



II/336, Starý Samechov, mosty ev.č. 336-006, 336-007

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY

SO 201 - Most 336-006 přes Čenovický potok

Statický výpočet



OBSAH

Obsah	2
1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU	3
2 POUŽITÁ LITERATURA A SOFTWARE	4
3 ÚVOD A ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU	5
4 VÝPOČTOVÝ MODEL	8
4.1 Popis modelu	8
4.2 Výpočet zatížení	11
4.3 Kombinace zatěžovacích stavů	14
4.4 Vnitřní síly	16
5 POSOUZENÍ NK	20
5.1 Posouzení – Horní deska	20
5.2 Posouzení - Stěna	21
5.3 Posouzení – Dolní deska	22
5.4 Posouzení – Křídlo	27
5.5 Schéma vyztužení	29
6 ZALOŽENÍ MOSTU	30
6.1 Kontaktní napětí na základové desce	30
6.2 Posouzení únosnosti v základové spáře	32
7 ZÁVĚR	37



1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

1.1 Stavba:	II/336, Starý Samechov, mosty ev.č. 336-006, 336-007
1.2 Název objektu :	SO 201 - Most 336-006 přes Čenovický potok
1.3 Katastrální obec:	Kněž u Čestína
1.4 Kraj:	Středočeský
1.5 Objednatel :	Pontex s.r.o., Bezová 1658, 147 14 Praha 4
1.6 Investor :	KSÚS Středočeského kraje, Zborovská 11, 150 21 Praha 5 Správa Kutná Hora Klejnarská 894, 280 00 Kolín
1.7 Uvažovaný správce mostu :	KSÚS Středočeského kraje, Zborovská 11, 150 21 Praha 5 Správa Kutná Hora Klejnarská 894, 280 00 Kolín
1.8 Projektant:	Stráský, Hustý a partneři s. r. o. Bohunická 50, 619 00 Brno tel.: +420 547 101 811 shp@shp.eu
1.9 Pozemní komunikace :	silnice 2. třídy číslo 336





2 POUŽITÁ LITERATURA A SOFTWARE

Použité normy

- | | | |
|-----|-----------------|--|
| [1] | ČSN EN 1990 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| [2] | ČSN EN 1991-1-1 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| [3] | ČSN EN 1991-1-4 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení
Zatížení větrem |
| [4] | ČSN EN 1991-1-5 | Eurokód Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná
zatížení - Zatížení teplotou |
| [5] | ČSN EN 1991-1-6 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení
Zatížení během provádění |
| [6] | ČSN EN 1991-2 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů
dopravou |
| [7] | ČSN EN 1992-1-1 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1:
Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby |
| [8] | ČSN EN 1992-2 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2:
Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady |
| [9] | ČSN 73 6222 | Zatížitelnost mostů pozemních komunikací |

Použitý software

Výpočet nosné konstrukce – Scia Engineer 2009.0
Dimenzování betonového průřezu – BetPrur ver. 4.81
Únosnost základové půdy – GEO5v13 CS

3 ÚVOD A ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Překračovanou překážkou je koryto Čenovického potoka. Jedná se o přirozené koryto potoka bez zpevnění, pod stávajícím mostem způsobuje vodoteč podemílání krajních opěr klenby.

Převáděná silnice II/336 leží na mostě částečně v přímé a částečně ve směrovém oblouku o poloměru $R = 50$ m. Niveleta vozovky klesá směr Starý Samechov v proměnném sklonu od 4,25% po 1,50%. Příčný sklon je proměnný, klopený vpravo jednostranně 2,5 % ze střechovitého sklonu 2,5%. Klopení se realizuje kolem osy silnice.

Konstrukci tvoří jednopolový, přímo pojížděný rám. Nosná konstrukce je monolitická, železobetonová. Příčel rámu je v podélném směru náběhovaná. Na koncích mostu je silniční těleso zajištěno rovnoběžnými železobetonovými křídly, svahy tělesa jsou zpevněny kamenem do betonu. Založení mostu je navrženo plošné s výměnou nevyhovujících základových půd.

Způsob výstavby nosné konstrukce je betonáž na pevné skruži v jednom taktu.

3.1 Délka přemostění:	7,16 m
3.2 Délka mostu:	16,561 m
3.3 Délka nosné konstrukce:	8,206 m
3.4 Rozpětí pole:	7,683 m
3.5 Šikmost mostu:	56^g
3.6 Volná šířka mostu:	6,50 m
3.7 Šířka průchozího prostoru:	-
3.8 Šířka mostu:	8,10 m
3.9 Šířka N.K.:	7,60 m
3.10 Výška mostu nad terénem:	2,39 m
3.11 Stavební výška:	0.95 m
3.12 Plocha nosné konstrukce mostu:	62,5 m²

