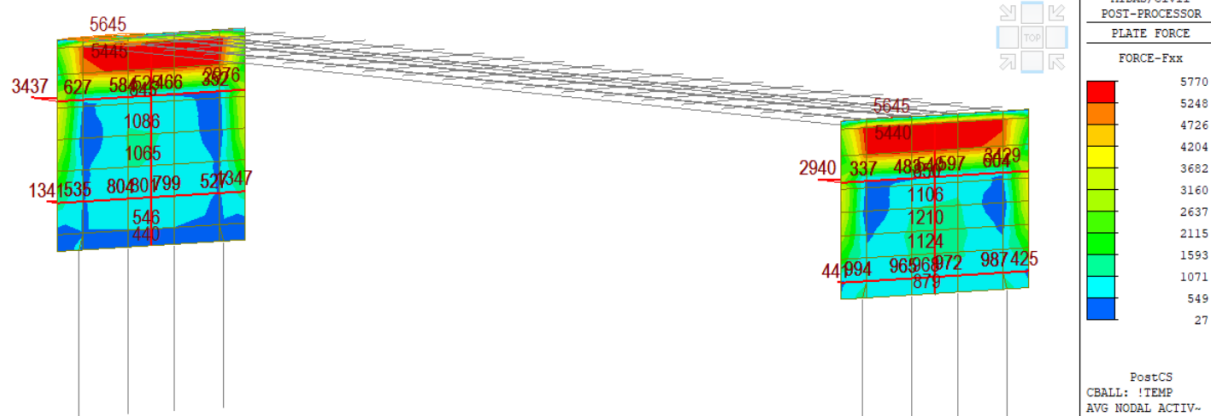
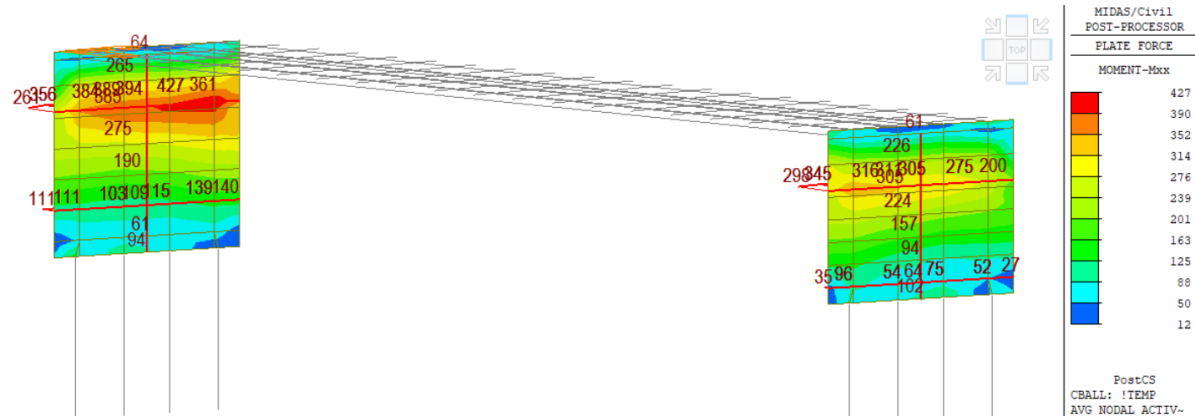
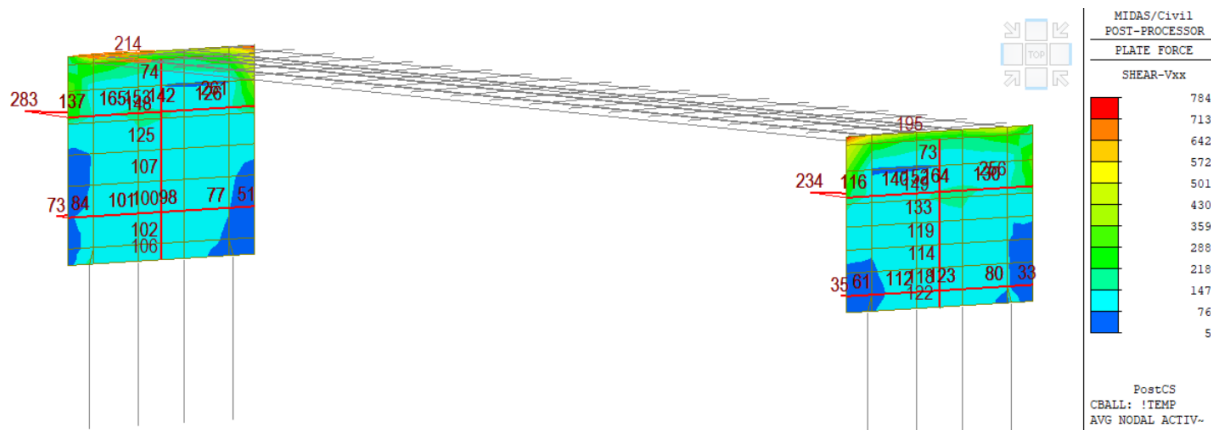


Posouvající síly (V_{xx} – kN/m)

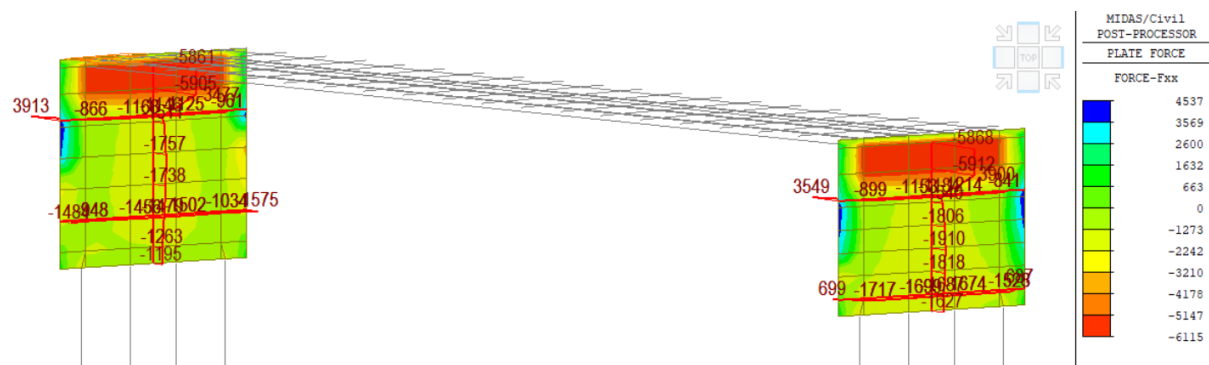
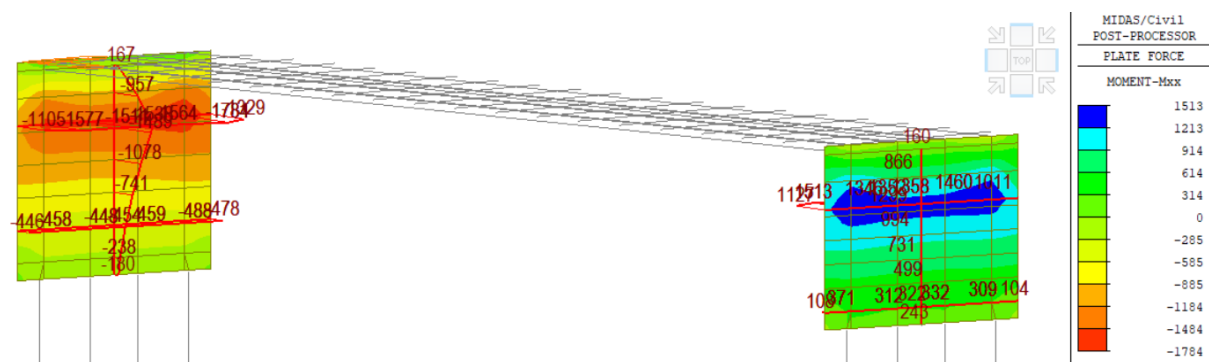
6.1.2 Doprava – GR1a

Osově síly (F_{xx} – kN/m)Ohybové momenty (M_{xx} – kNm/m)Posouvající síly (V_{xx} – kN/m)

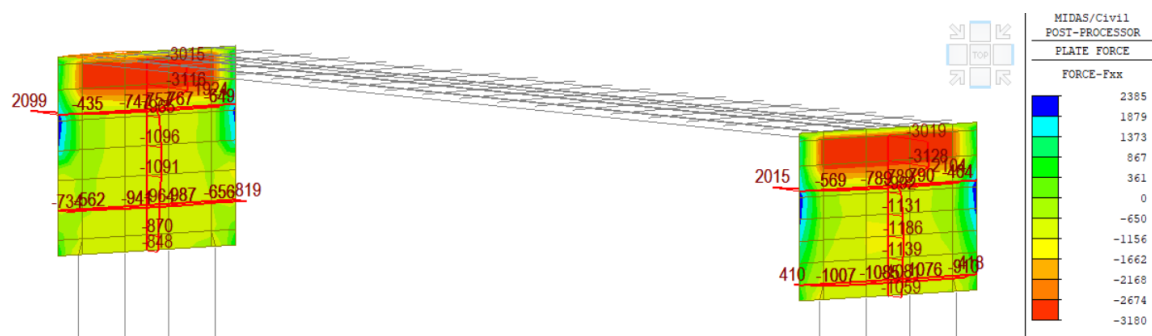
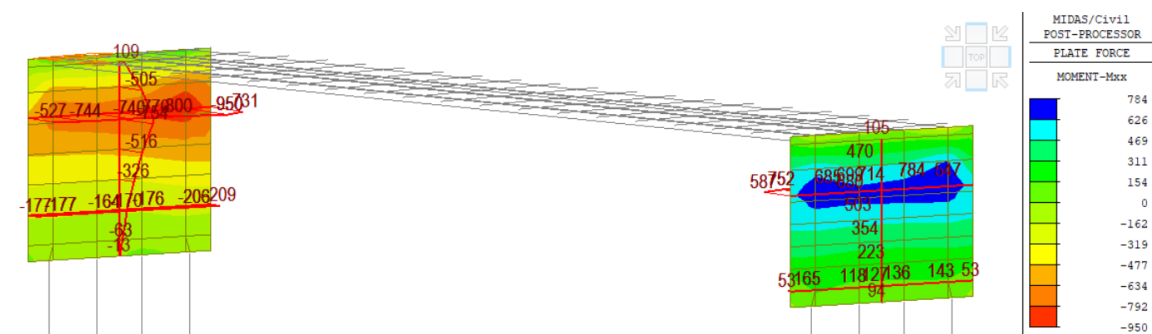
6.1.3 Teplota

Osové síly (F_{xx} – kN/m)Ohybové momenty (M_{xx} – kNm/m)Posouvající síly (V_{xx} – kN/m)

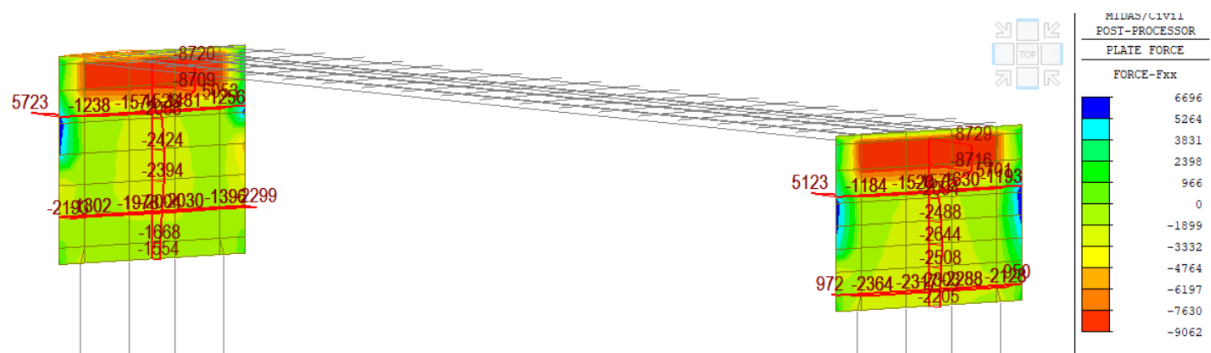
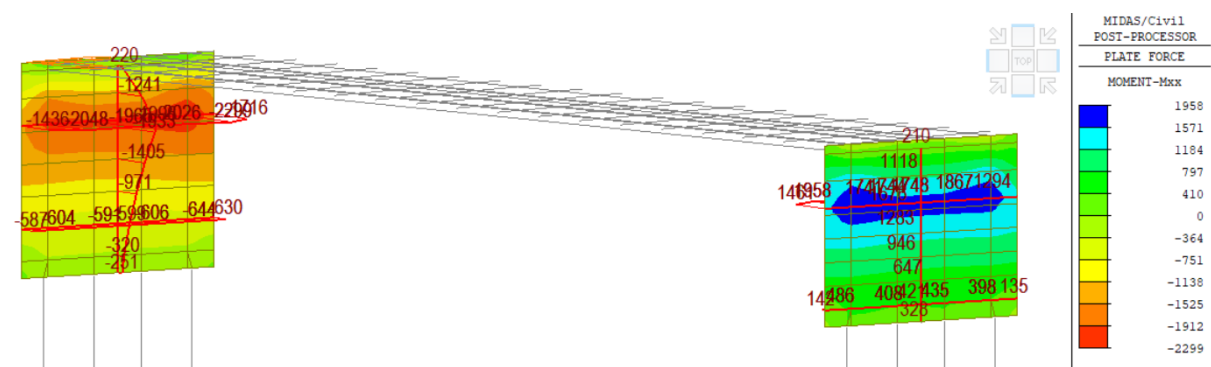
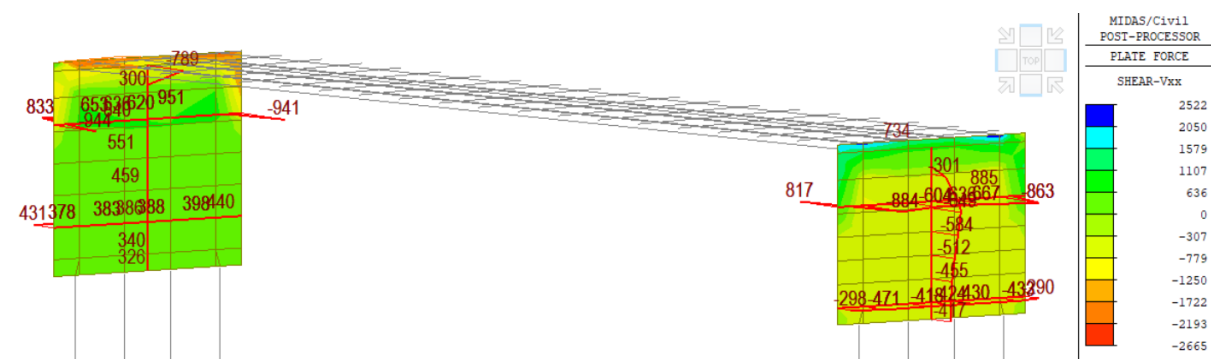
6.1.4 Charakteristická kombinace

Osově síly (F_{xx} – kN/m)Ohybové momenty (M_{xx} – kNm/m)

6.1.5 Kvazistálá kombinace

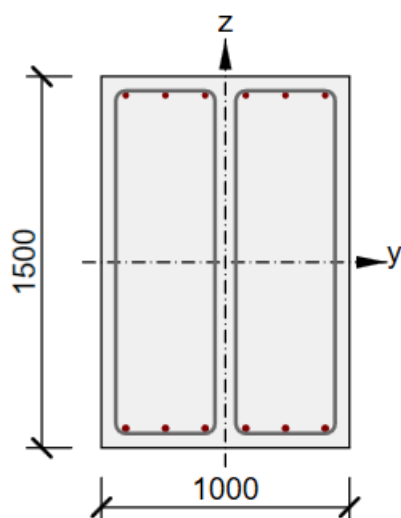
Osově síly (F_{xx} – kN/m)Ohybové momenty (M_{xx} – kNm/m)

6.1.6 ULS kombinace

Osově síly (F_{xx} – kN/m)Ohybové momenty (M_{xx} – kNm/m)Posouvající síly (V_{xx} – kN/m)

6.2 Svislý směr

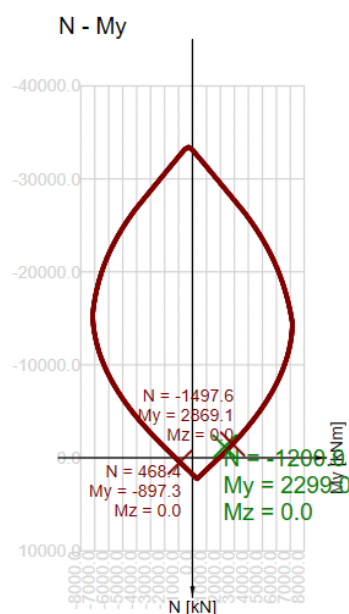
Vyztužený průřez: R 1



Beton: C35/45
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6 ϕ 20 (1885mm²), z = 674 mm
 6 ϕ 25 (2945mm²), z = -672 mm
 Třmínky:
 ϕ 16 - 300 mm
 ϕ 16 - 300 mm
 Krytí:
 Horní povrch: 50 mm
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm

Tvo kombinace	Použít	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
Základní MSÚ	<input checked="" type="checkbox"/>	-1200.0	0.0	950.0	0.0	2299.0	0.0	
Mimořádná	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Charakteristická	<input checked="" type="checkbox"/>	-960.0	0.0	0.0	0.0	1784.0	0.0	
Kvazistálá	<input checked="" type="checkbox"/>	-700.0	0.0	0.0	0.0	949.0	0.0	

ULS:



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-1200.0	2299.0	0.0	Nu-Mu-Mu	80.1	100.0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	-1200.0	-1497.6	468.4
My [kNm]	2299.0	2869.1	-897.3
Mz [kNm]	0.0	0.0	0.0

Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
950.0	-1200.0	1397.9	bez redukce	6.2.3(3)	68.0	100.0	OK

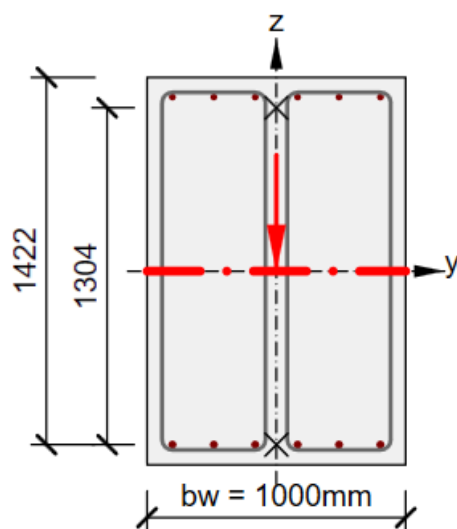
Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
950.0	645.2	8507.7	7701.7	1397.9	1397.9

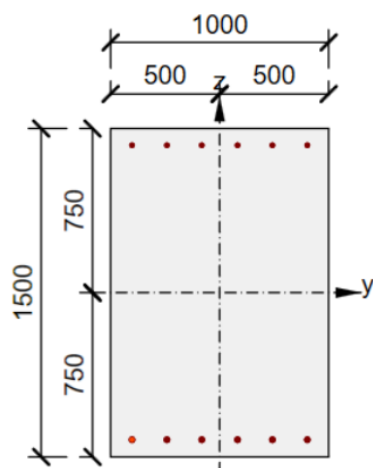
Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	σ_{cp}^* [MPa]	α_{cw} [-]
4	2681	2945	1000	1422	1304	45.0	90.0	0.8	1.04
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]	
0.12	1.38	0.15	0.00	0.8	271.8	0.3	0.52	0.60	

Průřez účinný pro posouzení smyku

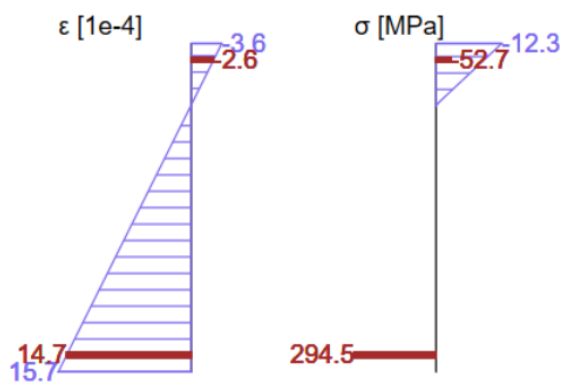


Parametry použité při posudku:

 $b_w = 1000 \text{ mm}$ $z = 1304 \text{ mm}$ $d = 1422 \text{ mm}$ **SLS:**

Výsledky uváděné pro:

- Charakteristická kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky



Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	7	294.5	400.0	73.6	100.0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	7	312.1	400.0	78.0	100.0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	3	500	750	-960.0	1784.0	0.0	-12.3	-21.0	58.7	OK
7.2(3)-Quasi	3	500	750	-700.0	949.0	0.0	-6.4	-15.8	40.5	OK

Podrobné posouzení výztuže - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vložka	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(5)-Char	7	-402	-672	-960.0	1784.0	0.0	294.5	400.0	73.6	OK

Podrobné posouzení betonu - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	3	500	750	-960.0	1784.0	0.0	-8.3	-21.0	39.6	OK
7.2(3)-Quasi	3	500	750	-700.0	949.0	0.0	-4.4	-15.8	28.0	OK

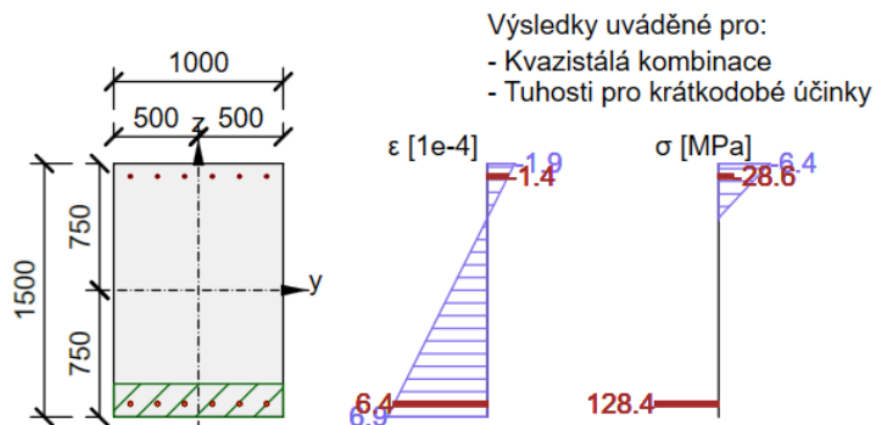
Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-700.0	949.0	0.0	0.154	0.200	77.2	100.0	OK

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

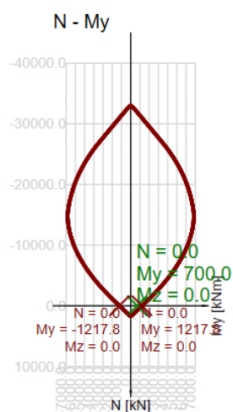
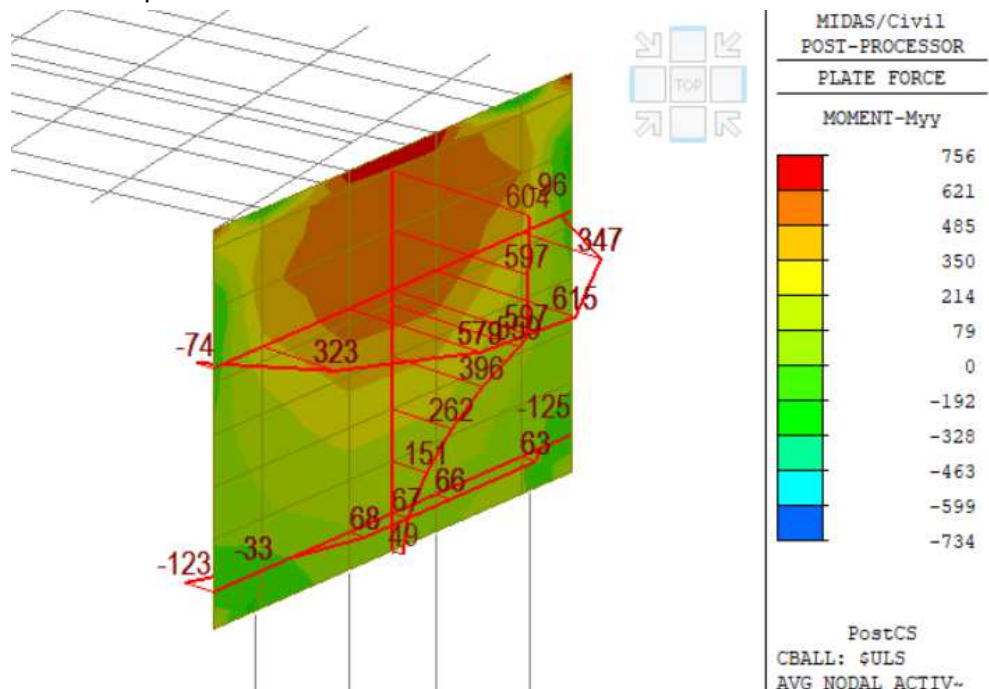
Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-700.0	949.0	0.0	0.168	0.200	84.0	100.0	OK



6.3 Vodorovný směr

Konstrukční výztuž R20/150 (minimální stupeň vyztužení)

Moment v příčném směru:



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
0.0	700.0	0.0	Nu-Mu-Mu	57.5	100.0	OK

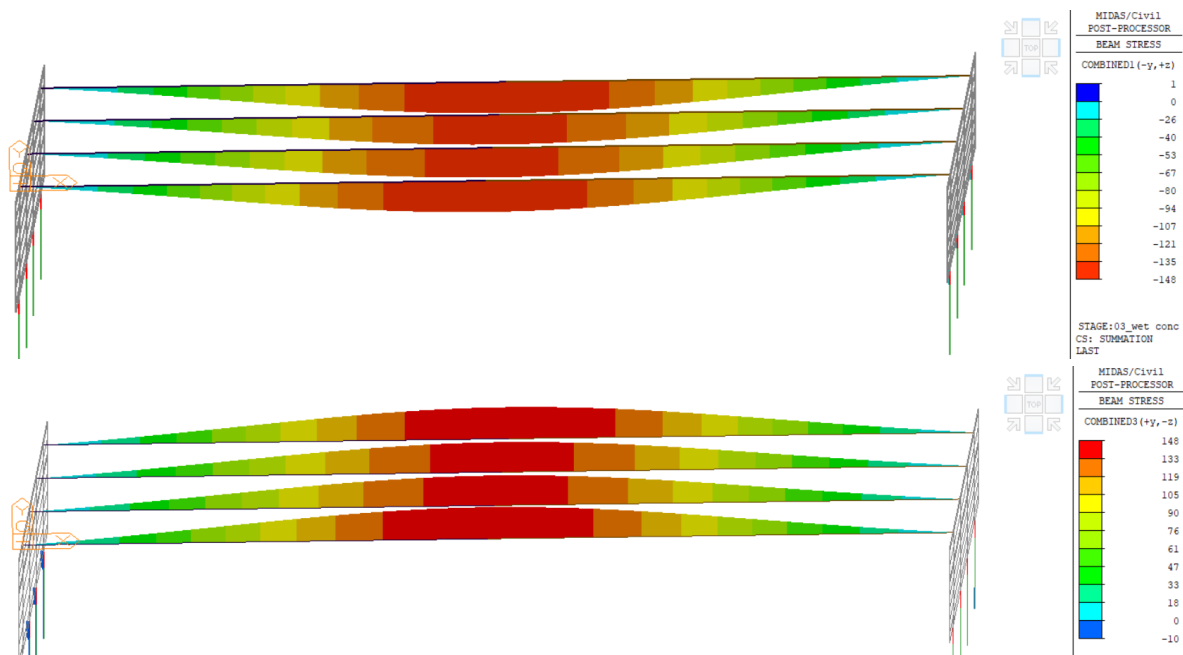
Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	0.0	0.0	0.0
M_y [kNm]	700.0	1217.8	-1217.8

7. NOSNÁ KONSTRUKCE

7.1 Analýza během výstavby

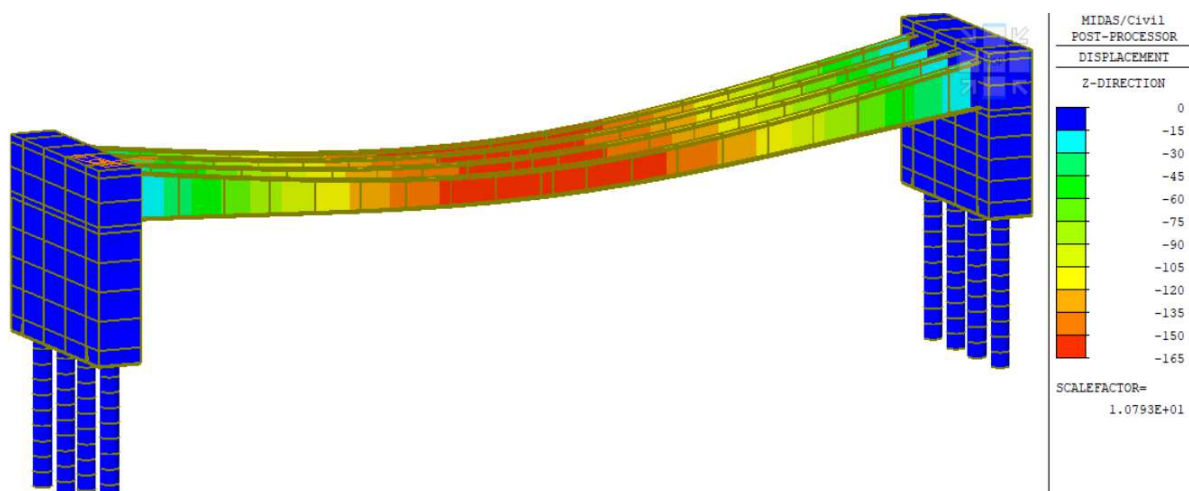
7.1.1 Napětí na nosnících během betonáže



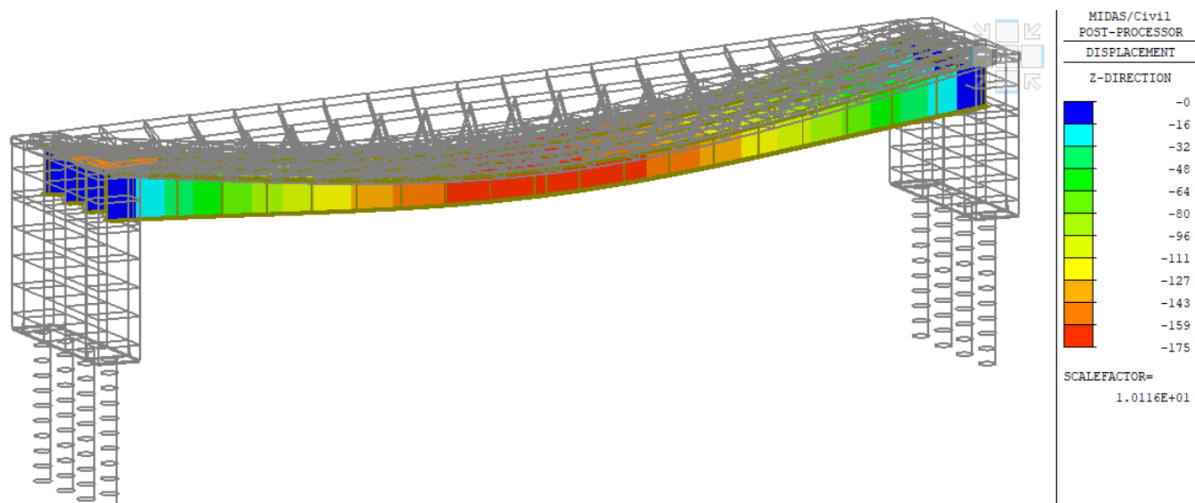
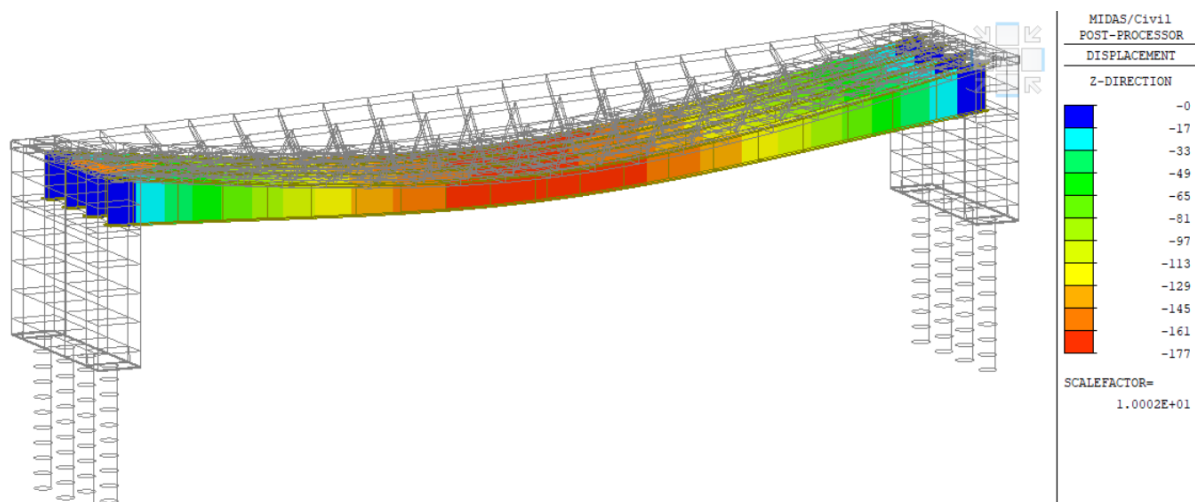
Napětí – horní a dolní vlákna

Během betonáže bude v nosnících přítomno napětí 148 MPa < 0,5 f_y – bezpečně v pružné oblasti. Je však nutno stabilizovat horní pásnici proti vybočení montážním ztužením.

7.1.2 Deformace během betonáže



Deformace během betonáže

*Deformace po 10 letech**Deformace po 100 letech*

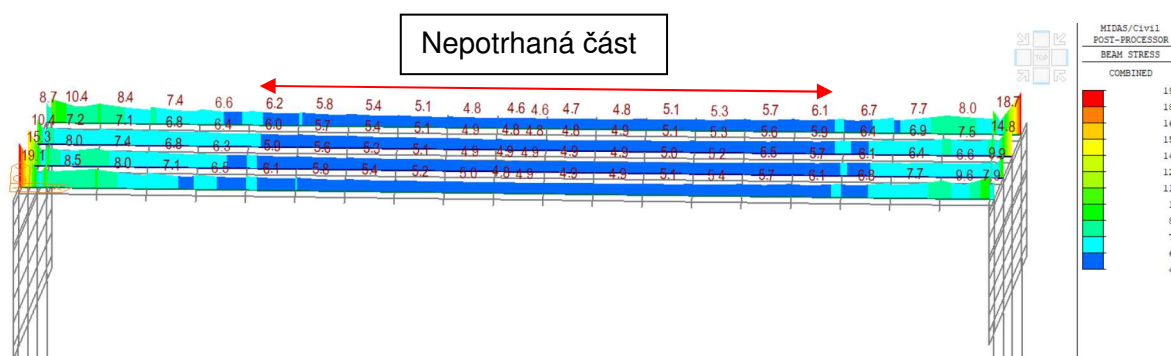
Během betonáže dojde ke svislé deformaci 165 mm. Vlive dotvarování a smrštění betonové desky tato hodnota vzroste na 177 mm. Na navrhovanou deformaci je nutno navrhnout nadvýšení – **předpokládaná hodnota nadvýšení je 175 mm uprostřed pole**

7.2 Spřažený průřez

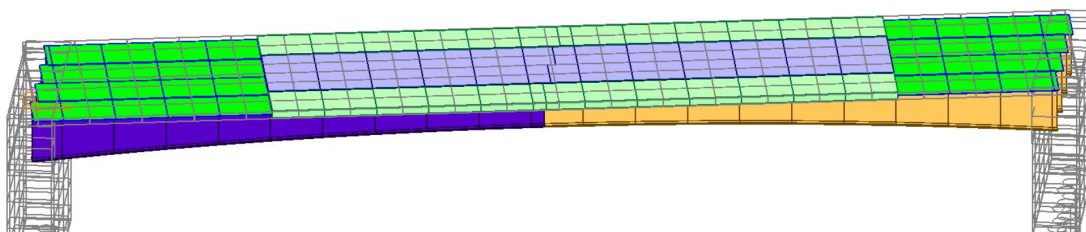
7.2.1 Model

Pro analýzu spřaženého průřezu byl využit předpoklad normy ČSN EN 1994-2 kdy bylo nejprve zjištěno napětí v desce v charakteristické kombinaci. Tam, kde byla hodnota f_{ctm} překročena více než dvojnásobně byl uvažován pouze průřez odpovídající podélné výztuži.

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa} + 2 \cdot f_{ctm} = 6,4 \text{ MPa}$$



Tahová napětí na desce



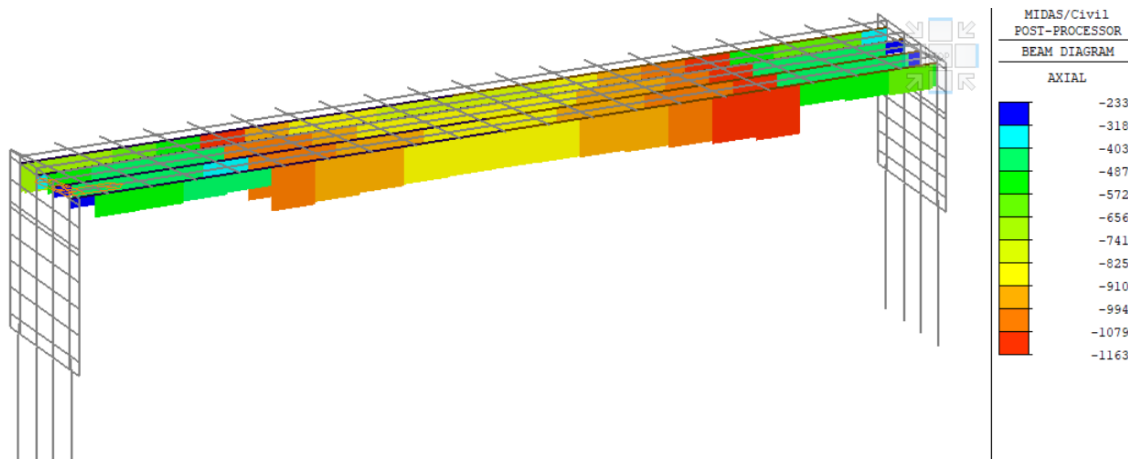
Model s upravenými parametry desky

Náhradní „ocelová deska“ byla uvažována s následujícími parametry:

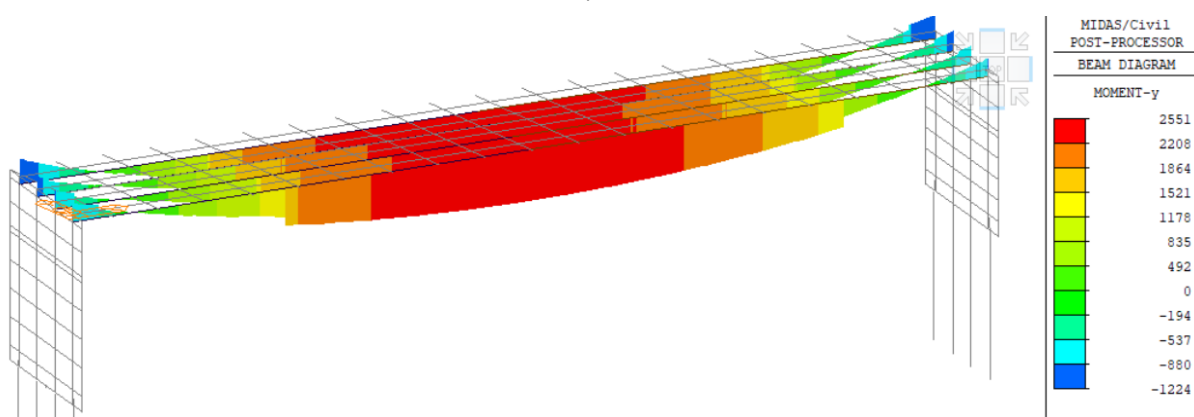
	b (mm)	h (mm)	Ac (mm)	prumer	rozteč	Vrstvy	As (m2)	t nahradni (m)
Deska vnitřní	1600	250	0.4	25	150	2	0.010472	0.0065
Deska kraj	1725	250	0.43125	25	150	2	0.01129	0.0065

7.3 Vnitřní síly – nosníky

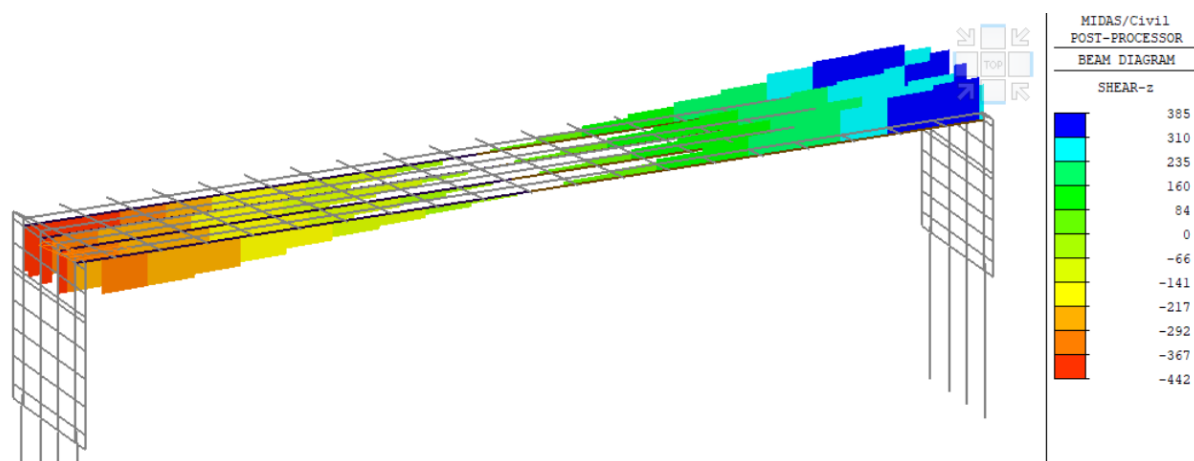
7.3.1 Stálé složky



Osově síly ($F_x - kN$)

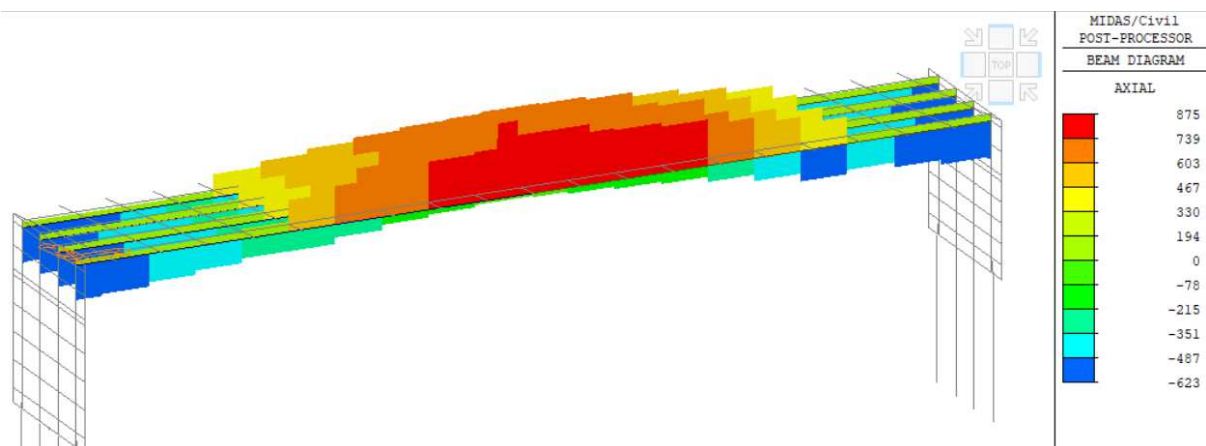
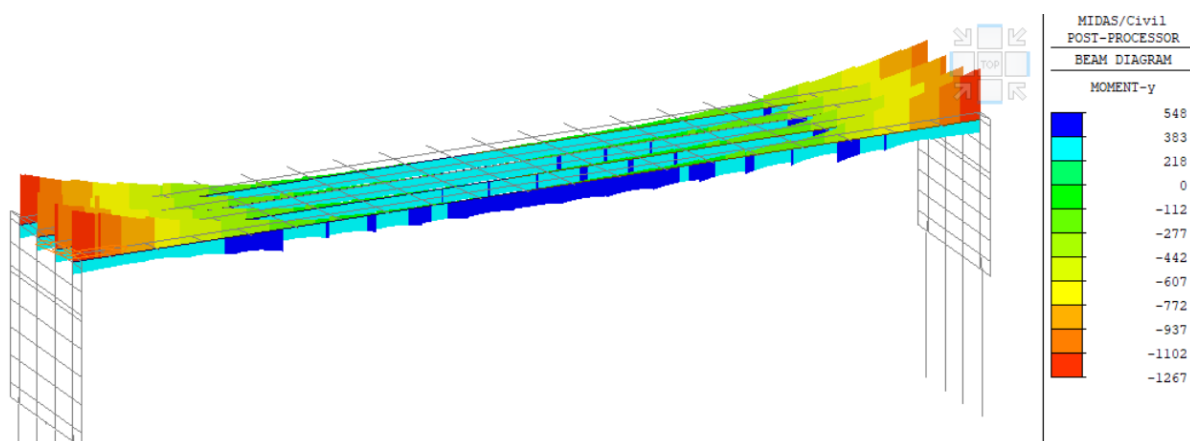
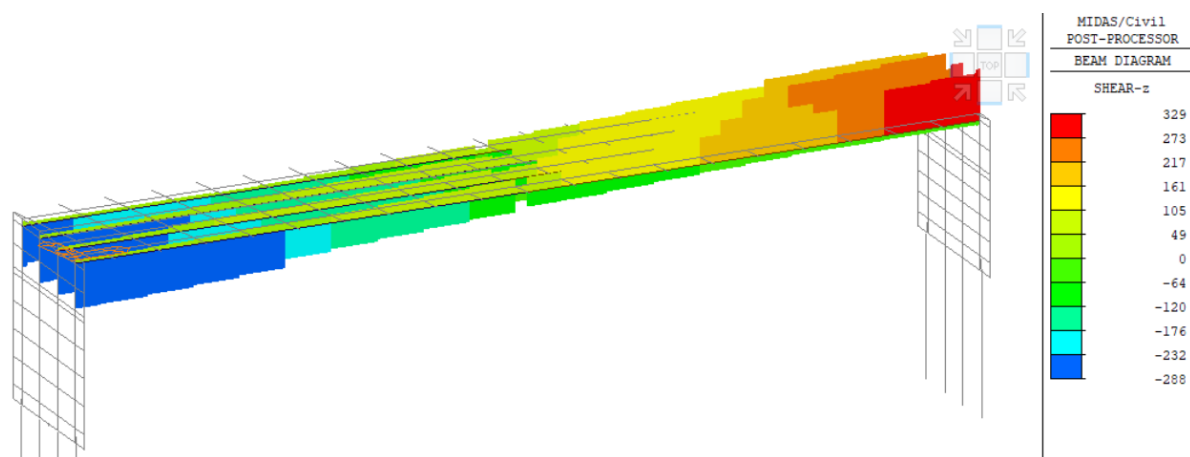