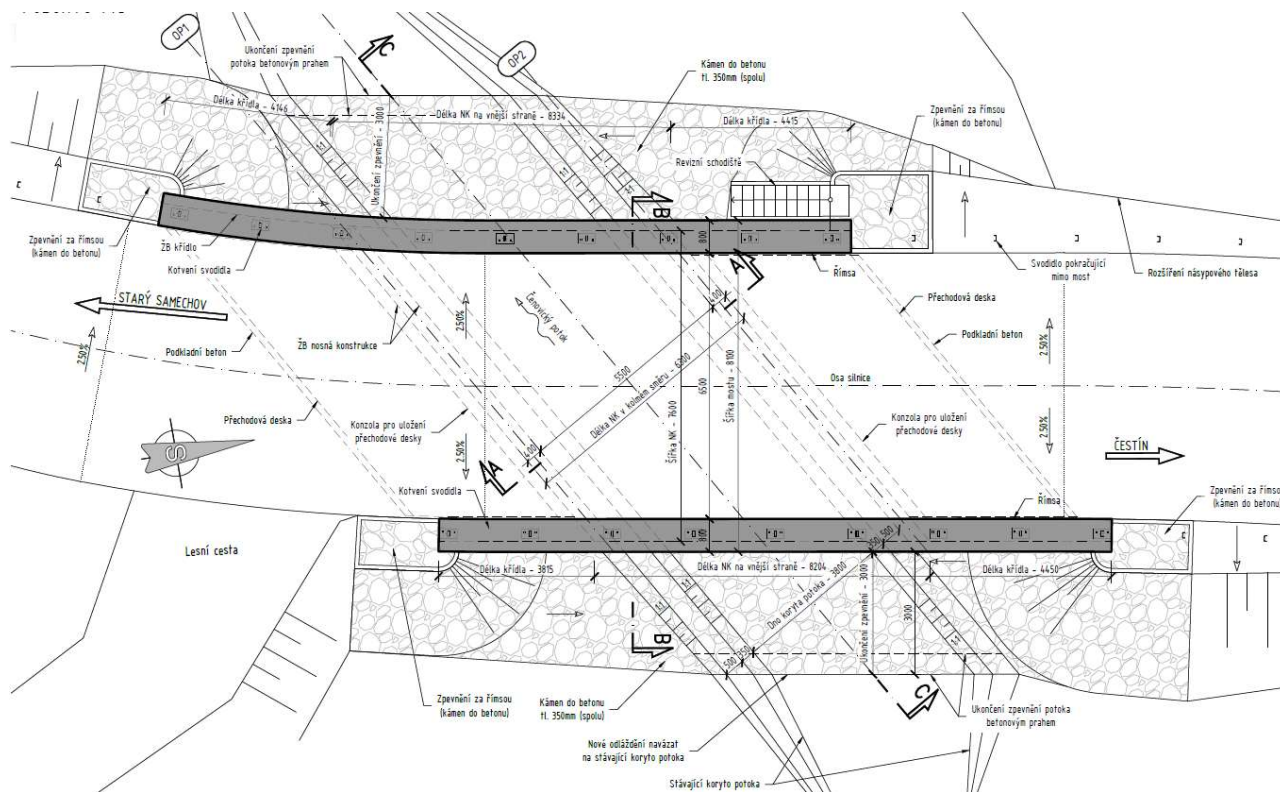
*(plocha nosné konstrukce mostu je stanovena jako šířka * délka NK)*

Předmětem statického výpočtu je návrh a posouzení železobetonového monolitického rámu.