Ohybové momenty ($M_y - kNm$)

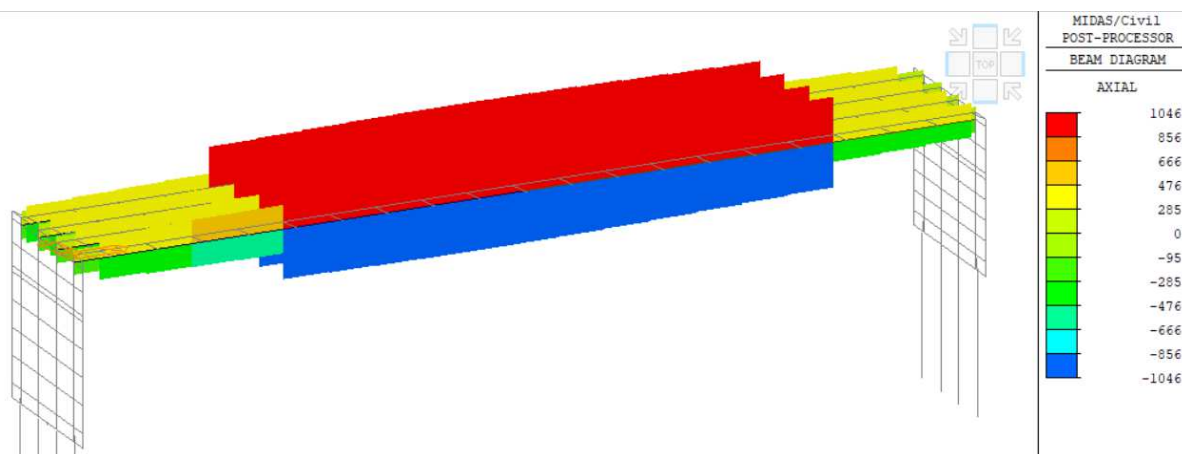
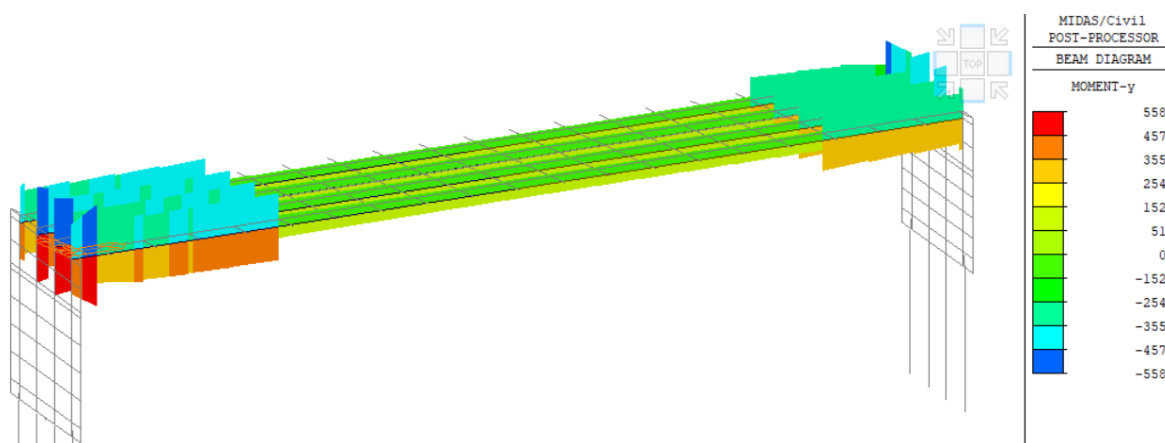
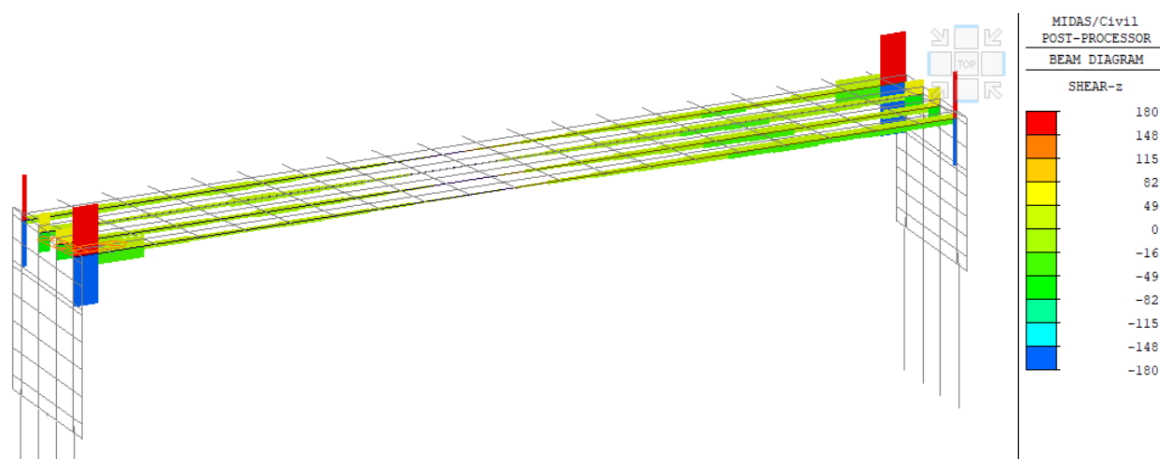


Posouvající síly ($F_z - kN$)

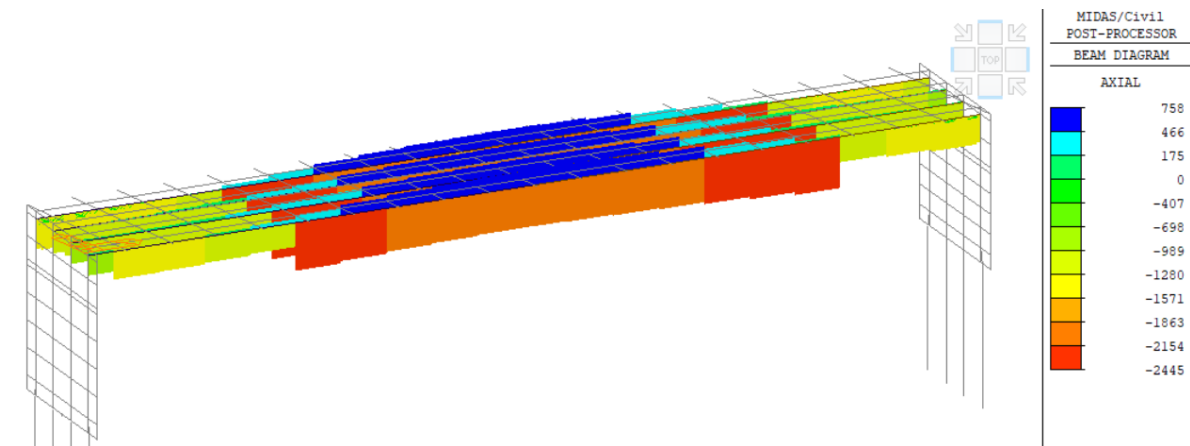
7.3.2 Doprava – GR1a

Osové síly ($F_x - kN$)Ohybové momenty ($M_y - kNm$)Posouvající síly ($F_z - kN$)

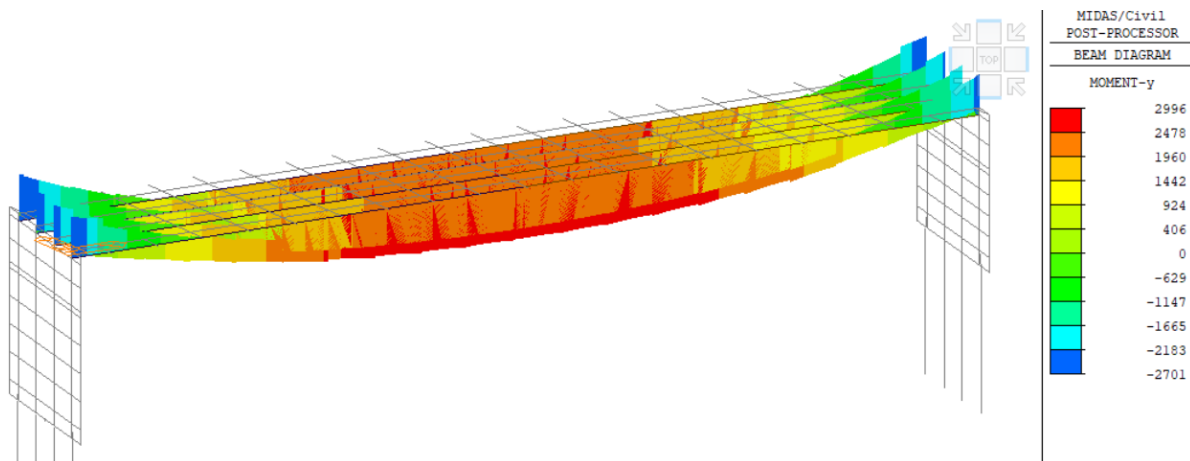
7.3.3 Teplota

Osové síly ($F_x - kN$)Ohybové momenty ($M_y - kNm$)Posouvající síly ($F_z - kN$)

7.3.4 Charakteristická kombinace

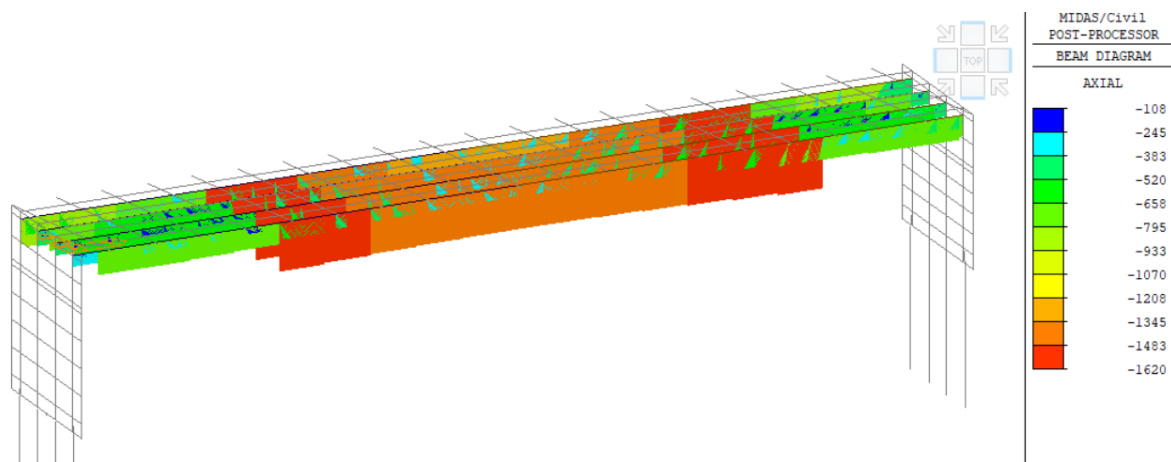


Osové síly ($F_x - kN$)

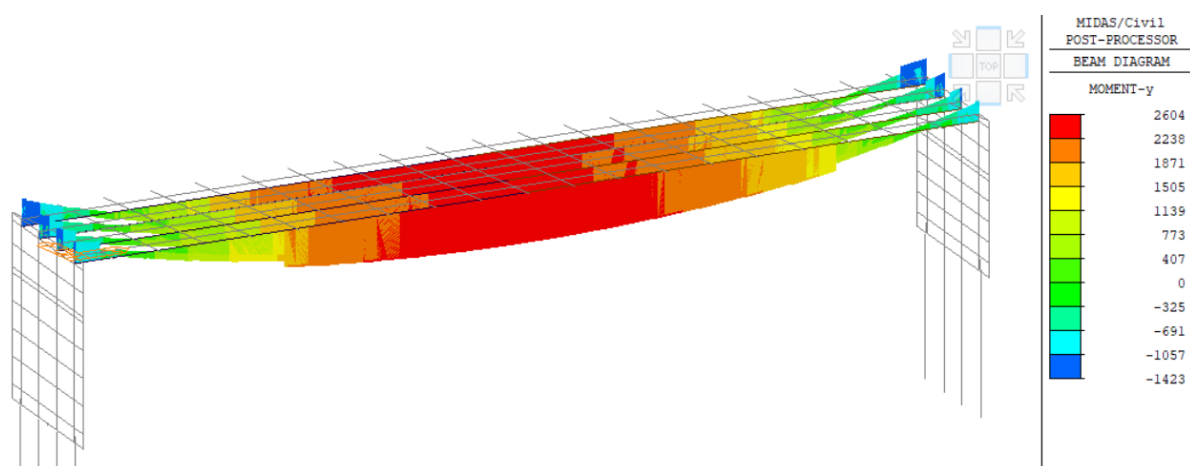


Ohybové momenty ($M_y - kNm$)

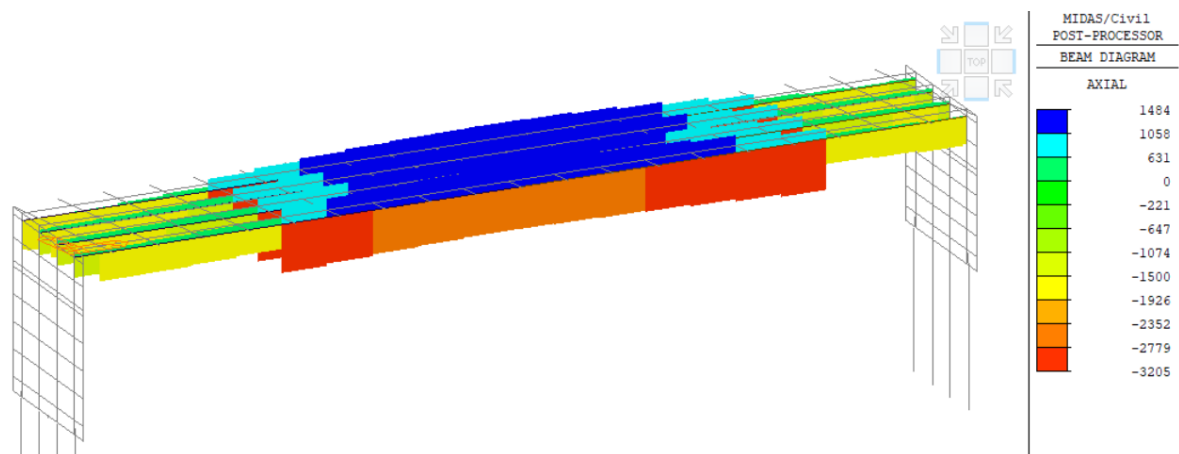
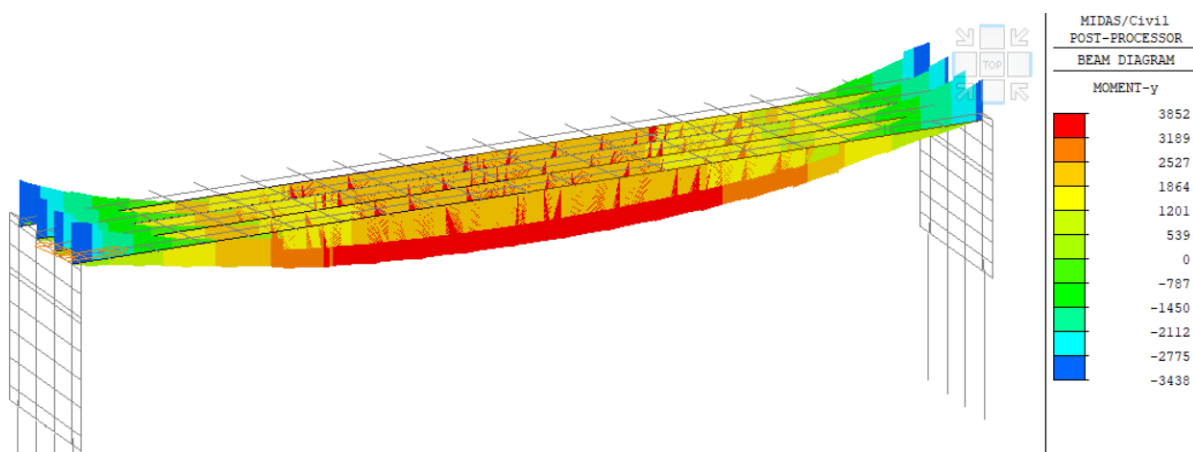
7.3.5 Kvazistálá kombinace

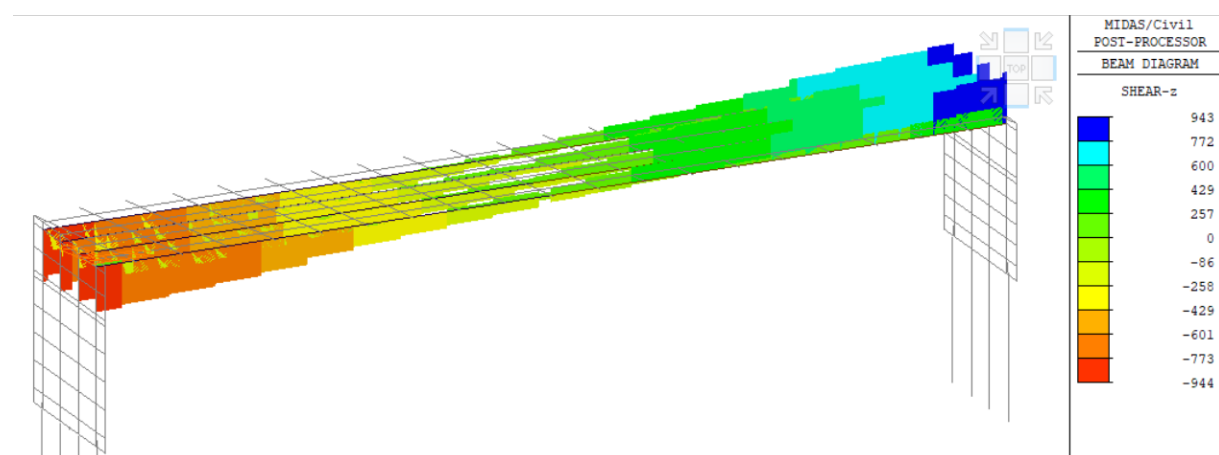


Osové síly ($F_x - kN$)

Ohybové momenty ($M_y - \text{kNm}$)

7.3.6 ULS kombinace

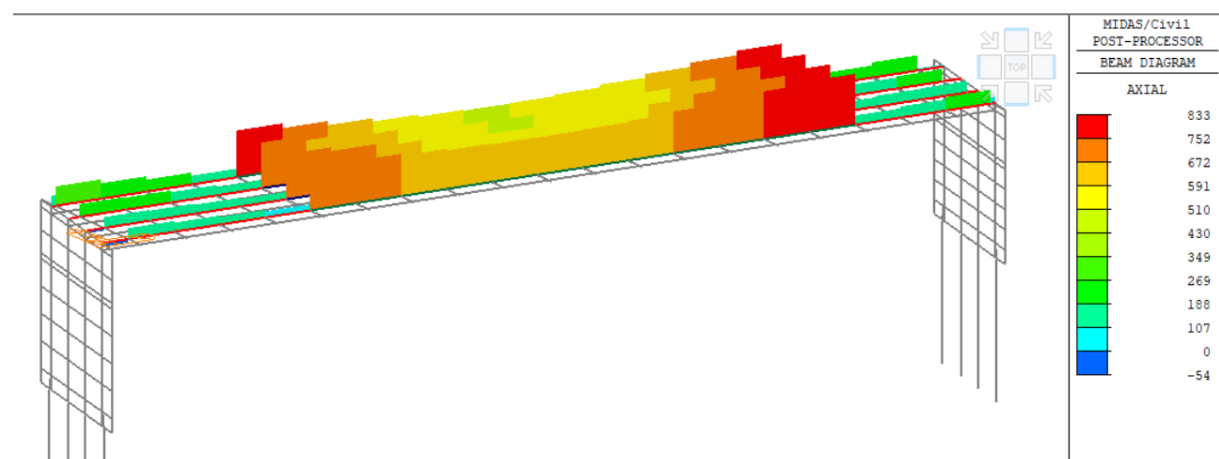
Osové síly ($F_x - \text{kN}$)Ohybové momenty ($M_y - \text{kNm}$)



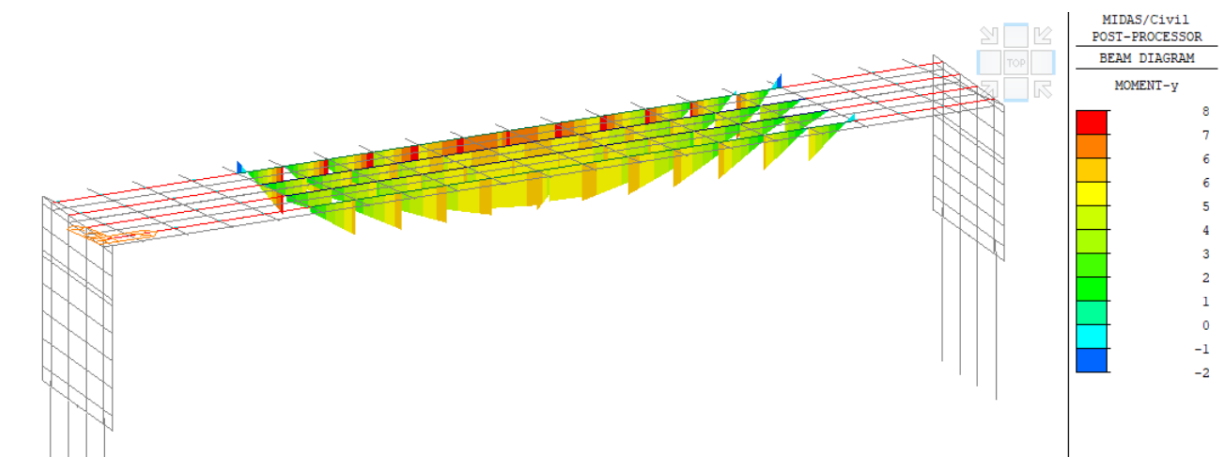
Posouvající síly ($F_z - \text{kN}$)

7.4 Vnitřní síly – deska

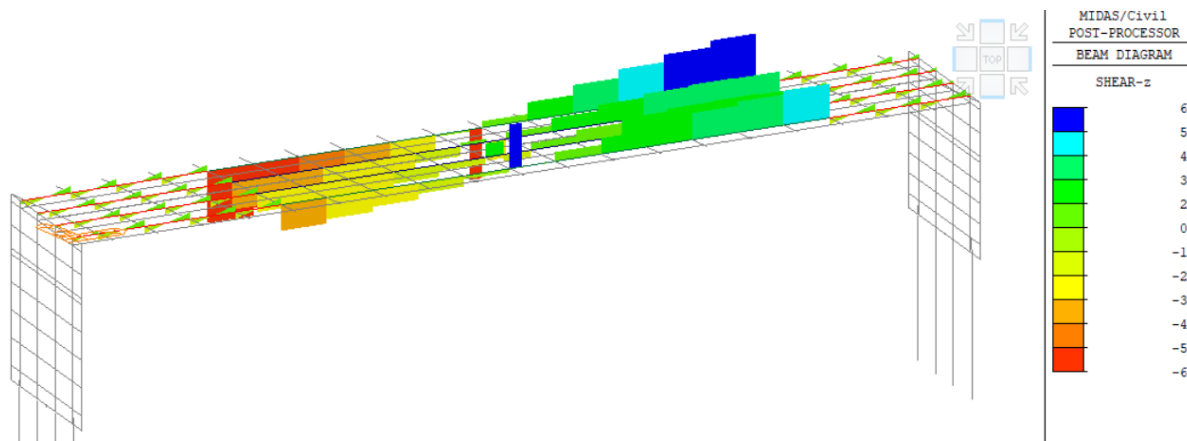
7.4.1 Stálé složky



Osové síly ($F_x - \text{kN}$)

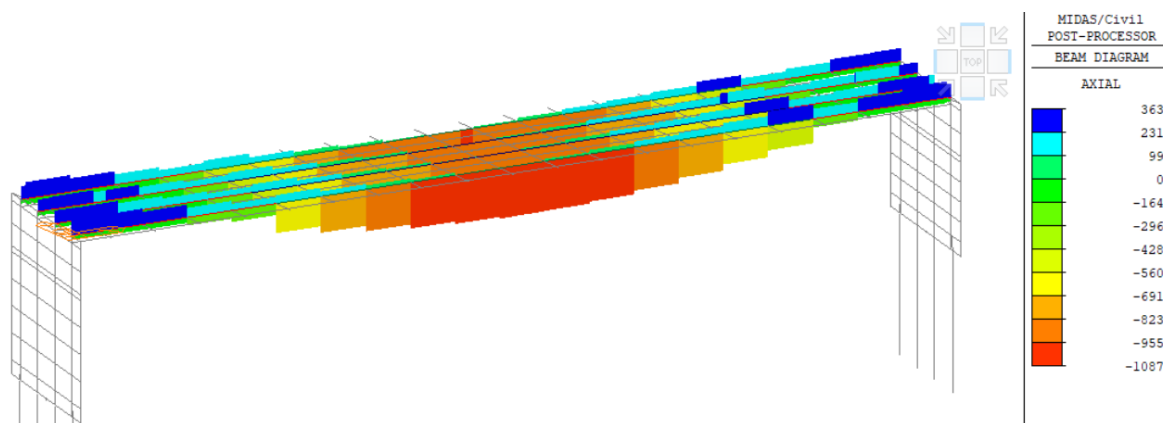


Ohybové momenty ($M_y - \text{kNm}$)

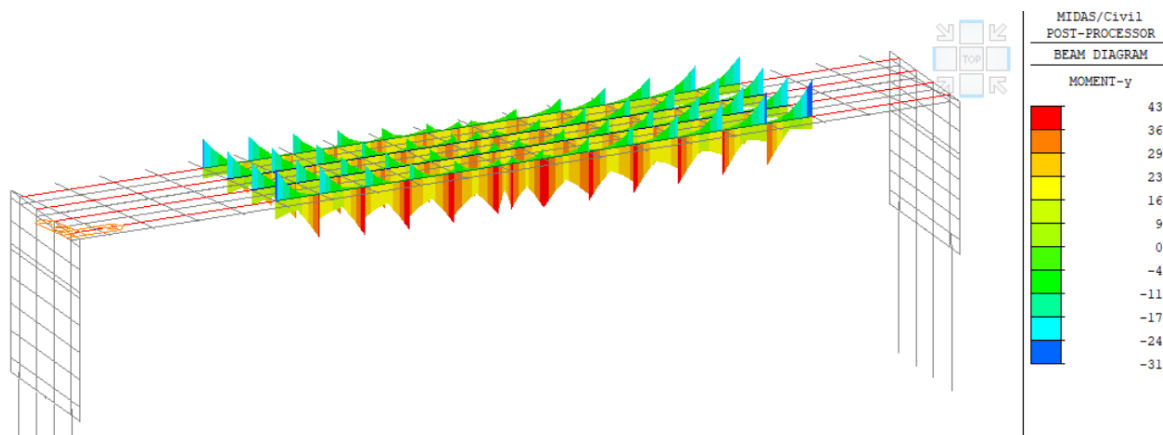


Posouvající síly ($F_z - kN$)

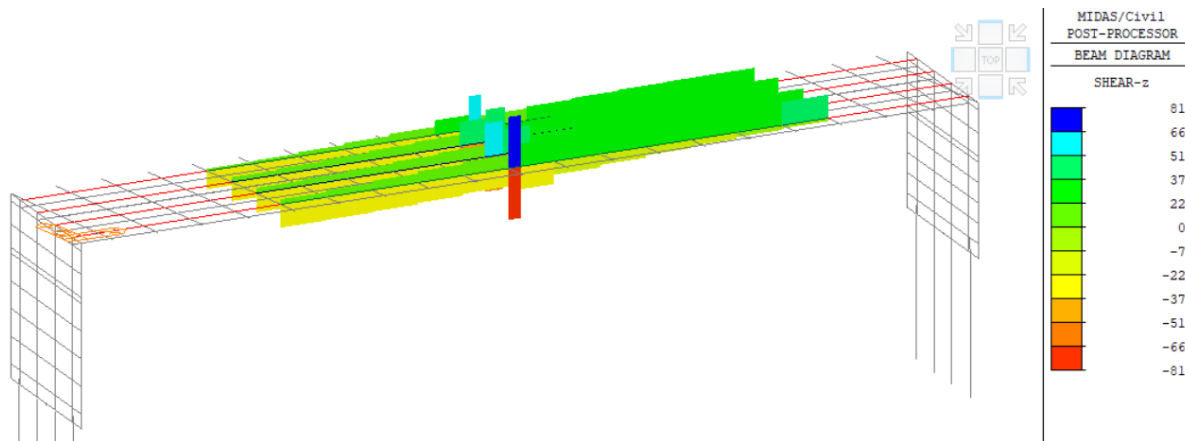
7.4.2 Doprava – GR1a



Osově síly ($F_x - kN$)

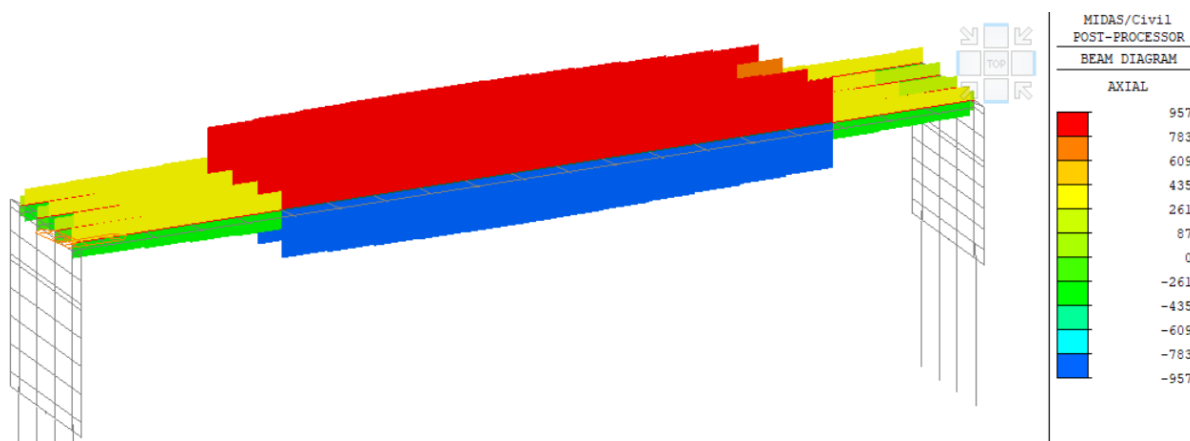


Ohybové momenty ($M_y - kNm$)

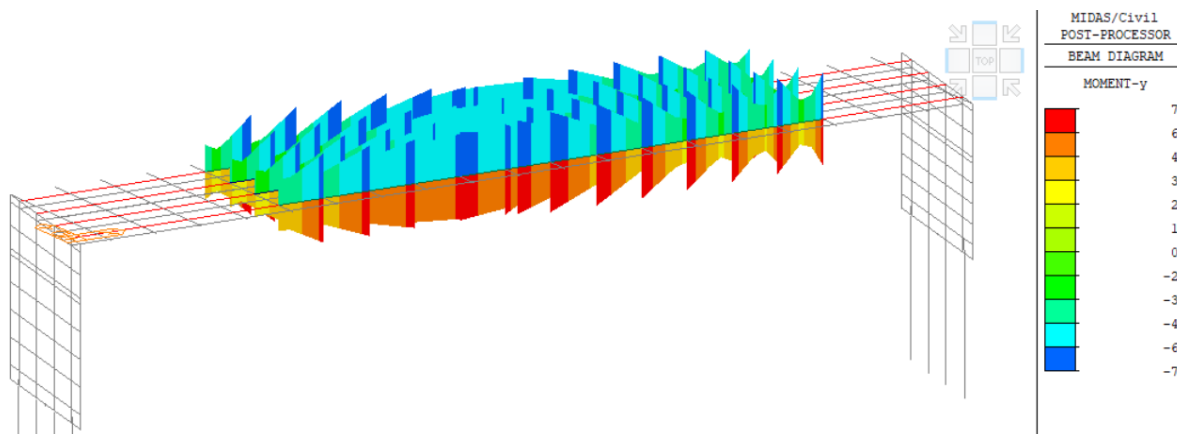


Posouvající síly ($F_z - \text{kN}$)

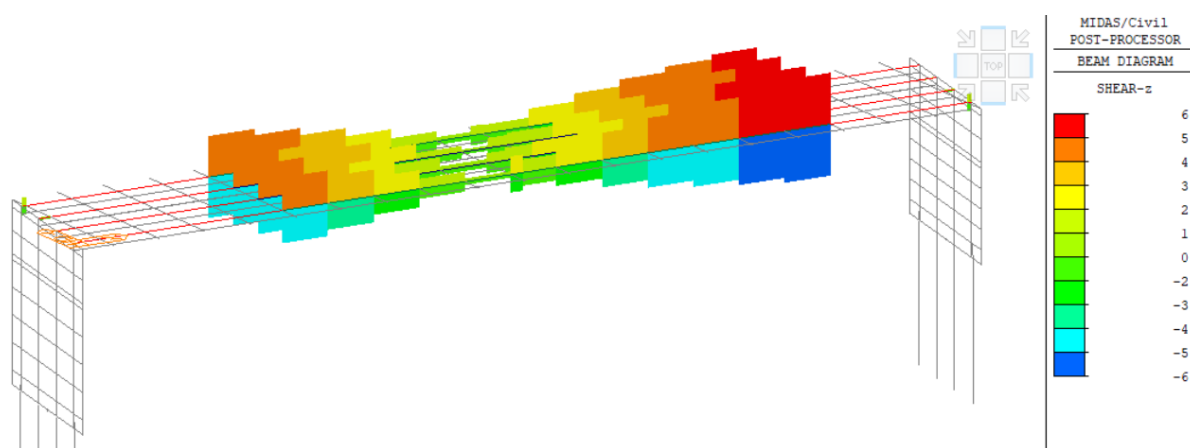
7.4.3 Teplota



Osově síly ($F_x - \text{kN}$)

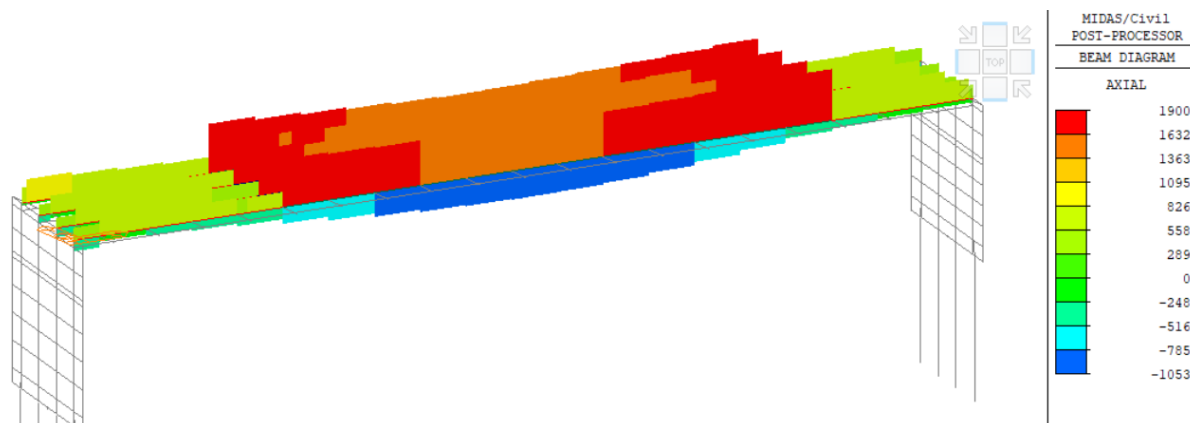


Ohybové momenty ($M_y - \text{kNm}$)

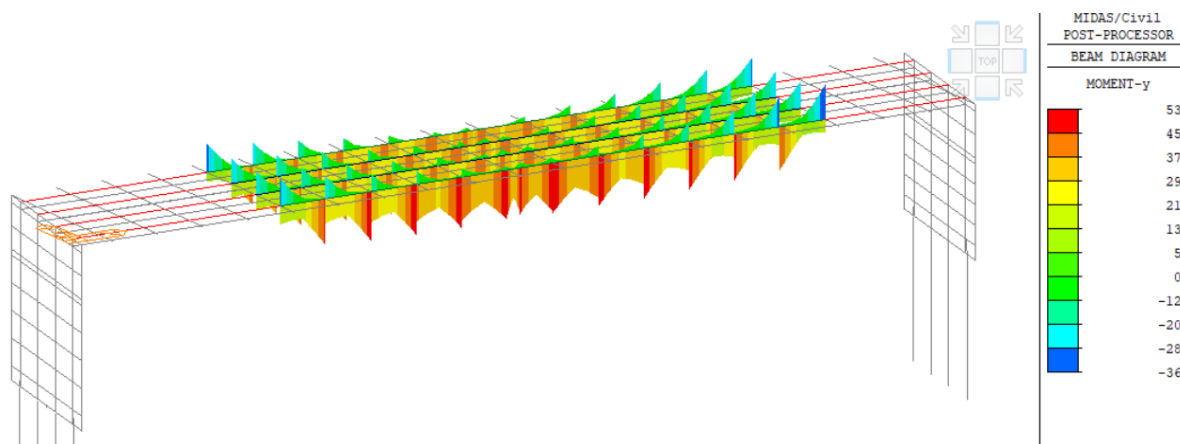


Posouvající síly ($F_z - \text{kN}$)

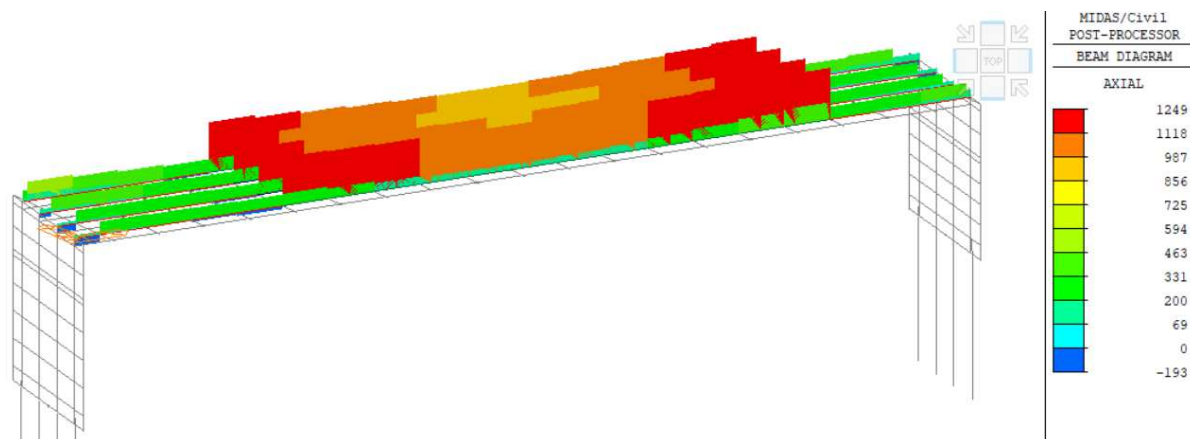
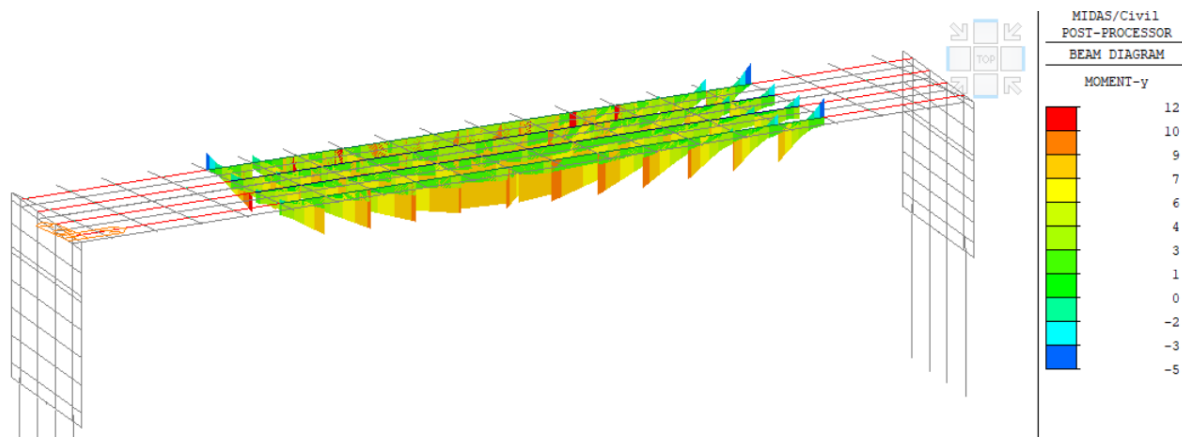
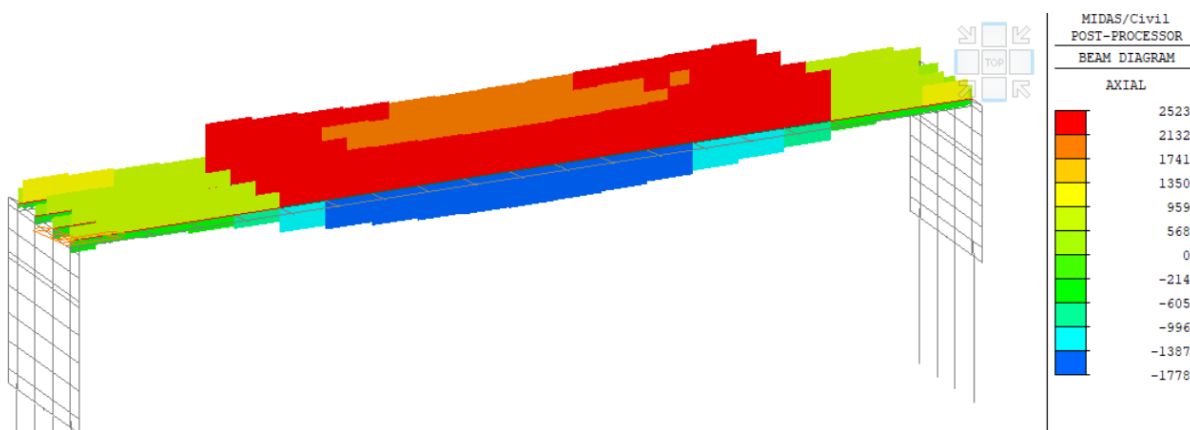
7.4.4 Charakteristická kombinace

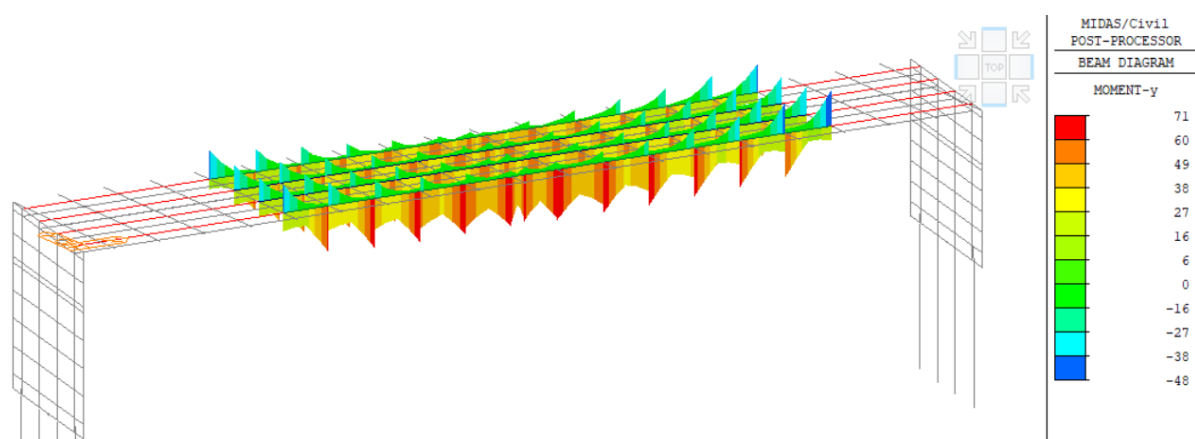
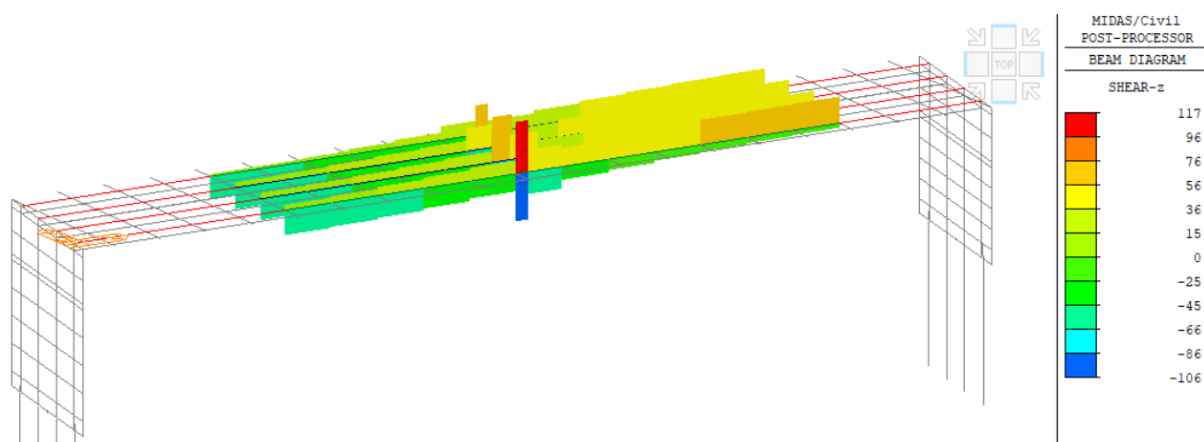


Osově síly ($F_x - \text{kN}$)



Ohybové momenty ($M_y - \text{kNm}$)

7.4.5 Kvazistálá kombinace*Osově síly ($F_x - kN$)**Ohybové momenty ($M_y - kNm$)***7.4.6 ULS kombinace***Osově síly ($F_x - kN$)*

Ohybové momenty (M_y – kNm)Posouvající síly (F_z – kN)

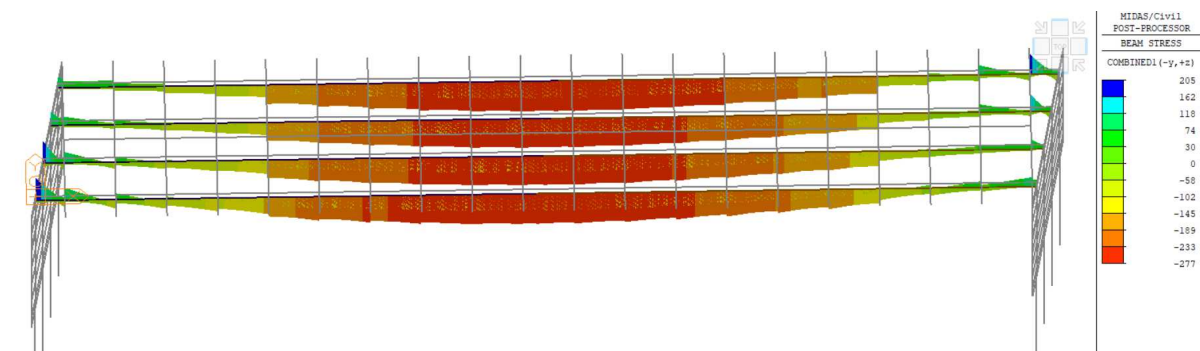
7.5 Kontrola napjatosti v ULS

- Pozn. V místě vetknutí je výška nosníku 1600 mm a tloušťka stěny 20 mm

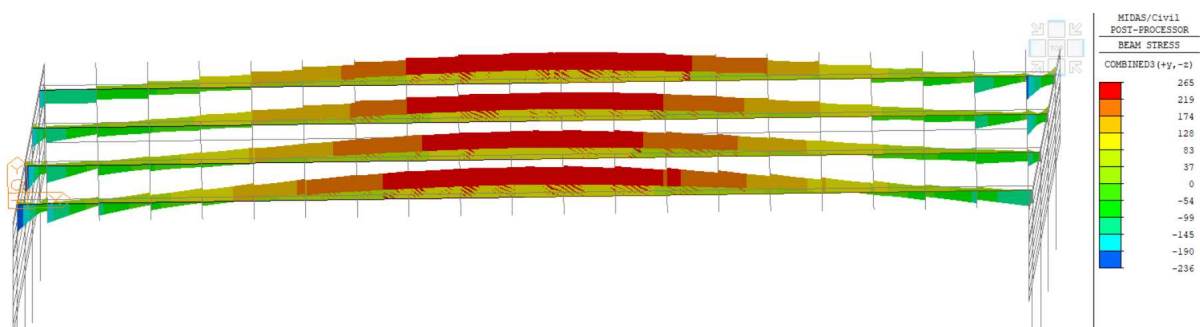
Třída průřezu	Ohybaná část		Tlačená část		Tlačená a ohybaná část		
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)							
3	$c/t \leq 124\varepsilon$		$c/t \leq 42\varepsilon$		$\psi > -1: c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $\psi \leq -1: c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi) \sqrt{(-\psi)}$		
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$	f_y	235	275	355	420	460	
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	

Pro ocel S355: $c/t = 1600/20 = 80 < 124 \cdot 0,81$ – třída průřezu 3 – pružný výpočet bez lokálního boulení stěn.