Materiál: Beton C 35/45
Betonářská výztuž: B500 B

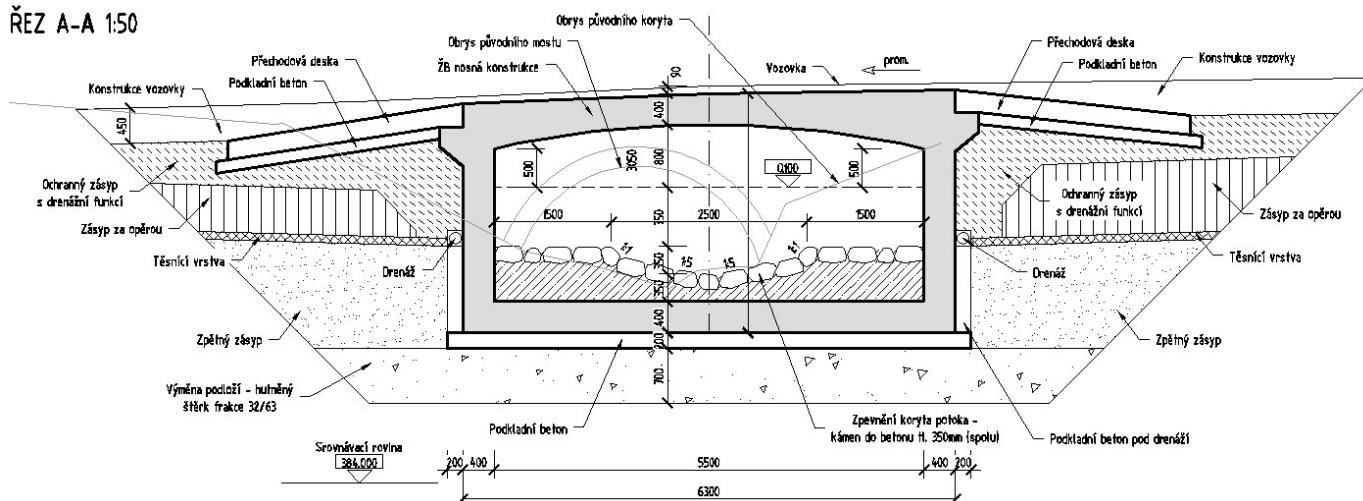
Přehledné výkresy

• Půdorys mostu



• Podélný řez

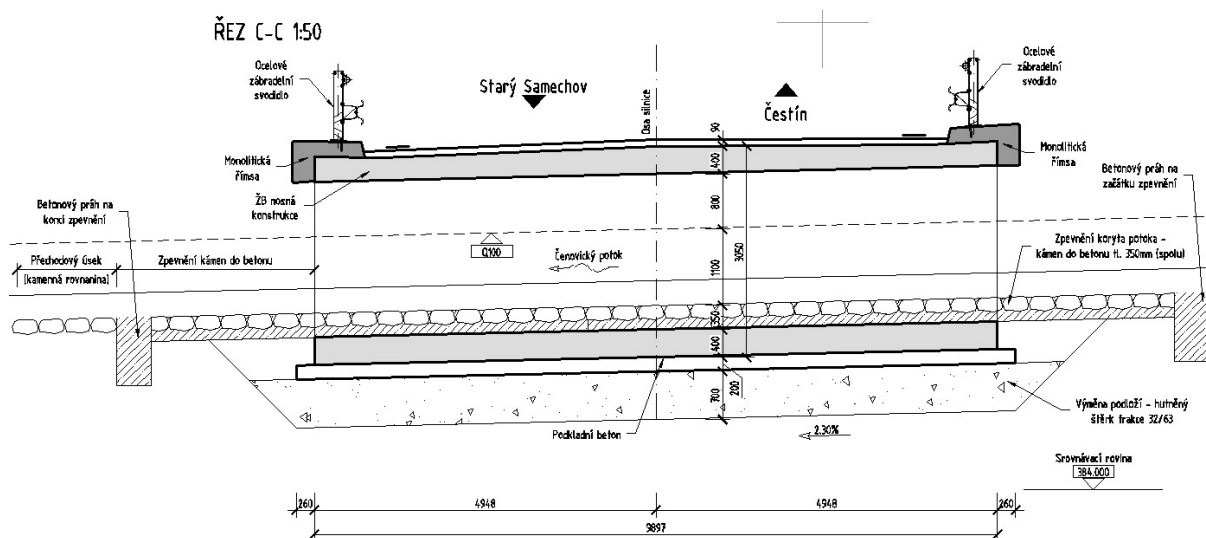
ŘEZ A-A 1:50



Stráský, Hustý a partneři s.r.o

Bohunická 50, 619 00 Brno, tel.: +420 547 101 811, mail: shp@shp.eu, www.shp.eu

- Příčný řez

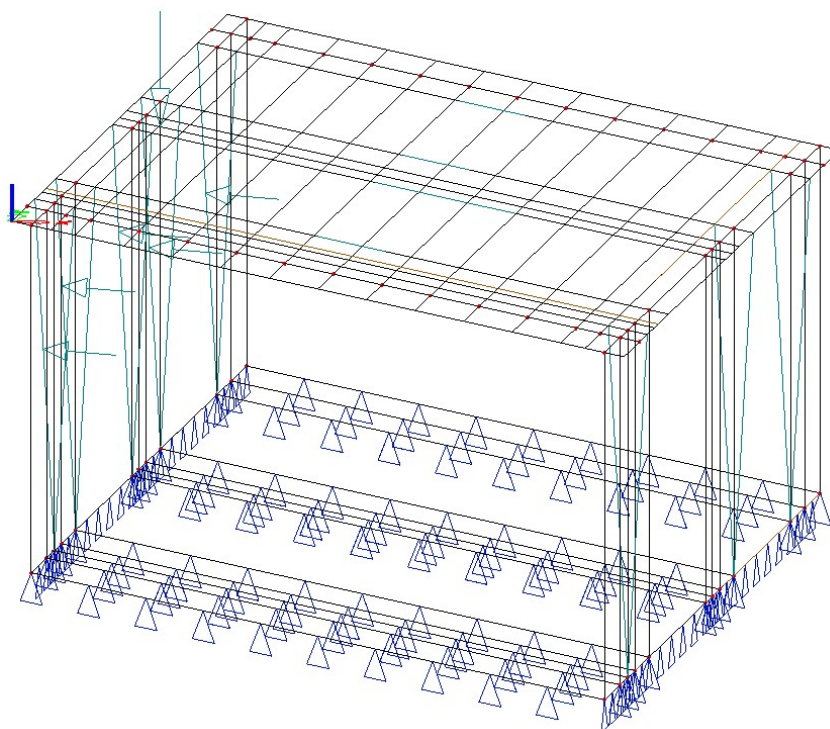


4 VÝPOČTOVÝ MODEL

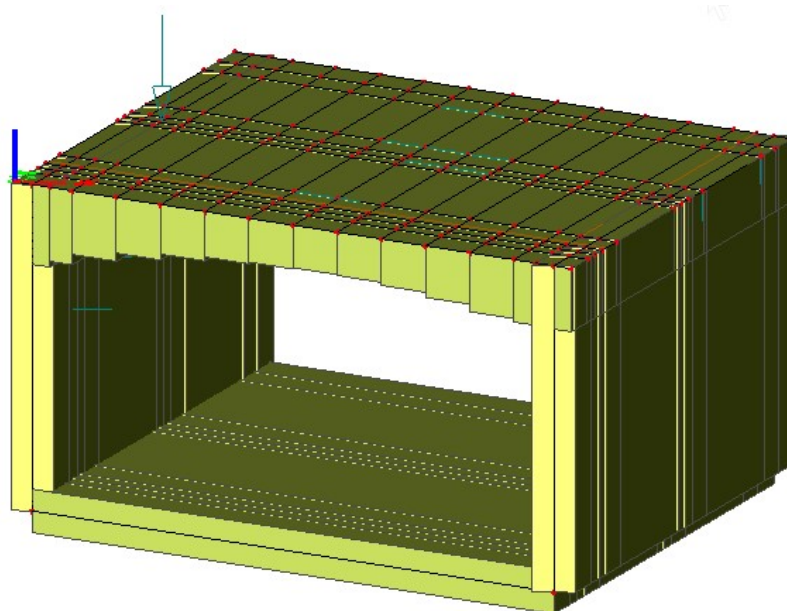
4.1 Popis modelu

Výpočtový model mostu pro statický výpočet je proveden v programu Scia Engineer. Železobetonový rám je modelován jako prostorová deskostěnová konstrukce, skládající se z horní a dolní desky a stěn. Horní náběhovaná deska je tvořená za pomoci proměnných výšek desek s průměrnou výškou určenou po 500 mm. Stěny a dolní deska jsou tvořeny deskou konstantní tloušťky. Model je podepřen plošně na dolní desce.

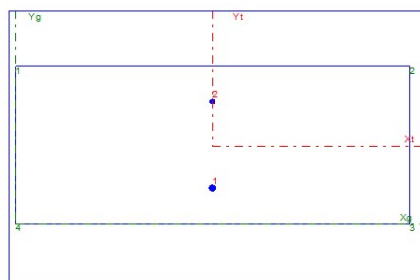
Geometrie konstrukce byla pro potřeby modelu mírně zjednodušena



Deskostěnový model v Scia Engineer včetně podepření



Deskostěnový model v Scia Engineer včetně zobrazení průřezů konstrukce



EC2 EN 1992-1-1

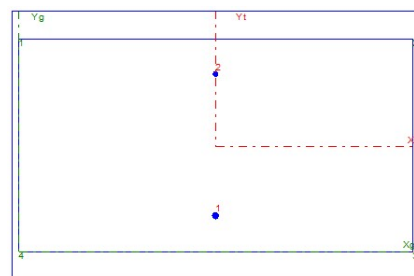
Průřezové Charakteristiky

A	=	0,4515
x _{ci}	=	0,5000
y _{ci}	=	0,1972
I _{ci}	=	0,005953
I _{yt}	=	0,03333
F _{ci}	=	0,4000
F _{st}	=	0,00343498
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	8

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es
		34000,0	200000,0
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}
		-35,0	-21,0
		f _{yk}	f _{yd}
		500,0	434,8
Charakteristiky betonu : ε _{cu3} (ε _{cs}) = -3,50‰		η = 1,00	λ = 0,80
		γ _f = 1,50	γ _s = 1,15
		α _{cc} = 0,90	α _{ct} = 1,00

Beton		P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
		1	0,000	0,400	3	1,000	0,000
		2	1,000	0,400	4	0,000	0,000
Výztuž		P.č.	X[m]	Y[m]	Přum[m]	Počet	Plocha
		1	0,500	0,090	0,0200	6,667	0,0020945
		2	0,500	0,310	0,0160	6,667	0,0013405



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	0,5915
x _{ci}	=	0,5000
y _{ci}	=	0,2666
I _{ci}	=	0,01478
I _{yt}	=	0,045
F _{ci}	=	0,5400
F _{st}	=	0,00343498
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	8

Opis Vstupních údajů

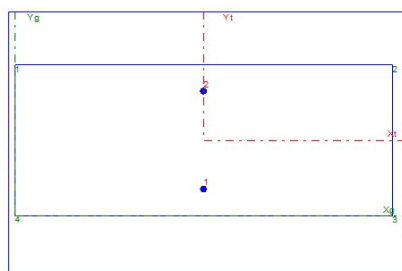
Moduly pružnosti		Ec	Es
		34000,0	200000,0
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}
		-35,0	-21,0
		f _{yk}	f _{yd}
		500,0	434,8
Charakteristiky betonu : ε _{cu3} (ε _{cs}) = -3,50‰		η = 1,00	λ = 0,80
		γ _f = 1,50	γ _s = 1,15
		α _{cc} = 0,90	α _{ct} = 1,00

Beton		P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
		1	0,000	0,540	3	1,000	0,000
		2	1,000	0,540	4	0,000	0,000
Výztuž		P.č.	X[m]	Y[m]	Přum[m]	Počet	Plocha
		1	0,500	0,090	0,0200	6,667	0,0020945
		2	0,500	0,450	0,0160	6,667	0,0013405

Průřez – horní deska – směr X...

a) Uprostřed rozpětí

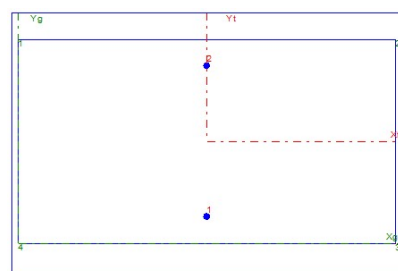
b) Rámový roh



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	0.4628
x _c	=	0.5000
y _i	=	0.2000
I _{xc}	=	0.006395
I _{yc}	=	0.03333
F _s	=	0.4000
F _s	=	0.004189
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	8



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	0.6028
x _c	=	0.5000
y _i	=	0.2700
I _{xc}	=	0.01564
I _{yc}	=	0.045
F _s	=	0.5400
F _s	=	0.004189
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	8

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es			
		34000.0	200000.0			
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}	
		-35.0	-21.0	500.0	434.8	
Charakteristiky betonu : ε _{cu3} (ε _{cs}) = -3.50‰ γ _f = 1.00 λ = 0.80 γ _s = 1.50 γ _s = 1.15 α _{cc} = 0.90 α _{ct} = 1.00						
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
	1	0.000	0.400	3	1.000	0.000
	2	1.000	0.400	4	0.000	0.000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Počet	Plocha
	1	0.500	0.070	0.0200	6.667	0.0020945
	2	0.500	0.330	0.0200	6.667	0.0020945

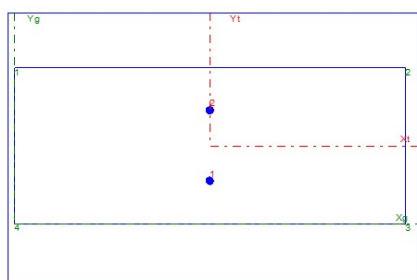
Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es			
		34000.0	200000.0			
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}	
		-35.0	-21.0	500.0	434.8	
Charakteristiky betonu : ε _{cu3} (ε _{cs}) = -3.50‰ γ _f = 1.00 λ = 0.80 γ _s = 1.50 γ _s = 1.15 α _{cc} = 0.90 α _{ct} = 1.00						
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
	1	0.000	0.540	3	1.000	0.000
	2	1.000	0.540	4	0.000	0.000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Počet	Plocha
	1	0.500	0.070	0.0200	6.667	0.0020945
	2	0.500	0.470	0.0200	6.667	0.0020945

Průřez – horní deska – směr Y...

a) Uprostřed rozpětí

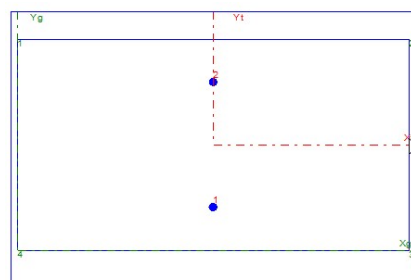
b) Rámový roh



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	0.4760
x _c	=	0.5000
y _i	=	0.2000
I _{xc}	=	0.005949
I _{yc}	=	0.03333
F _s	=	0.4000
F _s	=	0.00506869
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	8



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	0.6160
x _c	=	0.5000
y _i	=	0.2700
I _{xc}	=	0.01507
I _{yc}	=	0.045
F _s	=	0.5400
F _s	=	0.00506869
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	8

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es			
		34000.0	200000.0			
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}	
		-35.0	-21.0	500.0	434.8	
Charakteristiky betonu : ε _{cu3} (ε _{cs}) = -3.50‰ γ _f = 1.00 λ = 0.80 γ _s = 1.50 γ _s = 1.15 α _{cc} = 0.90 α _{ct} = 1.00						
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
	1	0.000	0.400	3	1.000	0.000
	2	1.000	0.400	4	0.000	0.000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Počet	Plocha
	1	0.500	0.110	0.0220	6.667	0.0025343
	2	0.500	0.290	0.0220	6.667	0.0025343