7.5.1 Napětí na nosníku v ULS



Napětí na horních vláknech nosníku (MPa)

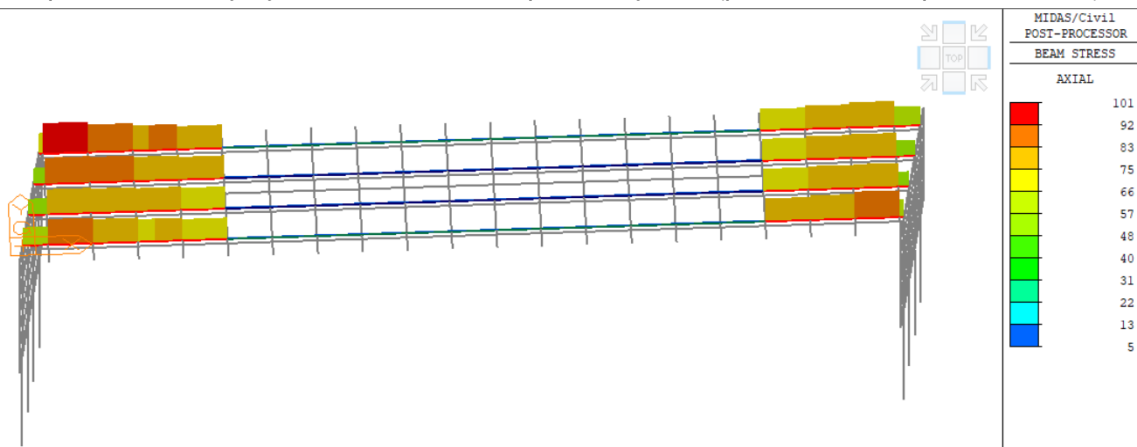


Napětí na spodních vláknech nosníku (MPa)

Max. napětí 277 MPa < 355 MPa = f_y – vyhovuje

7.5.2 Osově napětí ve výztuži

V oblasti potrhání desky bylo zkontrolováno napětí ve výztuži (přímo osově napětí z modelu)



Napětí ve výztuži – potrhání desky (MPa)

Max. napětí 101 MPa < 434 MPa = $f_{y,d}$ – vyhovuje

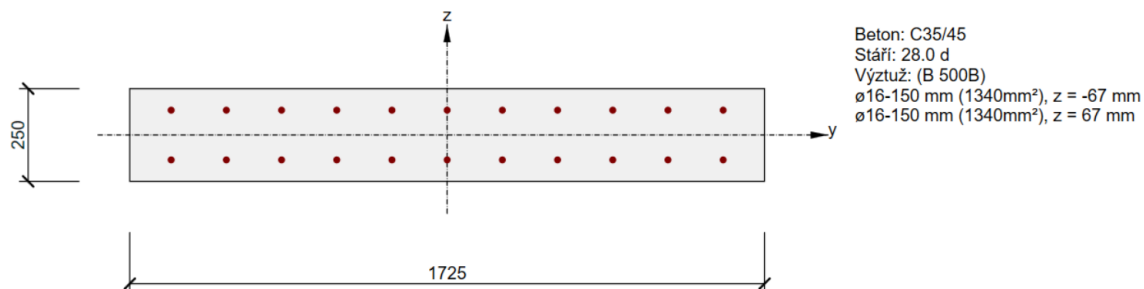
7.6 ULS – deska v podélném směru

- Deska byla ověřena pro max. a min. osovou sílu a pro max. moment

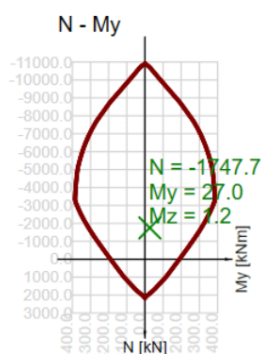
7.6.1 Min. osová síla

- Průřez uprostřed rozpětí

Vyztužený průřez: R 1



Tvn kombinace	Použít	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Základní MSÚ	<input checked="" type="checkbox"/>	-1747.7	19.1	-1.0	-9.3	27.0	1.2



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-1747.7	27.0	1.2	Nu-Mu-Mu	18.8	100.0	OK

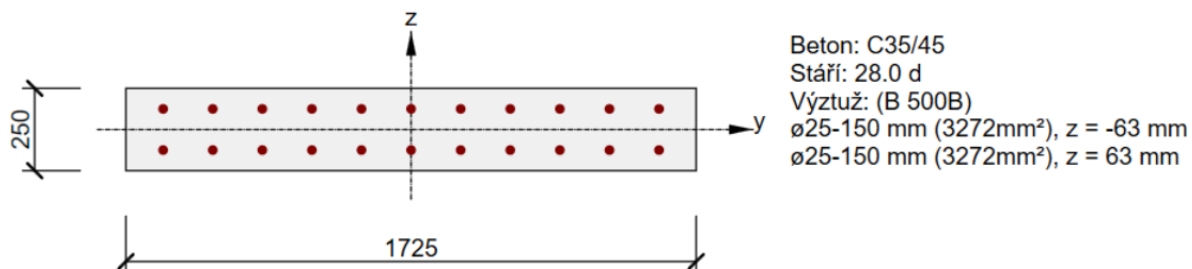
Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	-1747.7	-9318.0	1889.2
M _y [kNm]	27.0	143.7	-29.1
M _z [kNm]	1.2	6.6	-1.3

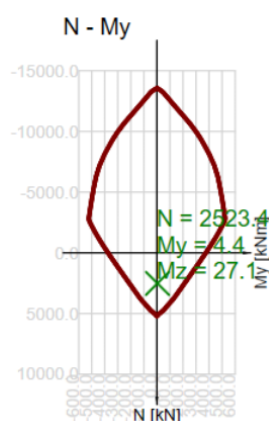
7.6.2 Max. osová síla

- Průřez přilehlý k potrhané oblasti

Vyztužený průřez: R 1



Tvn kombinace	Použít	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Základní MSÚ	<input checked="" type="checkbox"/>	2523.4	38.0	8.5	-9.1	4.4	27.1

**Únosnost N-M-M**

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

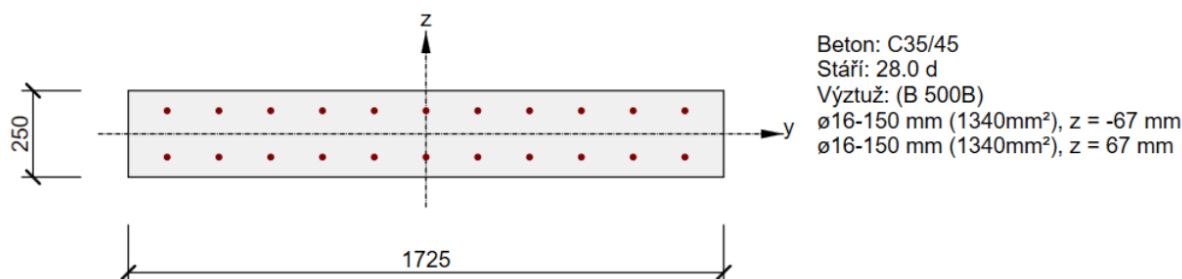
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
2523.4	4.4	27.1	Nu-Mu-Mu	50.0	100.0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

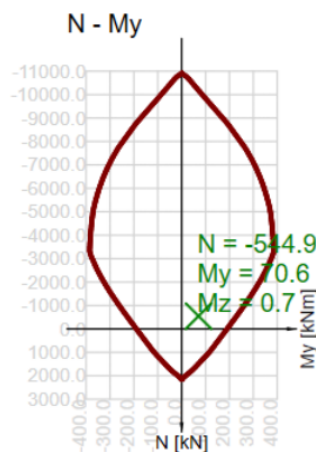
Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	2523.4	5049.7	-13323.7
M_y [kNm]	4.4	8.7	-23.0
M_z [kNm]	27.1	54.2	-143.0

7.6.3 Max. ohybový moment

Vyztužený průřez: R 1



Typ kombinace	Použít	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Základní MSÚ	<input checked="" type="checkbox"/>	-544.9	24.7	45.6	-14.3	70.6	0.7

**Únosnost N-M-M**

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-544.9	70.6	0.7	Nu-Mu-Mu	19.2	100.0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-544.9	-2831.5	930.0
M_y [kNm]	70.6	367.0	-120.5
M_z [kNm]	0.7	3.6	-1.2

7.7 SLS deska

V SLS bylo na desce kontrolováno napětí ve výztuži s omezením 200 MPa v charakteristické kombinaci pro vznik trhlin:

Tabulka 7.3CZ – Maximální vzdálenost prutů pro omezení šířky trhliny¹⁾

Napětí ve výztuži [Mpa]	Maximální vzdálenost prutů [mm]		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-
¹⁾ Poznámky jsou vysvětleny v tabulce 7.2CZ			

V místech potřhané desky bylo napětí ve výztuži dopočítáno přímo z efektivní plochy výztuže, v místech, kde není průřez porušen trhlinou bylo napětí dopočítáno z ideálního průřezu. Nejvíce zatížené jsou krajní nosníky 1 a 4.

V místech potřhané desky bylo uvažováno navíc ještě tahové zpevnění:

Pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	3.2 Mpa
Plocha výztuže	$A_s =$	0.0113 m ²
plocha betonové desky	$A_{ct} =$	0.4313 m ²
stupeň vyztužení	$\rho_s =$	0.026 -
poměr průřezových charakteristik	$\alpha_{st} =$	1.594 -

Účinný spřažený průřez

plocha	$A =$	0.074 m ²
moment setrvačnosti	$I =$	0.034 m ⁴

Ocelový průřez

plocha	$A_a =$	0.062 m ²
moment setrvačnosti	$I_a =$	0.025 m ⁴

Přírůstek napětí vlivem tahového zpevnění **$\Delta\sigma_s =$ 30.68 MPa**

(3) U spřažených nosníků, v jejichž betonové desce se předpokládají trhliny a jež není předeprnuta kabely, se napětí ve výztuži v důsledku tahového zpevnění betonu mezi trhlinami zvětší ve srovnání s napětím vypočítaným na spřaženém průřezu zanedbávajícím tažený beton. Tahové napětí ve výztuži σ_s od přímého zatížení lze vypočítat ze vztahu:

$$\sigma_s = \sigma_{s,0} + \Delta\sigma_s \quad (7.4)$$

$$\text{kde } \Delta\sigma_s = \frac{0,4f_{ctm}}{\alpha_{st}\rho_s} \quad (7.5)$$

$$\alpha_{st} = \frac{A_I}{A_a I_a} \quad (7.6)$$

kde $\sigma_{s,0}$ je napětí ve výztuži vyvolané vnitřními silami působícími na spřažený průřez, vypočítané se zanedbáním taženého betonu;

f_{ctm} střední pevnost betonu v tahu. Pro obyčejný beton se uvažuje f_{ctm} z EN 1992-1-1, tabulka 3.1 a pro lehký beton f_{ctm} z tabulky 11.3.1;

ρ_s procento vyztužení, $\rho_s = (A_s/A_{ct})$;

A_{ct} účinná plocha betonové pásnice v tahu; zjednodušeně se má tato plocha uvažovat v rozsahu účinné šířky;

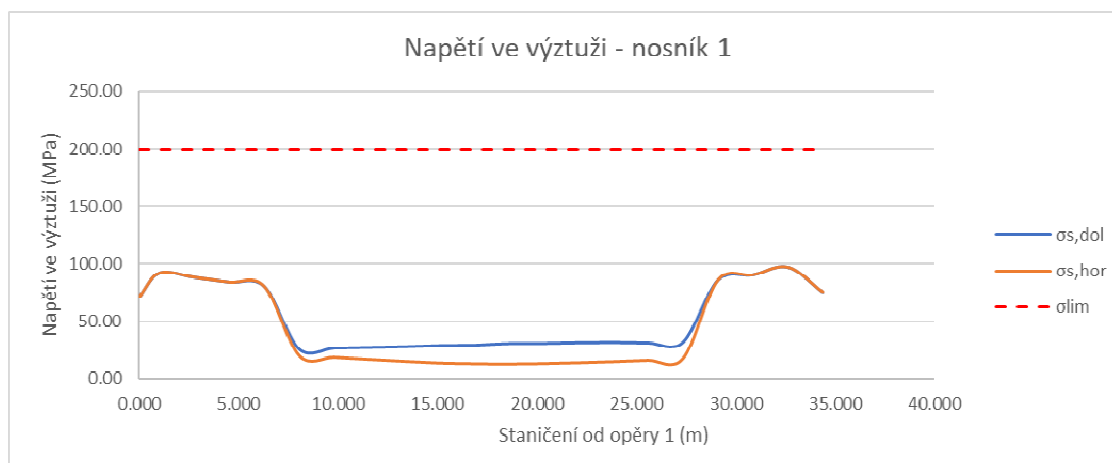
A_s celková plocha všech vrstev podélné výztuže v rozsahu účinné plochy A_{ct} ;

A, I plocha a moment setrvačnosti pro účinný spřažený průřez se zanedbáním taženého betonu a profilovaného plechu, je-li použit;

A_a, I_a plocha a moment setrvačnosti ocelového průřezu.

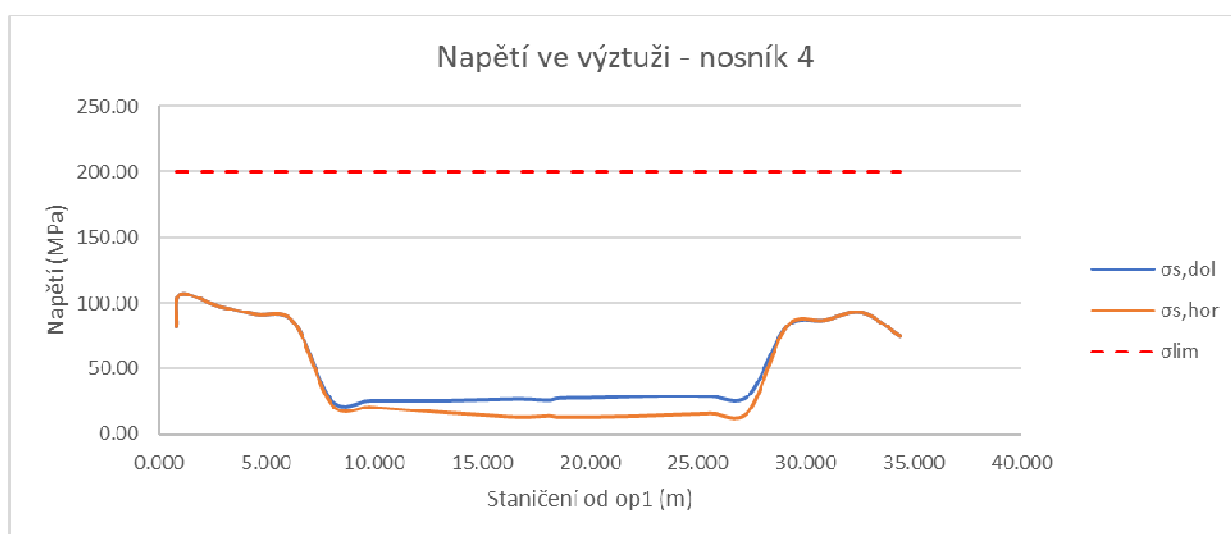
7.7.1 Nosník 1

Element	node	Fx (kN)	My (kNm)	X(m)	b (mm)	h (mm)	Ac (mm²)	dolní výztuž				horní výztuž				alfa	ideální průřez				Potrhané ?	Napětí ve výztuži s				
								prumer	rozteč	As (mm²)	t nahr. (mm)	prumer	rozteč	As (mm²)	t nahr. (mm)		As (mm²)	t1 (mm)	t2 (mm)	hor li (mm)		dol W1 (mm²)	hor W2 (mm²)	os,dol	os,hor	olim
100	100	460.87	-0.08	0.000	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	71.50	71.50	200
101	101	690.1	-0.22	1.009	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	91.80	91.80	200
102	102	645.48	-0.22	2.765	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	87.85	87.85	200
103	103	599.47	-0.22	4.520	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	83.78	83.78	200
104	104	556.72	-0.22	6.275	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	79.99	79.99	200
105	105	1759.08	18.72	8.031	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	0	26.02	19.92	200
106	106	1697.75	24.93	9.786	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.002459	0.0351218	0.0351218	0	26.93	18.41	200
107	107	1658.34	31.8	11.541	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.002459	0.0351218	0.0351218	0	27.58	16.71	200
108	108	1616.49	38.34	13.297	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.002459	0.0351218	0.0351218	0	28.14	15.04	200
109	109	1576.24	44.31	15.052	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.002382	0.0340293	0.0340293	0	29.17	13.55	200
110	110	1564.62	47.09	16.807	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.002382	0.0340293	0.0340293	0	29.50	12.90	200
111	111	1574.67	48.65	17.262	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.002382	0.0340293	0.0340293	0	29.91	12.76	200
112	112	1609.63	51.59	18.562	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.002382	0.0340293	0.0340293	0	30.91	12.71	200
113	113	1654.37	52.78	20.318	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.002459	0.0351218	0.0351218	0	31.11	13.08	200
114	114	1701.68	52.21	22.073	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.002459	0.0351218	0.0351218	0	31.64	13.80	200
115	115	1748.57	50.16	23.828	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.002459	0.0351218	0.0351218	0	31.92	14.78	200
116	116	1813.7	47.71	25.584	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	0	31.46	15.91	200
117	117	1900.16	44.73	27.339	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	0	32.10	17.53	200
118	118	619.25	-0.22	29.094	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	85.53	85.53	200
119	119	670.01	-0.22	30.849	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	90.02	90.02	200
120	120	749.08	-0.22	32.605	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	97.03	97.03	200
121	121	500.93	0.12	34.360	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.002578	0.0368289	0.0368289	1	75.05	75.05	200



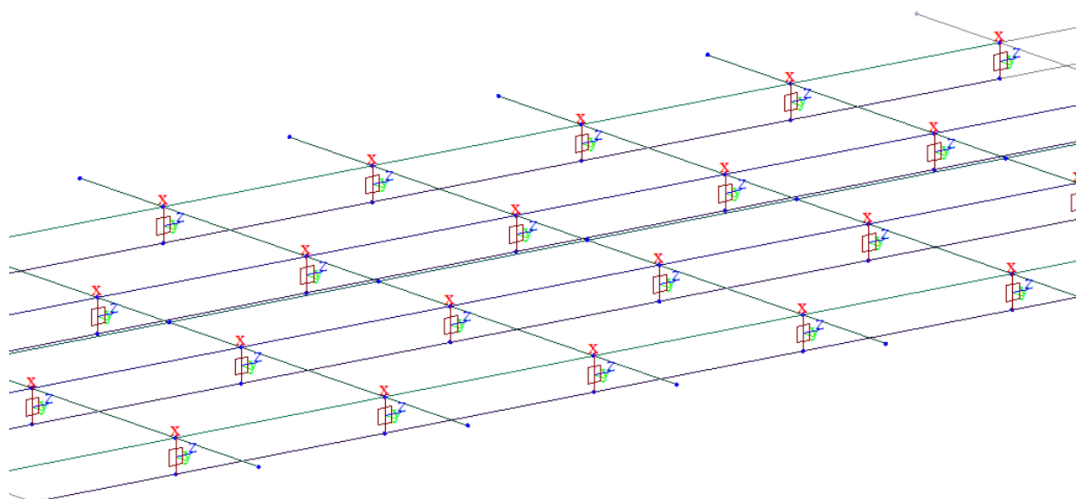
7.7.2 Nosník 4

Element	node	Fx (kN)	My (kNm)	X(m)	b (mm)	h (mm)	Ac (mm²)	dolní výztuž				horní výztuž				alfa	ideální průřez				Napětí ve výztuži s vlivem					
								prumer	rosteč	As (m²)	t nahr. (m)	prumer	rosteč	As (m²)	t nahr. (m)		t1 (m)	t2 (m)	li (m⁴)	W1 (m³)		W2 (m³)	Potrhané ?	σs,dol	σs,hor	σlim
400	400	576.98	0.06	0.846	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	81.78	81.78	200
401	401	857.07	-0.22	1.009	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	106.59	106.59	200
402	402	755.16	-0.22	2.765	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	97.57	97.57	200
403	403	682.23	-0.22	4.520	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	91.11	91.11	200
404	404	614.88	-0.22	6.275	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	85.14	85.14	200
405	405	1832.34	9.05	8.031	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	0	25.40	22.45	200
406	406	1719.83	13.98	9.786	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.0025	0.0351	0.0351	0	25.35	20.58	200
407	407	1639.34	19.92	11.541	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.0025	0.0351	0.0351	0	25.29	18.49	200
408	408	1566.37	26.38	13.297	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.0025	0.0351	0.0351	0	25.42	16.41	200
409	409	1501.36	32.39	15.052	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.0024	0.0340	0.0340	0	26.05	14.63	200
410	410	1464.23	38.88	16.807	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.0024	0.0340	0.0340	0	26.70	12.98	200
411	411	1467.95	33.58	18.108	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.0024	0.0340	0.0340	0	25.81	13.97	200
412	412	1489.4	40.8	18.562	1725	250	0.43125	16	150	0.0023	0.0013	16	150	0.0023	0.0013	6.00	0.442811061	0.07	0.07	0.0024	0.0340	0.0340	0	27.37	12.99	200
413	413	1531.86	43.05	20.318	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.0025	0.0351	0.0351	0	27.81	13.10	200
414	414	1583.74	43.32	22.073	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.0025	0.0351	0.0351	0	28.55	13.75	200
415	415	1641.16	41.99	23.828	1725	250	0.43125	20	150	0.0036	0.0021	20	150	0.0036	0.0021	6.00	0.449314158	0.07	0.07	0.0025	0.0351	0.0351	0	29.09	14.74	200
416	416	1701.93	40.01	25.584	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	0	28.74	15.71	200
417	417	1791.85	37.38	27.339	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	0	29.49	17.31	200
418	418	577.04	-0.22	29.094	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	81.79	81.79	200
419	419	633.71	-0.22	30.849	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	86.81	86.81	200
420	420	697.58	-0.22	32.605	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	92.47	92.47	200
421	421	500.52	-0.03	34.360	1725	250	0.43125	25	150	0.0056	0.0033	25	150	0.0056	0.0033	6.00	0.459475246	0.07	0.07	0.0026	0.0368	0.0368	1	75.01	75.01	200