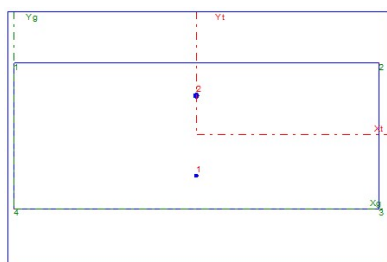
Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es			
		34000.0	200000.0			
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}	
		-35.0	-21.0	500.0	434.8	
Charakteristiky betonu : ε _{cu3} (ε _{cs}) = -3.50‰ γ _f = 1.00 λ = 0.80 γ _s = 1.50 γ _s = 1.15 α _{cc} = 0.90 α _{ct} = 1.00						
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
	1	0.000	0.540	3	1.000	0.000
	2	1.000	0.540	4	0.000	0.000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Počet	Plocha
	1	0.500	0.110	0.0220	6.667	0.0025343
	2	0.500	0.430	0.0220	6.667	0.0025343

Průřez – horní deska – Parapetní nosník...

a) Uprostřed rozpětí

b) Rámový roh



EC2 EN 1992-1-1

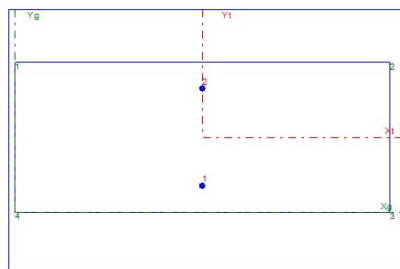
Průřezové Charakteristiky

A	=	0,4368
x ₁	=	0,5000
y ₁	=	0,2036
I _{xx}	=	0,005773
I _{yy}	=	0,03333
F _s	=	0,4000
F _s	=	0,00245056
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVyztuz	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	4

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es		
		34000,0	200000,0		
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}
		-35,0	-21,0	500,0	434,8
Charakteristiky betonu : E _{cm} (E _{cs}) = -3,50‰					
η = 1,00 λ = 0,80 γ _s = 1,50 γ _h = 1,15 α _{ce} = 0,90 α _{ct} = 1,00					
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	Y[m]
	1	0,000	0,400	3	1,000
	2	1,000	0,400	4	0,000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Plocha
	1	0,500	0,090	0,0120	6,667
	2	0,500	0,310	0,0180	6,667

Průřez – stěna ...



EC2 EN 1992-1-1

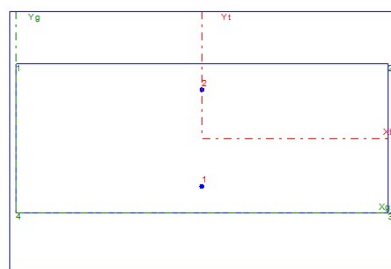
Průřezové Charakteristiky

A	=	0,4509
x ₁	=	0,5000
y ₁	=	0,2000
I _{xx}	=	0,006193
I _{yy}	=	0,03333
F _s	=	0,4000
F _s	=	0,0039309
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVyztuz	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	4

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es		
		34000,0	200000,0		
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}
		-35,0	-21,0	500,0	434,8
Charakteristiky betonu : E _{cm} (E _{cs}) = -3,50‰					
η = 1,00 λ = 0,80 γ _s = 1,50 γ _h = 1,15 α _{ce} = 0,90 α _{ct} = 1,00					
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	Y[m]
	1	0,000	0,400	3	1,000
	2	1,000	0,400	4	0,000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Plocha
	1	0,500	0,070	0,0180	6,667
	2	0,500	0,330	0,0180	6,667

Vertikální směr



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	0,4308
x ₁	=	0,5000
y ₁	=	0,2000
I _{xx}	=	0,005854
I _{yy}	=	0,03333
F _s	=	0,4000
F _s	=	0,00205261
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVyztuz	=	2
nPředpětí	=	0
nZS	=	4

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		Ec	Es		
		34000,0	200000,0		
Pevnosti		f _{ck}	f _{cd}	f _{yk}	f _{yd}
		-35,0	-21,0	500,0	434,8
Charakteristiky betonu : E _{cm} (E _{cs}) = -3,50‰					
η = 1,00 λ = 0,80 γ _s = 1,50 γ _h = 1,15 α _{ce} = 0,90 α _{ct} = 1,00					
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	Y[m]
	1	0,000	0,400	3	1,000
	2	1,000	0,400	4	0,000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Přím[m]	Plocha
	1	0,500	0,070	0,0140	6,667
	2	0,500	0,330	0,0140	6,667

Průřez – stěna ...

a) Horizontální směr – u rámového rohu až 1 m

b) Horizontální směr – od 1m až dolů

4.2 Výpočet zatížení

ZATÍŽENÍ STÁLÉ

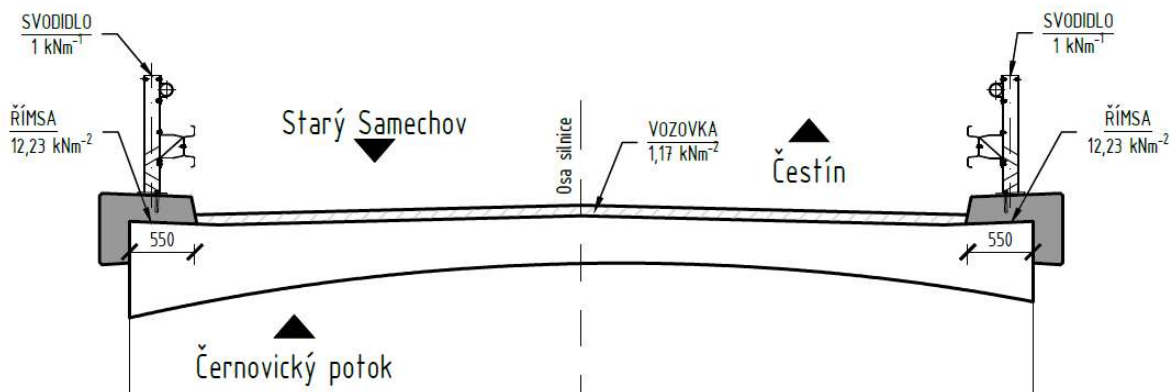
- ZS1 VLASTNÍ TÍHA

Výpočet vlastní tíhy konstrukce byl proveden programem automaticky.

Uvažovaná tíha betonu 25 kNm⁻³.

- ZS2 OSTATNÍ STÁLÉ

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu konstrukčních vrstev vozovky, římsy a zábradelního svodidla.



- ZS3 ZEMNÍ TLAK

Uvažován zemní tlak s parametry zeminy $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $K = 0,5$.

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - DOPRAVA

- ZS4 MODEL ZATÍŽENÍ 1 (LM1)

Soustředěné zatížení od dvounápravy (TS), každá náprava o tíze $\alpha_Q Q_k$.

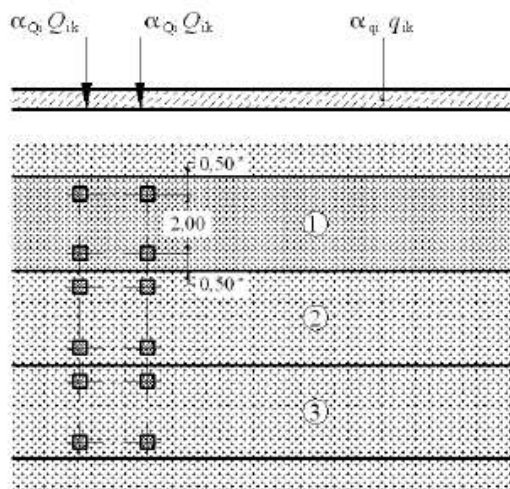
Rovnoměrné zatížení (UDL) o velikosti $\alpha_Q q_k$.

(4) Charakteristické hodnoty Q_{ik} a q_{ik} včetně dynamického součinitele jsou uvedeny v tabulce 4.2.

Tabulka 4.2 – Model zatížení 1 – charakteristické hodnoty

Umístění	Dvounáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly Q_{ik} (kN)	q_{ik} (nebo q_{rk}) (kN/m ²)
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha (q_{rk})	0	2,5

Podrobnosti k modelu zatížení 1 jsou uvedeny v obrázku 4.2a.

**Legenda**(1) pruh č. 1: $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$ (2) pruh č. 2: $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (3) pruh č. 3: $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Vzdálenost náprav dvojnápravy je 1,2 m

* pro $w_1 = 3,00 \text{ m}$

- ZS5 MODEL ZATÍŽENÍ 3 (LM3)

Základní model zvláštního vozidla 1800/200 (1800 kN – 9 náprav po 200 kN), vzdálenost náprav v sestavě 1,50 m, pohybující se normální rychlostí max 70 km/h. Pro normální rychlost uvažovaný dynamický součinitel $\varphi = 1,25$.

Tabulka NA.4 – Zvláštní vozidla pro silnice I. a II. třídy

Celková tíha	1800 kN
Označení	1800/200
Nápravy	$n = 9 \times 200 \text{ kN}$, $e = 1,50 \text{ m}$
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů podle A.3 (2), přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50 \text{ m}$.
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální ($\leq 70 \text{ km/hod}$)
Dynamický součinitel	Ano, $\varphi = 1,25$
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě.

- ZS6 BRZDNÉ A ROZJEZDOVÉ SÍLY - LM1

Brzdné a rozjezdové síly – LM1

 $Q_{1k} = 385 \text{ kN}$



- ZS7 BRZDNÉ A ROZJEZDOVÉ SÍLY - LM3

Brzdné a rozjezdové síly – LM3

$Q_{lk} = 600 \text{ kN}$

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - TEPLOTA

- ZS8 RZT+

Rovnoměrná změna teploty $\Delta T_{N,EXP} = 40,0 \text{ °C}$

- ZS9 RZT-

Rovnoměrná změna teploty $\Delta T_{N,CON} = -23,0 \text{ °C}$

- ZS10 NZT+

Nerovnoměrná změna teploty, teplotní gradient $+11,25 \text{ °C}$

- ZS11 NZT-

Nerovnoměrná změna teploty, teplotní gradient $-8,0 \text{ °C}$

Ostatní zatěžovací stavy nejsou pro danou konstrukci rozhodující.

4.3 Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinace zatěžovacích stavů byly provedeny dle zásad mezních stavů.

Mezní stav únosnosti:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Mezní stavy použitelnosti:

Charakteristická kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Častá kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvazistálá kombinace

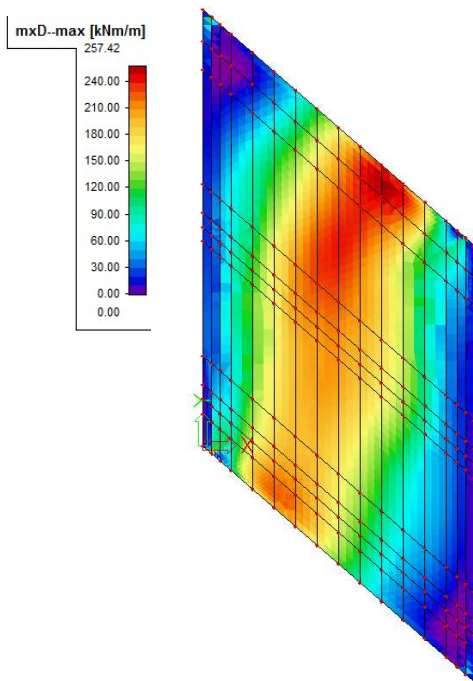
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$



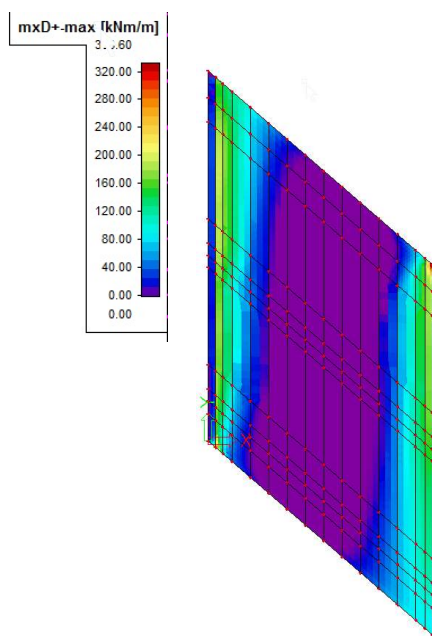
Z důvodu rozsáhlého množství výsledků jsou níže uvedeny pouze vnitřní síly mezního stavu únosnosti na horní desce rámového mostu. Orientace osy X a Y je uvedena u diagramu v levém dolním rohu.