7.8 Návrh spřažení

Síla pro spřažení byla vypočítána přímo z tuhých ramen spojujících desku s nosníkem – síla Fz. Posudek byl proveden pro model s neporušenou deskou – nosníky 1 a 4



Tuhá ramena spojující desku a nosník

7.8.1 Únosnost spřahujícího prostředku

Únosnost spřahovacího prostředku

mez pevnosti trnu	S355	$f_u =$	420 MPa
průměr trnu		$d =$	20 mm
pevnost betonu v tlaku	C35/45	$f_{ck} =$	35 MPa
Modul pružnosti betonu	C35/45	$E_{cm} =$	34000 MPa
		$\alpha =$	1
		$\gamma_v =$	1.25

Únosnosti:

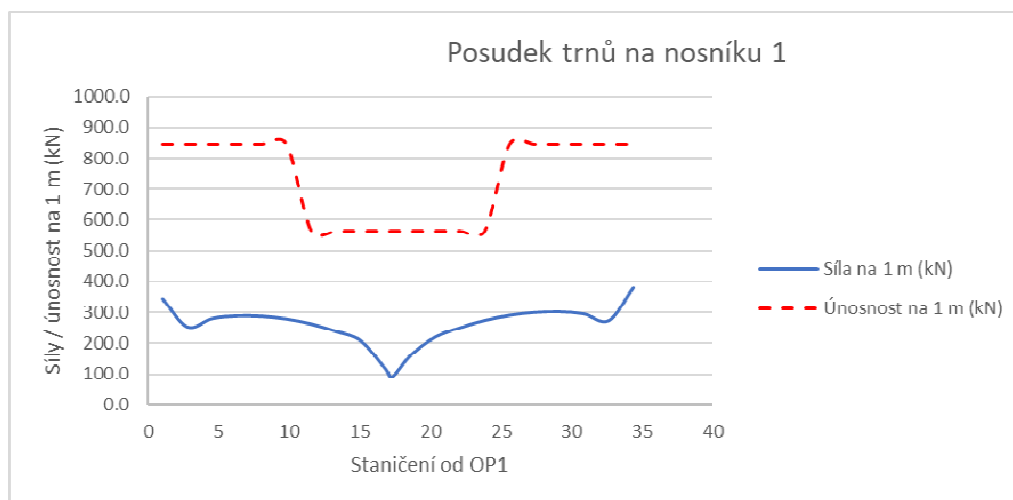
Pro střih dřívku $P_{Rd} = 0,8 \frac{f_u}{\gamma_v} \frac{\pi d^2}{4}$ $\gamma_v = 1,25$ $PR_{d,1} = 84.4 \text{ kN}$

Pro otláčení betonu $P_{Rd} = 0,29 \frac{\alpha d^2}{\gamma_v} \sqrt{f_{ck} E_{cm}}$ $\alpha = 1$ pokud $h/d > 4$ (obvyklé) $PR_{d,1} = 101.2 \text{ kN}$

Výsledná únosnost 1 trnu

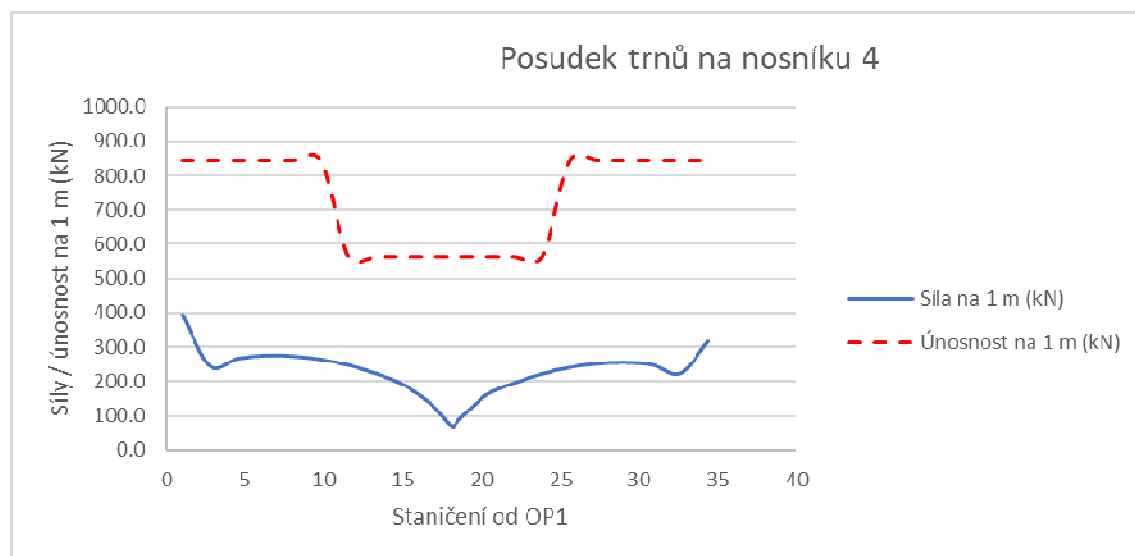
$PR_{d,1} = 84.4 \text{ kN}$

7.8.2 Nosník 1



Element	Node	X (m)	Fz (kN)	ef. délka (m)	Síla na 1 m (kN)	Trnů vedle sebe	Rozteč (mm)	Únosnost na 1 m (kN)
101	101	1.009472	477.83	1.3875	344.4	2	200	844.46
102	102	2.764765	-448.77	1.775	252.8	2	200	844.46
103	103	4.520058	-497.54	1.775	280.3	2	200	844.46
104	104	6.275351	-512.77	1.775	288.9	2	200	844.46
105	105	8.030644	-510.32	1.775	287.5	2	200	844.46
106	106	9.785937	-494.69	1.775	278.7	2	200	844.46
107	107	11.54123	-465.55	1.775	262.3	2	300	562.97
108	108	13.29652	-422.83	1.775	238.2	2	300	562.97
109	109	15.05182	-367.49	1.775	207.0	2	300	562.97
110	110	16.80711	-203.98	1.775	114.9	2	300	562.97
111	111	17.26157	159.4	1.775	89.8	2	300	562.97
112	112	18.5624	283.19	1.775	159.5	2	300	562.97
113	113	20.31769	389.47	1.775	219.4	2	300	562.97
114	114	22.07299	444.12	1.775	250.2	2	300	562.97
115	115	23.82828	486.3	1.775	274.0	2	300	562.97
116	116	25.58357	515.7	1.775	290.5	2	200	844.46
117	117	27.33887	532.49	1.775	300.0	2	200	844.46
118	118	29.09416	536.79	1.775	302.4	2	200	844.46
119	119	30.84945	524.21	1.775	295.3	2	200	844.46
120	120	32.60475	484.93	1.775	273.2	2	200	844.46
121	121	34.36004	-368.05	0.9675	380.4	2	200	844.46

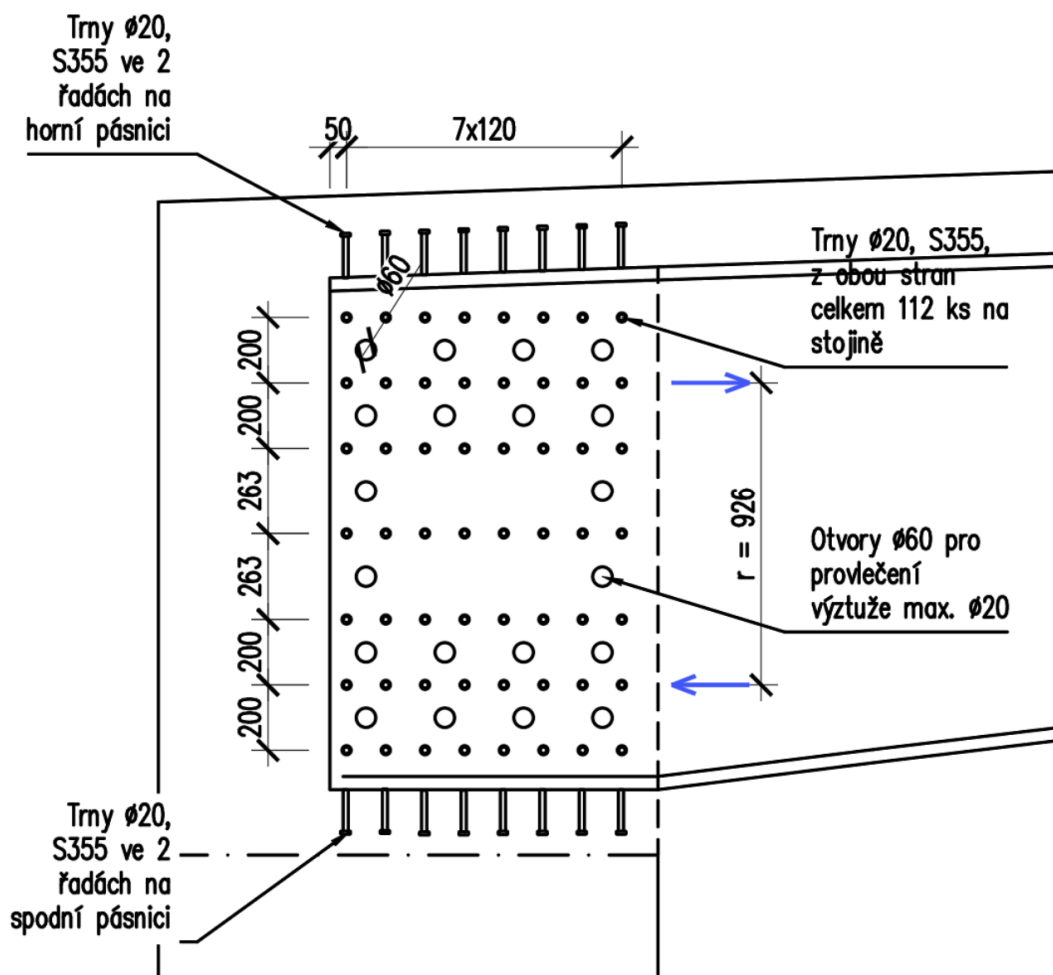
7.8.3 Nosník 4



Element	Node	X (m)	Fz (kN)	ef. délka (m)	Síla na 1 m (kN)	Trnů vedle sebe	Rozteč (mm)	Únosnost na 1 m (kN)
401	401	1.009472	380.97	0.967	394.0	2	200	844.46
402	402	2.764765	-432.61	1.775	243.7	2	200	844.46
403	403	4.520058	-472.75	1.775	266.3	2	200	844.46
404	404	6.275351	-487.26	1.775	274.5	2	200	844.46
405	405	8.030644	-484.36	1.775	272.9	2	200	844.46
406	406	9.785937	-468.18	1.775	263.8	2	200	844.46
407	407	11.54123	-438.41	1.775	247.0	2	300	562.97
408	408	13.29652	-394.25	1.775	222.1	2	300	562.97
409	409	15.05182	-335.95	1.775	189.3	2	300	562.97
410	410	16.80711	-235.68	1.775	132.8	2	300	562.97
411	411	18.10794	-121.08	1.775	68.2	2	300	562.97
412	412	18.5624	155.36	1.775	87.5	2	300	562.97
413	413	20.31769	285.5	1.775	160.8	2	300	562.97
414	414	22.07299	345.33	1.775	194.6	2	300	562.97
415	415	23.82828	392.7	1.775	221.2	2	300	562.97
416	416	25.58357	426.46	1.775	240.3	2	200	844.46
417	417	27.33887	446.42	1.775	251.5	2	200	844.46
418	418	29.09416	452.43	1.775	254.9	2	200	844.46
419	419	30.84945	440.02	1.775	247.9	2	200	844.46
420	420	32.60475	394.75	1.775	222.4	2	200	844.46
421	421	34.36004	-435.9	1.38	315.9	2	200	844.46

7.9 Vetknutí ocelového nosníku

Nosníky budou vetknuty do betonových opěr pomocí spřahovacích trnů. Trny zajišťují přenos momentu do dřívku opěry:



Zakončení NOK v opěře

Max. moment ve vetknutí v ULS

$M = 3437 \text{ kNm}$

Rameno vnitřních sil

$r = 0.926 \text{ m}$

Síla působící na skupinu trnů

$F_{ed} = M/r = 3711.663067 \text{ kN}$

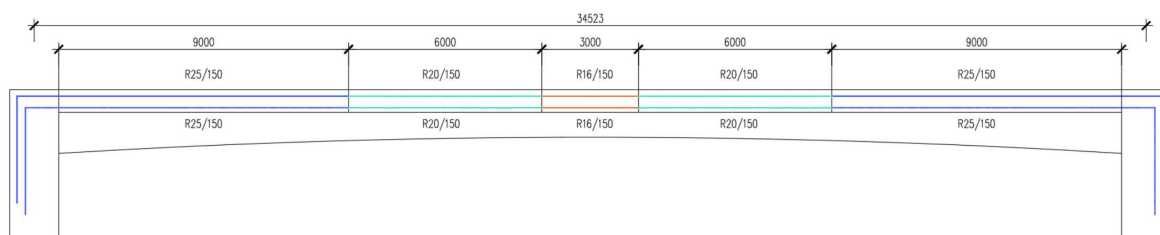
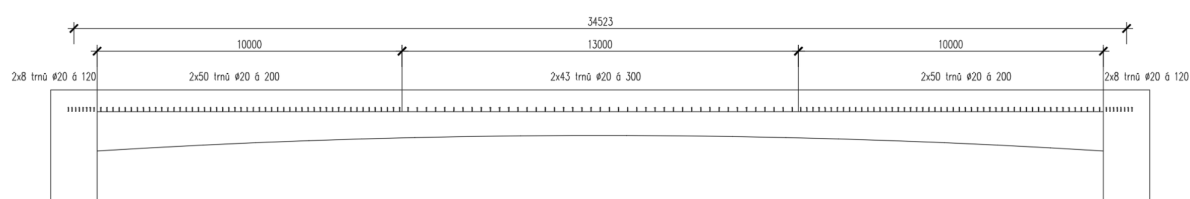
Únosnost 1 trnu

$PR_{d,1} = 84.4 \text{ kN}$

Min počet trnů ve skupině

$n_{req} = 43.98 \text{ ks}$

- V 1 skupině je $2 \times 3 \times 8 = 48 \text{ ks trnů}$ – vyhovuje

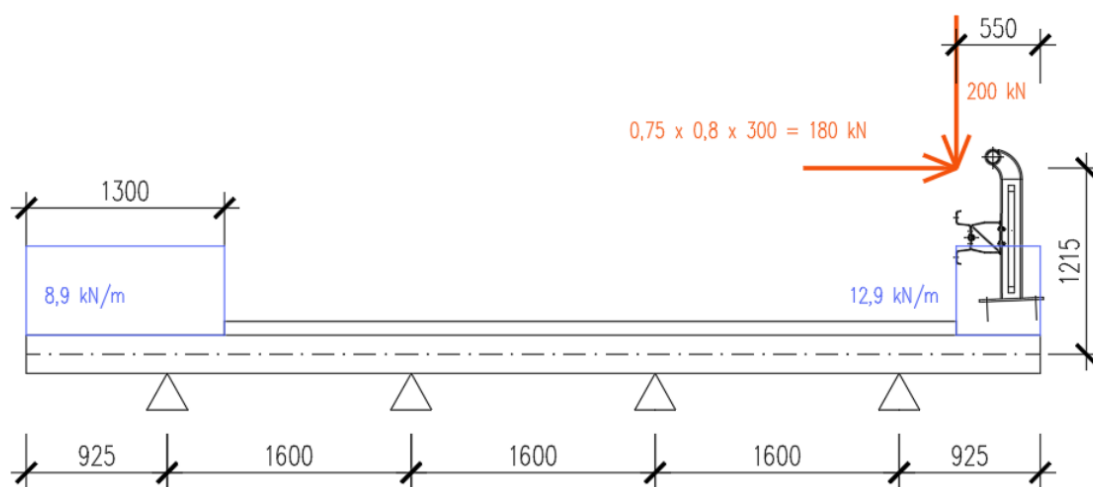
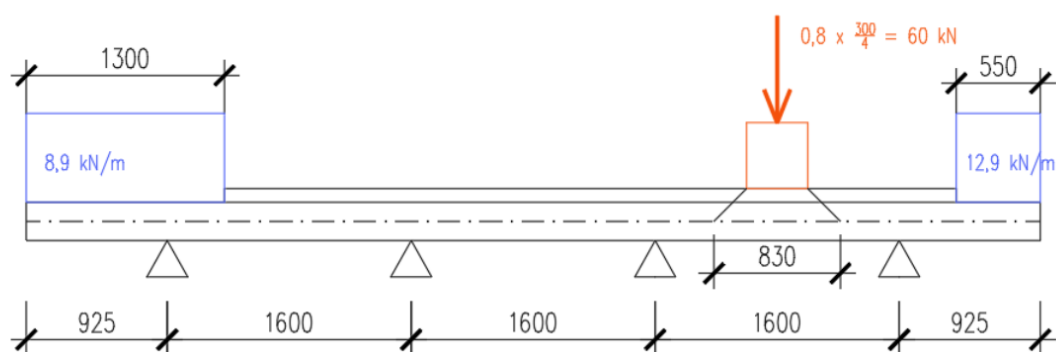
7.10 Schéma podélného vyztužení desky a trnů*Schéma vyztužení desky v podélném směru**Schéma rozmístění trnů v podélném směru*

7.11 Vyztužení desky v příčném směru

7.11.1 Zatížení

Byly uvažovány 2 stavy:

- zatížení kolem LM 1 mezi nosníky – ULS STR
- zatížení nárazem do levého svodidla – ULS – ACC

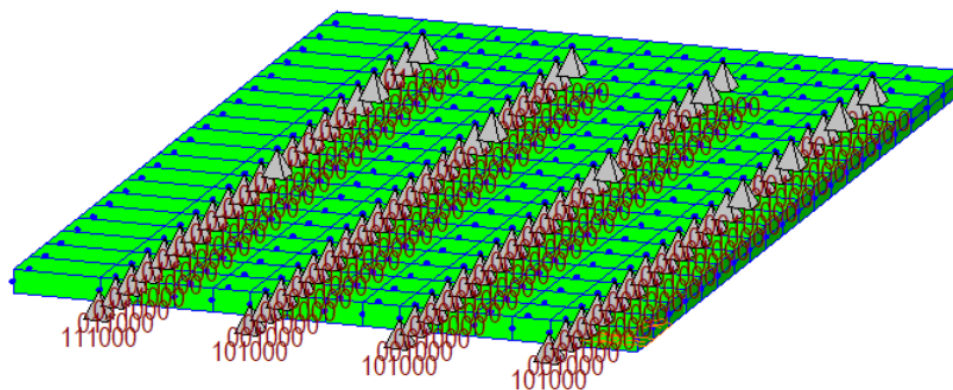


Umístění zatížení

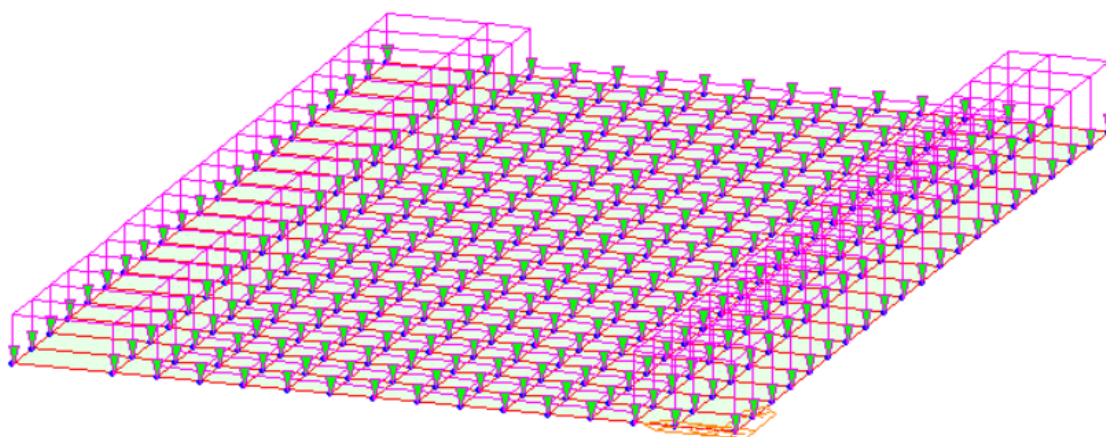
7.11.2 Model pro příčný směr

Pro analýzu příčného směru byl použitý deskostěnový model – výsek 10 m desky podepřený v místech nosníků

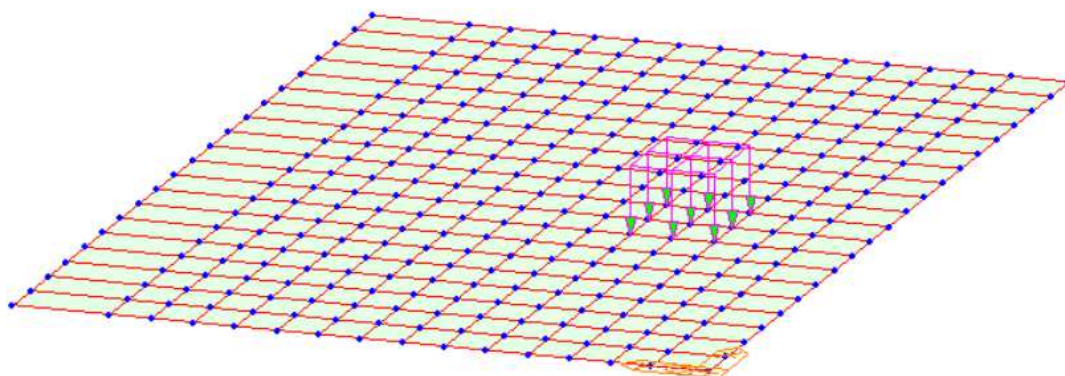
Zatížení



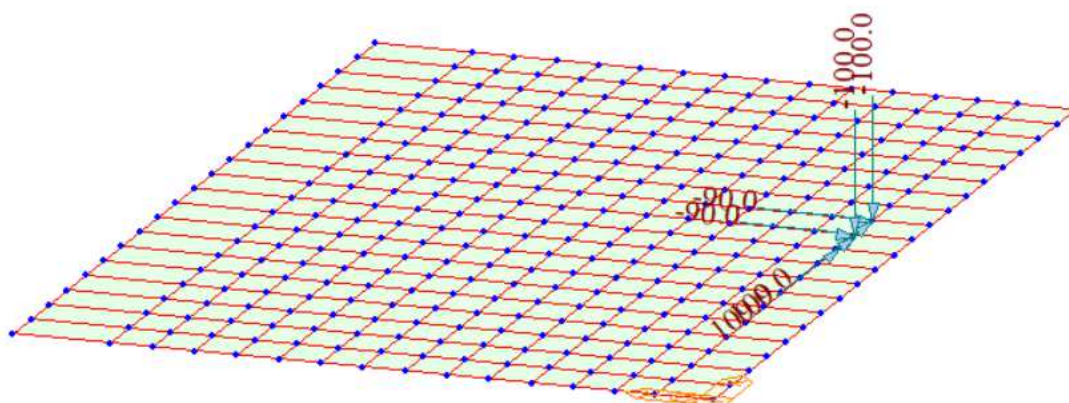
Zatížení stálé:



Zatížení Kolem LM1:



Zatížení nárazem vozidla:



Kombinace – ULS STR:

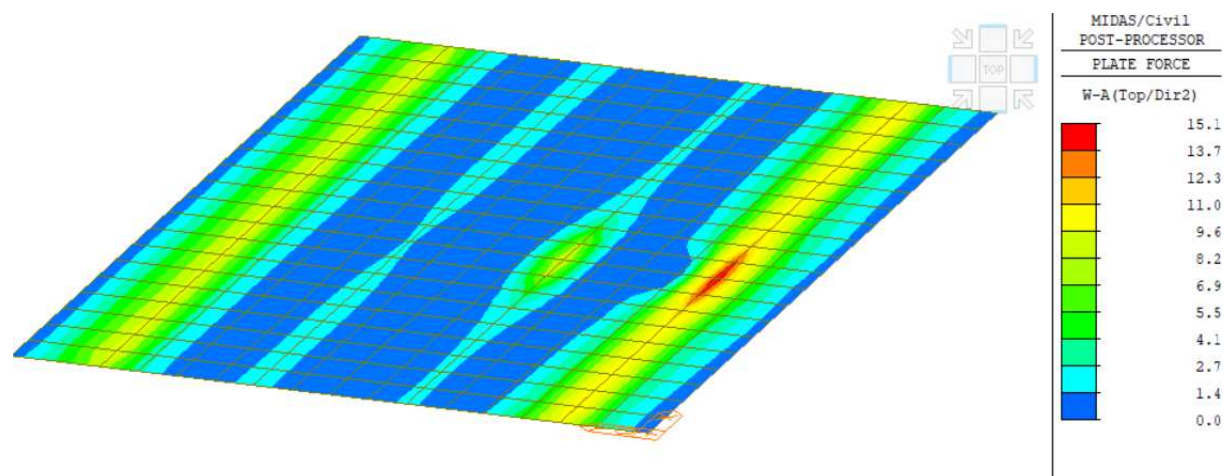
	LoadCase	Factor
►	SW(ST)	1.3500
	vybaveni(ST)	1.3500
	LM1(ST)	1.3500
	UDL(ST)	1.3500

Kombinace – ULS ACC:

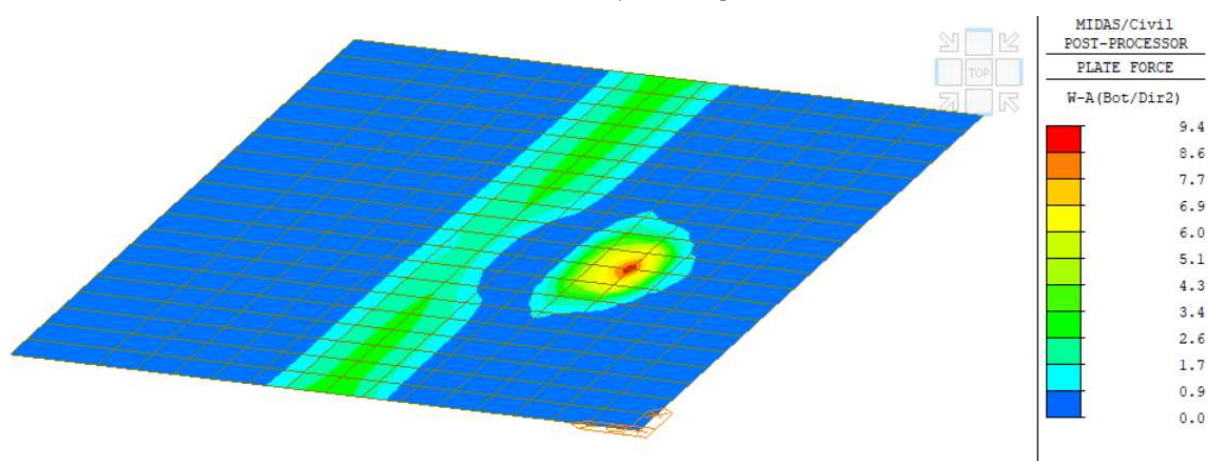
	LoadCase	Factor
►	SW(ST)	1.0000
	vybaveni(ST)	1.0000
	impact(ST)	1.0000
*		

7.11.3 Vnitřní síly

ULS STR:

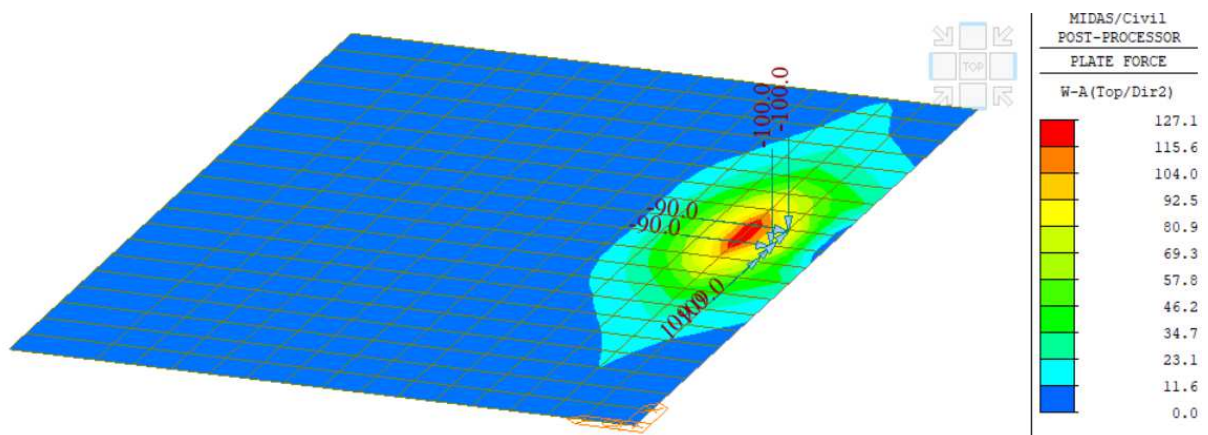


Dimenzační momenty – horní povrch

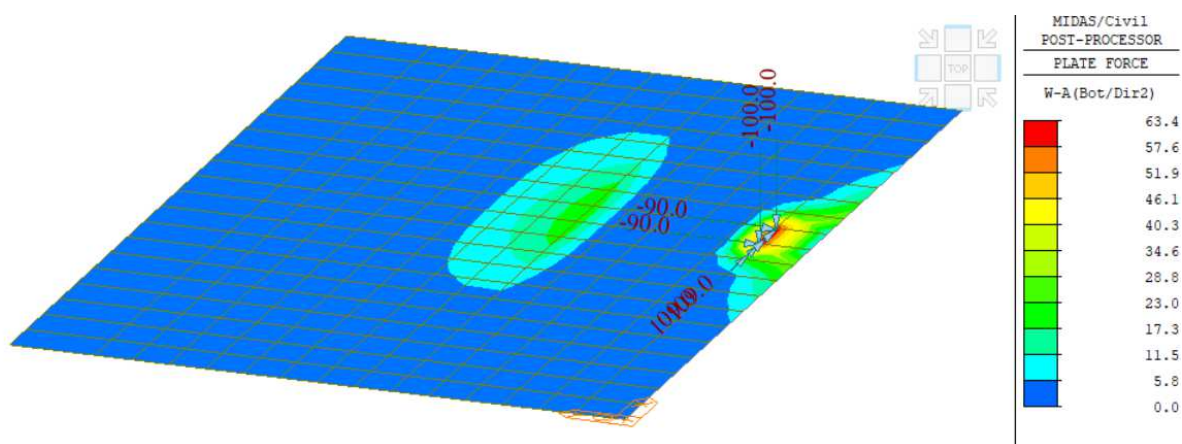


Dimenzační momenty – dolní povrch

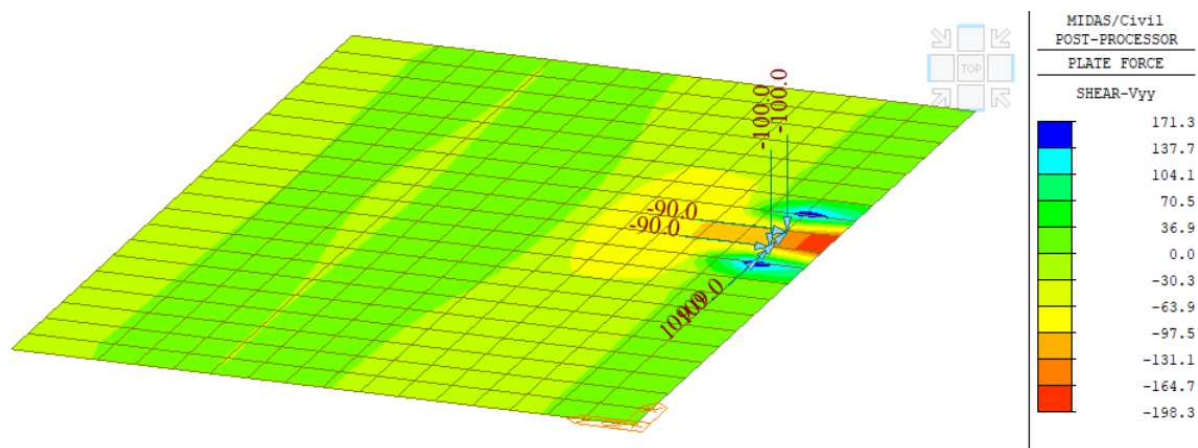
ULS ACC:



Dimenzační momenty – horní povrch



Dimenzační momenty – dolní povrch

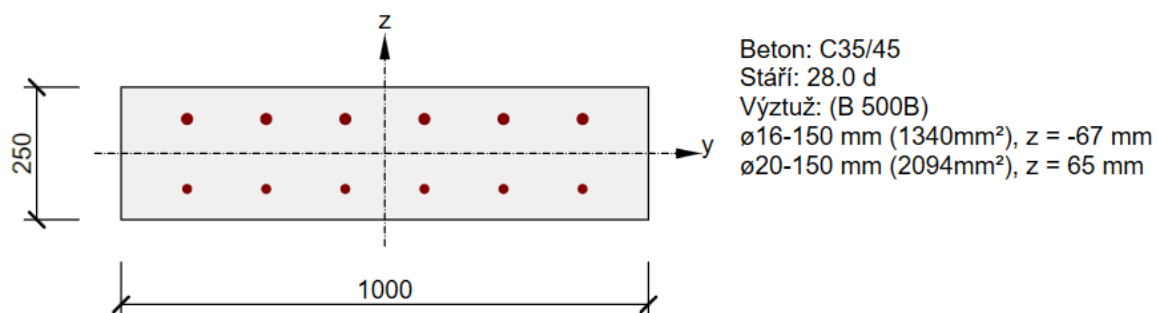


Smykové síly

- S ohledem na velikost vnitřních sil je rozhodující mimořádné zatížení nárazem vozidla
- Vnitřní síly budou rozneseny na délku 1,0 m

7.11.4 Dimenzování

Vyztužený průřez: R 1

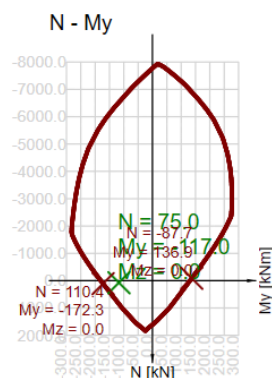


Horní výztuž R20/150

Dolní výztuž R16/150

Extrém pro záporný moment:

Typ kombinace	Použít	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Základní MSÚ	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mimořádná	<input checked="" type="checkbox"/>	75.0	0.0	125.0	0.0	-117.0	0.0
Charakteristická	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kvazistálá	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Mimořádná

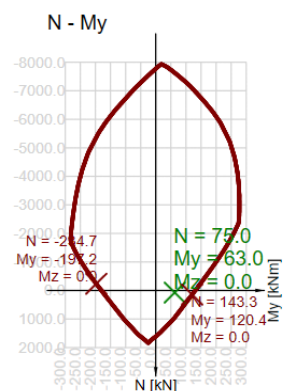
N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
75.0	-117.0	0.0	Nu-Mu-Mu	67.9	100.0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	75.0	110.4	-87.7
M _y [kNm]	-117.0	-172.3	136.9
M _z [kNm]	0.0	0.0	0.0

Extrém pro kladný moment:

Typ kombinace	Použít	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Základní MSÚ	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mimořádná	<input checked="" type="checkbox"/>	75.0	0.0	0.0	0.0	63.0	0.0
Charakteristická	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kvazistálá	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Mimořádná

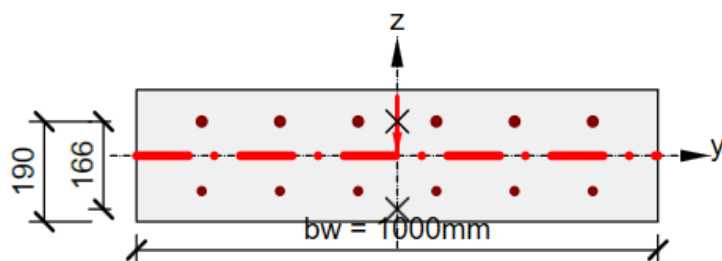
N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
75.0	63.0	0.0	Nu-Mu-Mu	52.3	100.0	OK

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	75.0	143.3	-234.7
M _y [kNm]	63.0	120.4	-197.2
M _z [kNm]	0.0	0.0	0.0

Smyk:

Průřez účinný pro posouzení smyku



Parametry použité při posudku:
 $b_w = 1000 \text{ mm}$
 $z = 166 \text{ mm}$
 $d = 190 \text{ mm}$

Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Mimořádná

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
125.0	75.0	184.1	bez redukce	6.2.2(1)	67.9	100.0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
125.0	184.1	1310.6	1286.8	0.0	184.1

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	σ_{cp}^* [MPa]	α_{cw} [-]
0	0	2094	1000	190	166	45.0	90.0	-0.2	1.00
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]	
0.15	2.00	0.15	0.01	-0.3	0.0	0.6	0.52	0.60	

- Smyková výztuž pouze konstrukčně

8. POSOUZENÍ ZALOŽENÍ

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Datum : 10.11.2023

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
 Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
 Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$
 Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)
 Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1,30$
 Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
 Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$

Piloty

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

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	Nepříznivé	Příznivé
		1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	R5		21,00	0,20
2	R4		23,00	0,20
3	R3		24,00	0,20

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	R5		-	30,00	21,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
2	R4		-	180,00	23,00	-	-
3	R3		-	1000,00	24,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	δ [°]	K	c_u [kPa]	α [°]
1	R5		38,50	20,00	1,00	-	-
2	R4		38,50	20,00	1,00	-	-
3	R3		38,50	20,00	1,00	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	R5		15,00
2	R4		15,00
3	R3		15,00

Parametry zemín

R5

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 15,00^\circ$
Třecí úhel na plášti piloty : $\delta = 20,00^\circ$
Součinitel bočního tlaku zeminy : $K = 1,00$

R4

Objemová tíha : $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 180,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 15,00^\circ$
Třecí úhel na plášti piloty : $\delta = 20,00^\circ$
Součinitel bočního tlaku zeminy : $K = 1,00$

R3

Objemová tíha : $\gamma = 24,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 1000,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 24,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 15,00^\circ$
Třecí úhel na plášti piloty : $\delta = 20,00^\circ$

Součinitel bočního tlaku $K = 1,00$
zeminy :

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,60$ m

Délka $l = 5,00$ m

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 2,83E-01$ m²

Moment setrvačnosti $I = 6,36E-03$ m⁴

Umístění

Vysazení $h = 0,00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0,00$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00$ kN/m³

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00$ MPa

Modul pružnosti ve smyku $G = 13750,00$ MPa





Ocel podélná : B500

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

Ocel příčná: B500

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

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,00	0,00 .. 1,00	R5	
2	3,00	1,00 .. 4,00	R4	
3	4,00	4,00 .. 8,00	R3	
4	-	8,00 .. ∞	R3	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		ULS	Návrhové	1462,00	23,00	298,00	14,00	285,00
2	Ano		SLS	Návrhové	1196,00	18,00	145,00	10,00	202,00

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1**Posouzení svislé únosnosti piloty, metoda NAVFAC DM 7.2 - mezivýsledky**

Výpočet únosnosti v patě:

Zemina pod patou piloty je nesoudržná

Součinitel únosnosti $N_q = 51,50$ Plocha příčného řezu piloty $A_p = 2,83E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Hloubka [m]	Mocnost [m]	c_{ud} [kPa]	α [–]	K [–]	δ [°]	σ_{or} [kPa]	R_{si} [kN]
0,00	-	-	-	-	-	-	-
0,60	0,60	-	-	1,00	20,00	6,30	2,36
0,60	-	-	-	-	-	-	-
1,00	0,40	-	-	1,00	20,00	12,60	3,14
1,00	-	-	-	-	-	-	-
4,00	3,00	-	-	1,00	20,00	12,60	23,58
4,00	-	-	-	-	-	-	-
5,00	1,00	-	-	1,00	20,00	12,60	7,86

Posouzení svislé únosnosti : NAVFAC DM 7.2

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Součinitel výpočtu kritické hloubky $k_{dc} = 1,00$

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (ULS)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 36,94 \text{ kN}$ Únosnost piloty v patě $R_b = 1509,08 \text{ kN}$ Únosnost piloty $R_c = 1546,01 \text{ kN}$ Extrémní svislá síla $V_d = 1462,00 \text{ kN}$ $R_c = 1546,01 \text{ kN} > 1462,00 \text{ kN} = V_d$ **Svislá únosnost piloty VYHOVUJE**

Posouzení čís. 1**Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty**

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 5,5 mm

Max.posouvající síla = 285,34 kN

Maximální moment = 299,22 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Průřez: kruhová, $d = 0,60$ m

Vyztužení - 10 ks profil 25,0 mm; krytí 100,0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 1,736 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = 1462,00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 299,22$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = 2429,73$ kN; $M_{Rd} = 497,28$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

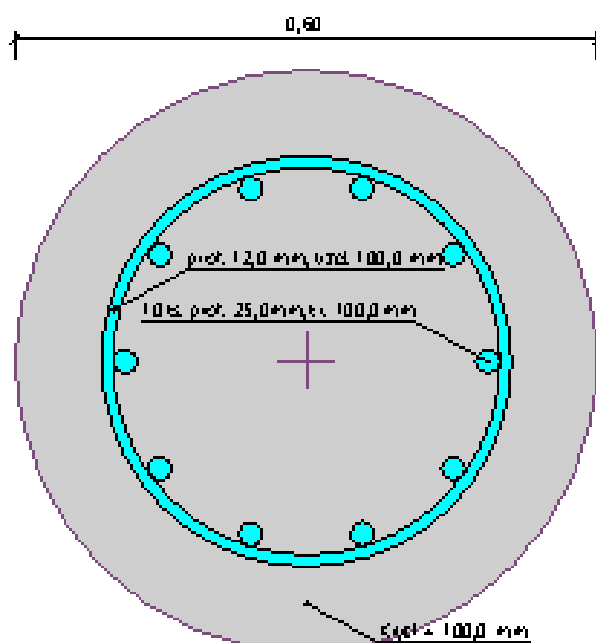
Posouzení na smyk

Smyková výztuž - 2 ks profil 12,0 mm; vzdálenost 100,0 mm

$A_{sw} = 2261,9$ mm²

Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 1062,13$ kN $> 285,34$ kN = V_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Schéma vyztužení

9. POSOUZENÍ KŘÍDEL

1. ZATÍŽENÍ

Dílčí součinitele pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)

Dílčí součinitele zatížení γ_F

Zatížení			
Stálé	nepříznivé	$\gamma_{G,dst}$	1,10
	příznivé	$\gamma_{G,stb}$	0,9
Proměnné	nepříznivé	$\gamma_{Q,dst}$	1,5
	příznivé	$\gamma_{Q,stb}$	0

Dílčí součinitele parametrů zeminy γ_M

Parametr zeminy			
Úhel vnitřního tření	$\gamma_{\varphi'}$		1,25
Efektivní soudržnost	$\gamma_{c'}$		1,25
Objemová tíha	γ_{γ}		1,0

Dílčí součinitele pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)

Dílčí součinitele zatížení γ_F nebo účinků zatížení γ_E

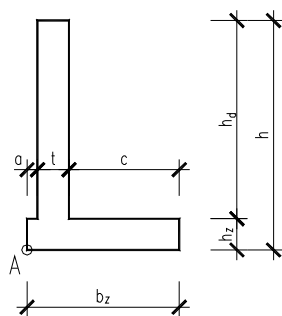
Zatížení			Soubor	
			A1	A2
Stálé	nepříznivé	$\gamma_{G,n}$	1,35	1,0
	příznivé	$\gamma_{G,p}$	1,0	1,0
Proměnné	nepříznivé	$\gamma_{Q,n}$	1,5	1,3
	příznivé	$\gamma_{Q,p}$	0	0

Dílčí součinitele parametrů zeminy γ_M

Parametr zeminy			Soubor	
			M1	M2
Úhel vnitřního tření	$\gamma_{\varphi'}$		1,0	1,25
Efektivní soudržnost	$\gamma_{c'}$		1,0	1,25
Objemová tíha	γ_{γ}		1,0	1,0

Dílčí součinitele únosnosti γ_R opěrných konstrukcí

Únosnost		Soubor		
		R1	R2	R3
Únosnost	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Usmyknutí	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0
Odolnost zeminy	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,4	1,0



1.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ:**1.11. Vlastní tíha:***hodnoty pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)*

výška dříku stěny:	$h_d =$	5,700 m
tloušťka stěny:	$t =$	0,550 m
výška základu:	$h_z =$	0,650 m
šířka základu:	$b_z =$	3,925 m
vyložení základu v lici stěny:	$a =$	0,500 m
zasypaná část základu:	$c = b - a - t =$	2,875 m
objemová tíha železobetonu:	$\gamma_b =$	26,00 kN/m ³

tíha základu:	$G_{0,1,d} = \gamma_{G, \text{stb}} \cdot b_z \cdot h_z \cdot \gamma_b =$	59,70 kN/m
tíha dříku stěny:	$G_{0,2,d} = \gamma_{G, \text{stb}} \cdot t \cdot h_d \cdot \gamma_b =$	73,36 kN/m
rameno síly k bodu překlopení A:	$r_{0,1} = b_z / 2 =$	1,963 m
	$r_{0,2} = a + t / 2 =$	0,775 m
moment k bodu překlopení A:	$m_{0,d} = \Sigma(G_{0,i,d} \cdot r_{0,i}) =$	174,01 kNm/m
moment ke středu základu:	$m_{0d} =$	-87,11 kNm/m

Tabulka hodnot pro všechny návrhové přístupy (NP) pro (STR) a (GEO)*hodnoty pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)*