4.4 Vnitřní síly

- Mezní stav únosnosti – gr1a
mxD-



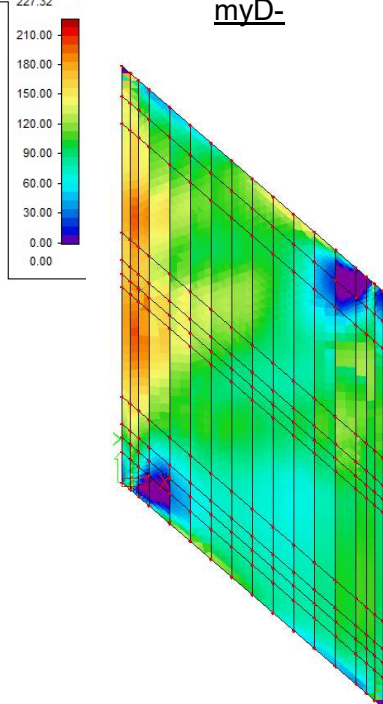
mxD+



myD-max [kNm/m]

227.32

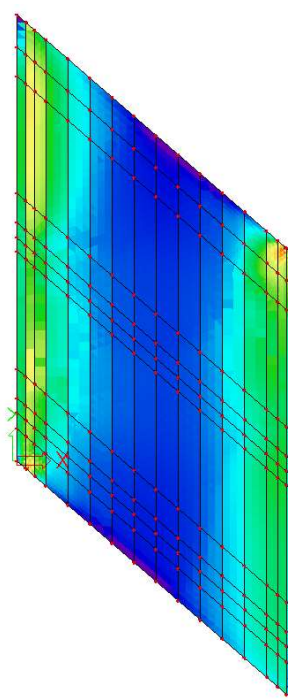
myD-



myD+-max [kNm/m]