		NP1		NP2	NP3
		A1, M1, R1	A2, M2, R1	A1, M1, R2	A1, M2, R3 A2, M2, R3
dílčí součinitel zatížení	$\gamma_{G,n}$	1,35	1,00	1,35	1,00
tíha základu	$G_{0,1,d}$	89,55	66,33	89,55	66,33
tíha dříku	$G_{0,2,d}$	110,04	81,51	110,04	81,51
celková tíha stěny	$G_{0,d}$	199,59	147,84	199,59	147,84
rameno síly k bodu překlopení	$r_{0,1}$	1,963	1,963	1,963	1,963
	$r_{0,2}$	0,775	0,775	0,775	0,775
moment na 1 bm k bodu překlopení	$m_{0,d}$	-261,02	-193,35	-261,02	-193,35

pozn.: - návrhový přístup 2 (NP2) je shodný s NP1 - kombinace 1 a NP3 je shodný s NP1 - kombinace 2
 - pro výpočet bude brán NP1 - kombinace 1

1.12. Zemina za rubem konstrukce*hodnoty pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)*

tíha zeminy nad základem stěny:	$G_{z,d} = \gamma_{G, \text{stb}} \cdot h_d \cdot \gamma_z \cdot c =$	294,98 kN/m
rameno síly k bodu překlopení A:	$r_z = b_z - c / 2 =$	2,488 m
moment k bodu překlopení A:	$m_{z,d} = G_{z,d} \cdot r_z =$	733,75 kNm/m
moment ke středu základu:	$m_{0d} =$	-154,86 kNm/m

Tabulka hodnot pro všechny návrhové přístupy (NP) pro (STR) a (GEO)*hodnoty pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)*

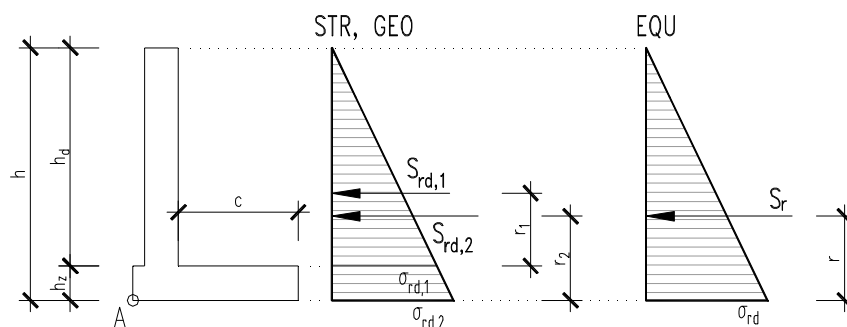
		NP1		NP2	NP3
		A1, M1, R1	A2, M2, R1	A1, M1, R2	A1, M2, R3 A2, M2, R3
dílčí součinitel zatížení	$\gamma_{G,n}$	1,35	1,00	1,35	1,00
tíha zeminy nad základem zdí	$G_{z,d}$	442,46	327,75	442,46	327,75
rameno síly k bodu překlopení A	$r_{z,1}$	2,488	2,488	2,488	2,488
moment na 1 bm k bodu překlopení A	$m_{z,d}$	-1100,63	-815,28	-1100,63	-815,28

pozn.: - návrhový přístup 2 (NP2) je shodný s NP1 - kombinace 1 a NP3 je shodný s NP1 - kombinace 2
 - pro výpočet bude brán NP1 - kombinace 1

Zemní tlak v klidu:*hodnoty pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)*úhel vnitřního tření zeminy: $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$ návrhová hodnota: $\varphi_{ef,d} = \arctg(\tg\varphi_{ef}/\gamma_\varphi) = 29,26^\circ$ součinitel zemního tlaku v klidu: $K_r = 1 - \sin\varphi_{ef} = 0,426$ návrhová hodnota: $K_{rd} = 1 - \sin\varphi_{ef,d} = 0,511$ celková výška zeminy za rubem konstrukce: $h = h_d + h_z = 5,700 \text{ m}$ objemová tíha zeminy: $\gamma_z = 20,00 \text{ kN/m}^3$ zemní tlak v klidu: $\sigma_{rd} = \gamma_z \cdot \gamma_{Gz} \cdot h \cdot K_{rd} = 64,12 \text{ kN/m}^2$ návrhová hodnota: $S_{rd} = 0,5 \cdot \gamma_z \cdot \gamma_{Gz} \cdot h^2 \cdot K_{rd} = 182,73 \text{ kN/m}$ rameno působíště síly: $r = h/3 = 1,900 \text{ m}$ moment na 1 bm k bodu překlopení A: $m_{rd} = S_{rd} \cdot r = 347,18 \text{ kNm/m}$ moment ke středu základu: $m_{od} = 347,18 \text{ kNm/m}$ **Tabulka hodnot pro všechny návrhové přístupy (NP) pro (STR) a (GEO)***hodnoty pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)*

		NP1		NP2	NP3
		A1, M1, R1	A2, M2, R1	A1, M1, R2	A1, M2, R3 A2, M2, R3
dílčí součinitel úhlu vnitřního tření	γ_φ	1,00	1,25	1,00	1,25
návrhová hodnota úhlu vnitřního tření	$\varphi_{ef,d}$	35,00	29,26	35,00	29,26
návrhová hodnota souč. zemního tlaku	K_{rd}	0,426	0,511	0,426	0,511
výška dířku stěny	h_d	5,700	5,700	5,700	5,700
celková výška stěny	$h = h_d + h_z$	6,350	6,350	6,350	6,350
zemní tlak v klidu	$\sigma_{rd,1}$	65,63	58,29	65,63	58,29
	$\sigma_{rd,2}$	73,11	64,93	73,11	64,93
výslednice zemního tlaku v klidu	$S_{rd,1}$	187,04	166,12	187,04	166,12
	$S_{rd,2}$	232,13	206,16	232,13	206,16
rameno působíště síly k patě dířku	$r_1 = h_d/3$	1,900	1,900	1,900	1,900
rameno síly k bodu překlopení A	$r_2 = h/3$	2,117	2,117	2,117	2,117
moment na 1bm k patě dířku	$m_{rd,1}$	355,37	315,62	355,37	315,62
moment na 1 bm k bodu překlopení A	$m_{rd,2}$	491,33	436,38	491,33	436,38

pozn.: - návrhový přístup 2 (NP2) je shodný s NP1 - kombinace 1 a NP3 je shodný s NP1 - kombinace 2
- pro výpočet bude brán NP1 - kombinace 1



1.13. Zatížení hutněním:*přírutek zemního tlaku vyvolaný hutněním**hodnoty pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)*

$$\text{dolní mez zemního tlaku v klidu: } K_{01} = \tan(45 - \varphi_{ef}/2) = 0,521$$

$$\text{horní mez zemního tlaku v klidu: } K_{02} = \tan(45 + \varphi_{ef}/2) = 1,921$$

$$\text{mocnost vrchní vrstvy (pro 1,4 t vibrační válec): } h_1 = 0,150 \text{ m}$$

$$\text{mocnost střední vrstvy: } h_2 = (K_{02} - K_{01}) / K_{01} \cdot h_1 = 0,404 \text{ m}$$

$$\text{přírutek zemního tlaku v horní vrstvě: } \Delta S_{01} = 0,5(K_{02} - K_{01}) \cdot \gamma \cdot h_1^2 = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$\text{přírutek zemního tlaku ve střední vrstvě: } \Delta S_{02} = 0,5 \cdot K_{01} \cdot \gamma \cdot h_2^2 = 0,85 \text{ kN/m}$$

$$\text{celkový přírutek zemního tlaku: } \Delta S_0 = 0,5(K_{02} - K_{01}) \gamma \cdot h_1^2 \cdot K_{02}^2 = 1,16 \text{ kN/m}$$

$$\text{hloubka působení síly pod povrchem: } h_0 = 2/3 \cdot h_1 + 1/3 \cdot h_2 = 0,235 \text{ m}$$

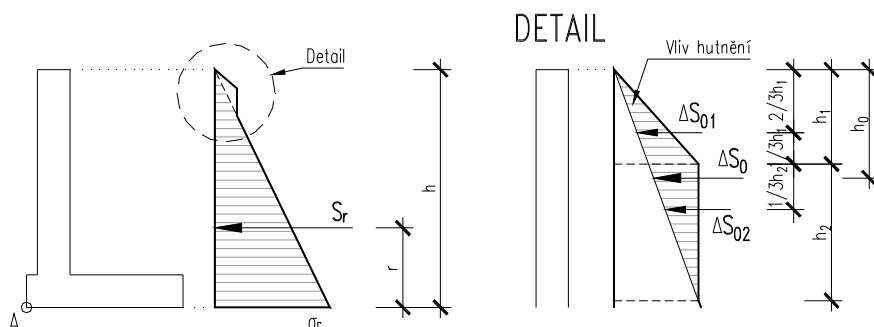
$$\text{moment na 1 bm k bodu překlopení A: } m_{\Delta S} = \Delta S_0 \cdot (h - h_0) = 6,35 \text{ kNm/m}$$

$$\text{moment ke středu základu: } m_{od} = 6,35 \text{ kNm/m}$$

Tabulka hodnot pro všechny návrhové přístupy (NP) pro (STR) a (GEO)*hodnoty pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)*

		NP1		NP2	NP3
		A1, M1, R1	A2, M2, R1	A1, M1, R2	A1, M2, R3 A2, M2, R3
dílčí součinitel úhlu vnitřního tření	$\gamma_{\varphi'}$	1,00	1,25	1,00	1,25
návrhová hodnota úhlu vnitřního tření	$\varphi_{ef,d}$	35,00	29,26	35,00	29,26
dolní mez zemního tlaku v klidu	K_{01}	0,521	0,586	0,521	0,586
horní mez zemního tlaku v klidu	K_{02}	1,921	1,706	1,921	1,706
mocnost střední vrstvy	h_2	0,404	0,287	0,404	0,287
přírutek zemního tlaku v horní vrstvě	ΔS_{01}	0,43	0,25	0,43	0,25
přírutek zemního tlaku ve stř. vrstvě	ΔS_{02}	1,14	0,48	1,14	0,48
celkový přírutek zemního tlaku	ΔS_0	1,57	0,73	1,57	0,73
hloubka působení síly pod povrchem	h_0	0,235	0,196	0,235	0,196
výška díku stěny	h_d	5,700	5,700	5,700	5,700
celková výška stěny	$h = h_d + h_z$	6,350	6,350	6,350	6,350
moment na 1bm k patě díku	$m_{\Delta S,1}$	8,58	4,04	8,58	4,04
moment na 1bm k bodu překlopení A	$m_{\Delta S,2}$	9,60	4,52	9,60	4,52

pozn.: - návrhový přístup 2 (NP2) je shodný s NP1 - kombinace 1 a NP3 je shodný s NP1 - kombinace 2
- pro výpočet bude brán NP1 - kombinace 1



1.2. NAHODILÁ ZATÍŽENÍ:**1.21 Přetížení za rubem opěry:**

přírutek zemního tlaku od modelu zatížení 1 (LM1)
hodnoty pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)

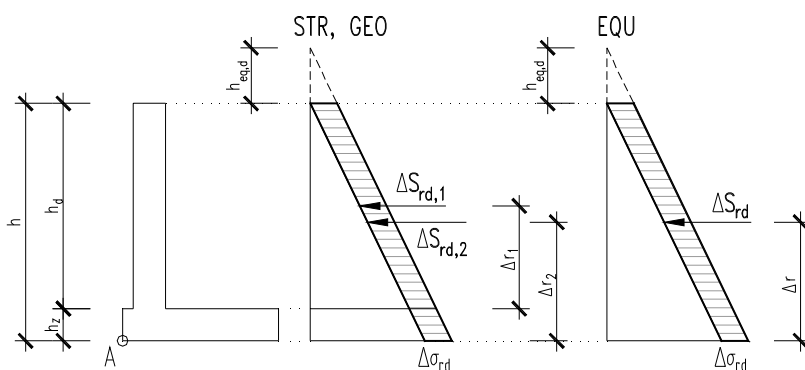
celková síla:	$Q_1 =$	240,0 kN
délka zatěžovacího prostoru	$l_1 =$	4,500 m
šířka zatěžovacího prostoru:	$b_1 =$	3,000 m
náhradní rovnoměrné zatížení:	$q_1 = Q_1/(l_1 \cdot b_1) =$	17,78 kN/m ²
náhradní výška zeminy:	$h_{eq,d} = \gamma_Q \cdot q_1 / (\gamma_{G,dst} \cdot \gamma_z) =$	1,212 m
přírutek zemního tlaku v klidu:	$\Delta\sigma_{rd} = \gamma_{G,dst} \cdot h_{eq,d} \cdot \gamma_z \cdot K_{rd} =$	13,63 kN/m ²
výslednice přírutku zemního tlaku:	$\Delta S_{rd} = \Delta\sigma_{rd} \cdot h =$	77,72 kN/m
rameno působíště síly:	$\Delta r = h/2 =$	2,850 m
moment na 1 bm k bodu překlopení A:	$m_{\Delta rd} = \Delta S_{rd} \cdot \Delta r =$	248,29 kNm/m
moment ke středu základu:	$m_{od} =$	248,29 kNm/m

Tabulka hodnot pro všechny návrhové přístupy (NP) pro (STR) a (GEO)

hodnoty pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)

		NP1		NP2	NP3
		A1, M1, R1	A2, M2, R1	A1, M1, R2	A1, M2, R3 A2, M2, R3
dílčí součinitel úhlu vnitřního tření	γ_φ	1,00	1,25	1,00	1,25
návrhová hodnota úhlu vnitřního tření	$\varphi_{ef,d}$	35,00	29,26	35,00	29,26
návrhová hodnota souč. zemního tlaku	K_{rd}	0,426	0,511	0,426	0,511
výška dířku stěny	h_d	5,700	5,700	5,700	5,700
celková výška stěny	$h = h_d + h_z$	6,350	6,350	6,350	6,350
náhradní výška zeminy:	$h_{eq,d}$	0,988	1,156	0,988	1,156
přírutek zemního tlaku v klidu:	$\Delta\sigma_{rd}$	11,37	11,82	11,37	11,82
výslednice přírutku zemního tlaku:	$\Delta S_{rd,1}$	64,82	67,35	64,82	67,35
	$\Delta S_{rd,2}$	72,21	75,03	72,21	75,03
rameno působíště síly k patě dířku	$\Delta r_1 = h_d/2$	2,850	2,850	2,850	2,850
rameno síly k bodu překlopení A	$\Delta r_2 = h/2$	3,175	3,175	3,175	3,175
moment na 1bm k patě dířku	$m_{\Delta rd,1}$	184,73	191,96	184,73	191,96
moment na 1bm k bodu překlopení A	$m_{\Delta rd,2}$	229,26	238,23	229,26	238,23

pozn.: - návrhový přístup 2 (NP2) je shodný s NP1 - kombinace 1 a NP3 je shodný s NP1 - kombinace 2
- pro výpočet bude brán NP1 - kombinace 1

**2. OVĚŘENÍ STABILITY NA PŘEKLOPENÍ**

z hodnot pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)

stabilizující účinky zatížení:	$M_{d,stab} = m_{0,d} + m_{z,d} =$	907,76 kNm/m
destabilizující účinky zatížení:	$M_{d,dst} = m_{rd} + m_{\Delta S} + m_{\Delta rd} =$	601,83 kNm/m

$$M_{d,stab} = 907,76 \text{ kN} > M_{d,dst} = 601,83 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

3. OVĚŘENÍ STABILITY VŮČI POSUNUTÍ

z hodnot pro ověření mezního stavu rovnováhy (EQU)

$$\text{stabilizující účinky zatížení: } F_{d, \text{stb}} = (\Sigma G_{0,i,d} + G_{z,d} + q_1 \cdot c) \cdot \tan \varphi_{\text{ef},d} + 0,2 \cdot G = 364,23 \text{ kN/m}$$

$$\text{destabilizující účinky zatížení: } F_{d, \text{dst}} = S_{rd} + \Delta S_0 + \Delta S_r = 261,61 \text{ kN/m}$$

$$F_{d, \text{stb}} = 364,23 \text{ kN} > F_{d, \text{dst}} = 261,61 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

4. OVĚŘENÍ NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE

z hodnot pro ověření mezních stavů (STR) a (GEO)

$$\text{celková svislá síla na základovou spáru: } V_{\text{ef}} = G_{0,d} + G_{z,d} + q_1 \cdot (b_z - a - t) = 693,16 \text{ kN}$$

$$\text{celkový moment ke středu základu: } M_{\text{ef}} = m_{0,d} + m_{z,d} + m_{rd,2} + m_{\Delta S,2} + m_{\Delta rd,2} = 359,85 \text{ kNm}$$

$$\text{excentricita } e = M_{\text{ef}} / V_{\text{ef}} = 0,519 \text{ m}$$

$$\text{efektivní plocha: } A_{\text{ef}} = b(b_z - 2e) = 2,887 \text{ m}^2$$

$$\text{napětí v základové spáře: } \sigma_{\text{ef}} = V_{\text{ef}} / A_{\text{ef}} = 240,12 \text{ kPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

5. NÁVRH VÝZTUŽE**5.1. DŘÍK ZDI****MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI****beton pevnostní třídy C 30/37**

$$\text{charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku: } f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení: } \alpha_{cc} = 0,90$$

$$\text{dílní součinitel spolehlivosti betonu: } \gamma_C = 1,50$$

$$\text{návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku: } f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 18,0 \text{ MPa}$$

$$\text{průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu: } f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení: } \alpha_{ct} = 0,85$$

$$f_{ctk;0,05} = 2,00 \text{ MPa}$$

$$\text{návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu: } f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_C = 1,13 \text{ MPa}$$

ocel B 500B

$$\text{charakteristická hodnota meze kluzu oceli: } f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

$$\text{dílní součinitel spolehlivosti betonářské výztuže: } \gamma_S = 1,15$$

$$\text{návrhová hodnota meze kluzu oceli: } f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 434,78 \text{ MPa}$$

5.11. OHYBOVÁ ÚNOSNOST

$$\text{návrhová hodnota ohybového momentu: } M_{Ed} = m_{rd,1} + m_{\Delta S,1} + m_{\Delta rd,1} = 601,83 \text{ kNm}$$

$$\text{výška průřezu: } h = 0,550 \text{ m}$$

$$\text{šířka průřezu: } b = 1,000 \text{ m}$$

$$\text{krytí výztuže betonem: } c_{nom} = 0,070 \text{ m}$$

$$\text{návrh výztuže: } \text{ØR 25 à 150mm} \rightarrow A_s = 3,27 \text{E-03 m}^2$$

$$\text{účinná výška průřezu: } d = h - c_{nom} - d_s / 2 = 0,468 \text{ m}$$

minimální plocha výztuže:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d = 7,05 \text{E-04 m}^2 > 0,0013bd = 6,08 \text{E-04 m}^2$$

maximální plocha výztuže:

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04bh = 2,20 \text{E-02 m}^2$$

$$A_s = 3,27 \text{E-03 m}^2 > A_{s,min} = 7,05 \text{E-04 m}^2 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$< A_{s,max} = 2,20 \text{E-02 m}^2 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti:

$$\lambda = 0,8$$

poloha neutrálné osy (výška tlačené oblasti):

$$x = A_s \cdot f_{yd} / (\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = 0,099 \text{ m}$$

limitní poloha neutrálné osy:

$$x_{lim} = 700d / (700 + f_{yd}) = 0,288 \text{ m}$$

rameno vnitřních sil:

$$z = d - \lambda / 2 \cdot x = 0,428 \text{ m}$$

moment únosnosti:

$$M_{Rd} = \lambda \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 608,94 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 601,83 \text{ kNm} < M_{Rd} = 608,94 \text{ kNm} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

5.12. SMYKOVÁ ÚNOSNOST**Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže**

$$\text{návrhová hodnota posouvající síly: } V_{Ed} = S_{rd,1} + \Delta S_{0,1} + \Delta S_{rd,1} = 253,42 \text{ kN}$$

$$\text{výška průřezu: } h = 0,550 \text{ m}$$

$$\text{nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti: } b_w = 1,000 \text{ m}$$

$$\text{krytí výztuže betonem: } c_{nom} = 0,050 \text{ m}$$

$$\text{průměr podélné tahové výztuže: } d_s = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{účinná výška průřezu: } d = h - c_{nom} - d_s/2 = 0,488 \text{ m}$$

$$\text{empirický součinitel: } C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$\text{parametr vlivu výšky: } k = 1 + (200/d)^{0,5} = 1,64$$

$$k < 2,0 \rightarrow k = 1,64$$

průřezová plocha podélné výztuže zasahující do vzdálenosti $\geq (l_{bd} + d)$ za posuzovaný průřez:

$$A_{sl} = 3,27E-03 \text{ m}^2$$

$$\text{stupeň vyztužení podélnou výztuží: } \rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,007 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\text{normálová síla v průřezu od zatížení (} N_{Ed} > 0 \text{ pro tlak): } N_{Ed} = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{plocha průřezu: } A_c = b \cdot h = 0,550 \text{ m}^2$$

$$\text{normálové napětí od návrhové hodnoty osově síly } N_{Ed}: \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 3,60 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{cp} = 0 \text{ MPa}$$

minimální hodnota smykového napětí, které přenesou prvky v šikmé trhlíně:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,40 \text{ MPa}$$

minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 196,37 \text{ kN}$$

návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = 261,10 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}\} = 261,10 \text{ kN}$$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem:

$$v = 0,6(1 - f_{ck}/250) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 2316,60 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 261,10 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 2316,60 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{Ed} = 253,42 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 261,10 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

ZÁKLAD ZDI**5.21. OHYBOVÁ ÚNOSNOST**

$$\text{návrhová hodnota ohybového momentu: } M_{Ed} = 620,24 \text{ kNm}$$

$$\text{výška průřezu: } h = 0,650 \text{ m}$$

$$\text{šířka průřezu: } b = 1,000 \text{ m}$$

$$\text{krytí výztuže betonem: } c_{nom} = 0,060 \text{ m}$$

$$\text{návrh výztuže: } \text{ØR 25 à 150mm} \rightarrow A_s = 3,27E-03 \text{ m}^2$$

$$\text{účinná výška průřezu: } d = h - c_{nom} - d_s/2 = 0,578 \text{ m}$$

minimální plocha výztuže:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b \cdot d = 8,71E-04 \text{ m}^2 > 0,0013bd = 7,51E-04 \text{ m}^2$$

$$\text{maximální plocha výztuže: } A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04bh = 2,60E-02 \text{ m}^2$$

$$A_s = 3,27E-03 \text{ m}^2 < A_{s,max} = 2,60E-02 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti:

$$\lambda = 0,8$$

$$\text{poloha neutrální osy (výška tlačené oblasti): } x = A_s \cdot f_{yd}/(\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = 0,099 \text{ m}$$

$$\text{limitní poloha neutrální osy: } x_{lim} = 700d/(700 + f_{yd}) = 0,356 \text{ m}$$

$$\text{rameno vnitřních sil: } z = d - \lambda/2 \cdot x = 0,538 \text{ m}$$

$$\text{moment únosnosti: } M_{Rd} = \lambda \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 765,45 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 620,24 \text{ kNm} < M_{Rd} = 765,45 \text{ kNm} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

10. ZÁVĚR

Bylo provedeno základní statické posouzení nosné konstrukce a spodní stavby v rozhodujících průřezech, návrh založení mostu a posouzení bezpečnosti konstrukce proti ztrátě stability. Konstrukce vyhovuje.

Upozornění !!!

Tato dokumentace neslouží pro realizaci stavby.

Zhotovitel stavby je povinen vypracovat realizační dokumentaci stavby (RDS včetně podrobného statického výpočtu), která dořeší detailně projekt stavby v závislosti na technologii zhotovitele.



V Brně, leden 2025

Vypracoval: Ing. Milan Sedlák