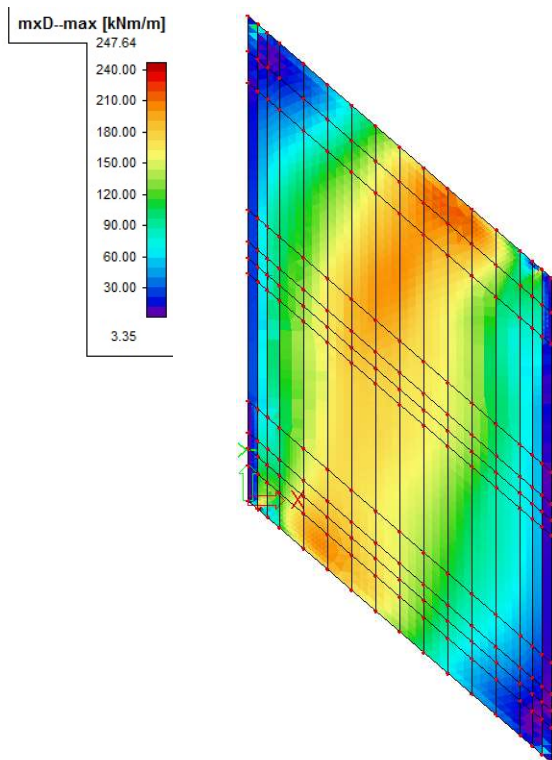
285.90

myD+

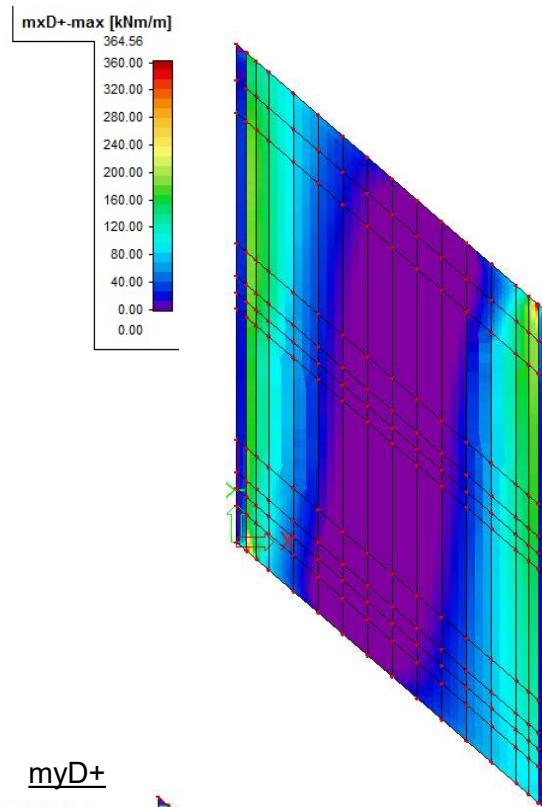


- Mezní stav únosnosti – gr2

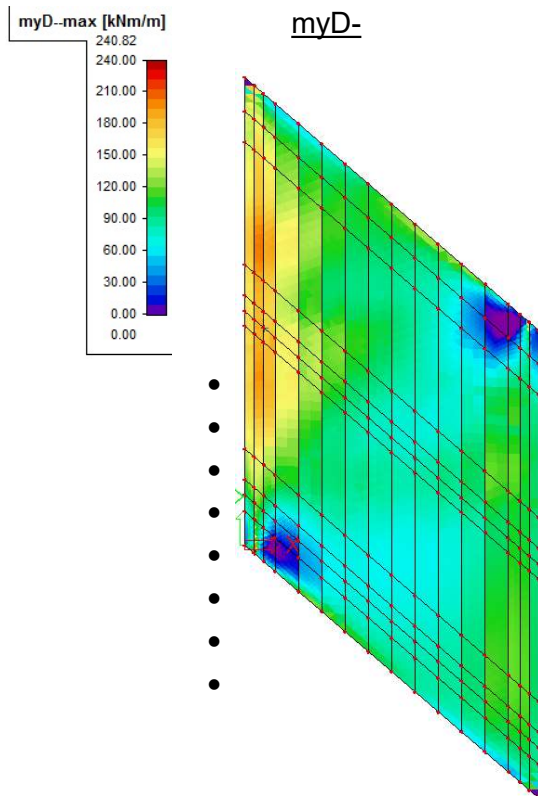
mxD-



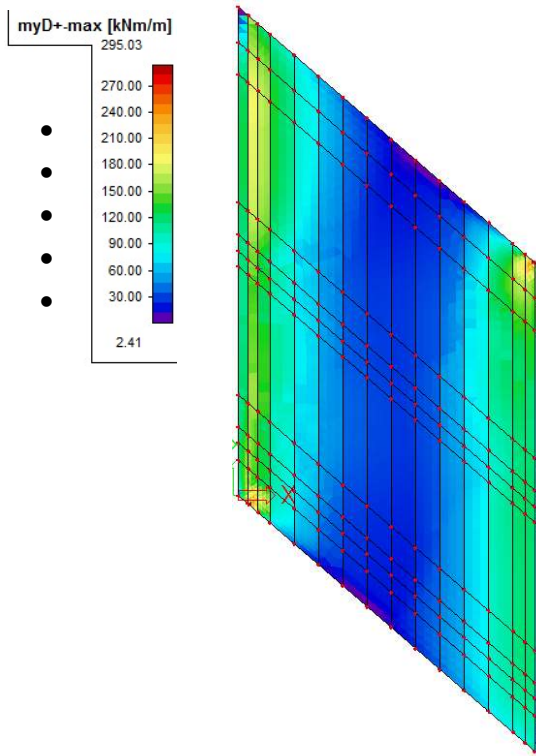
mxD+



myD-



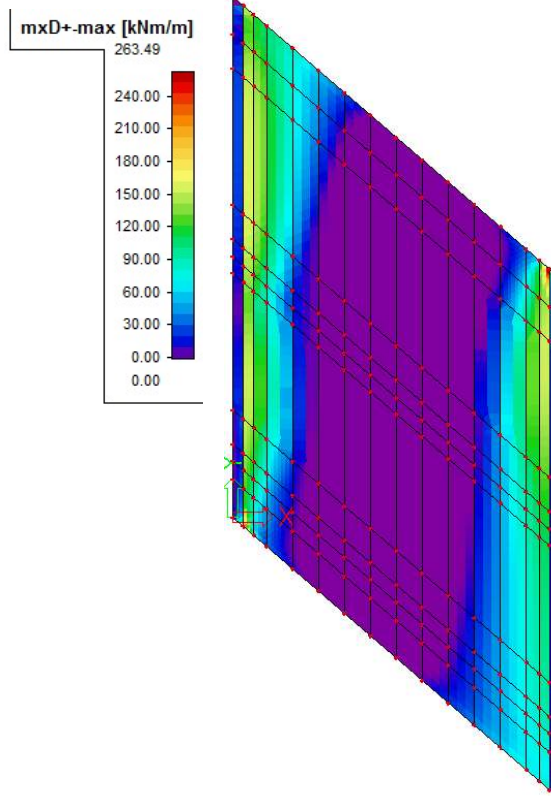
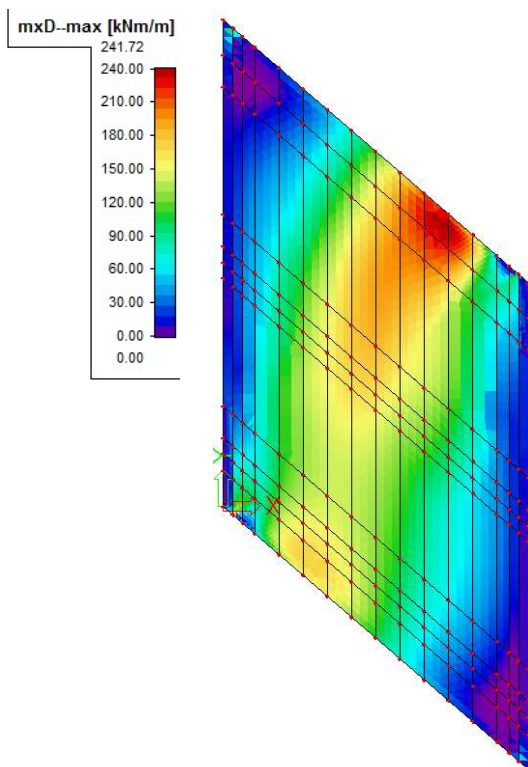
myD+



- Mezní stav únosnosti – gr5

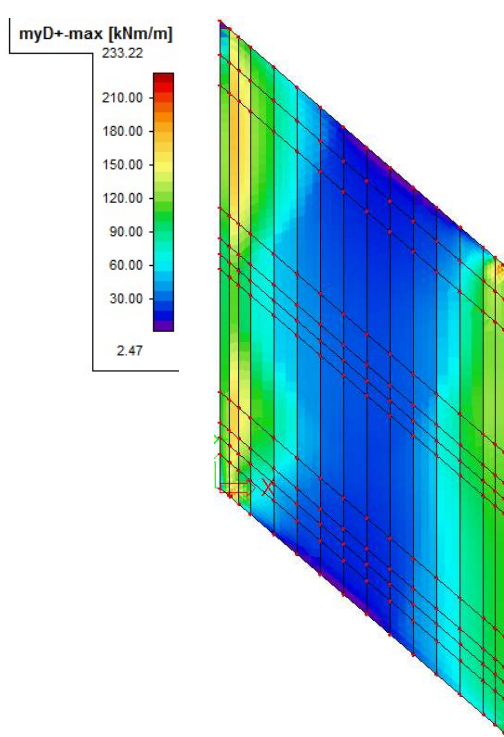
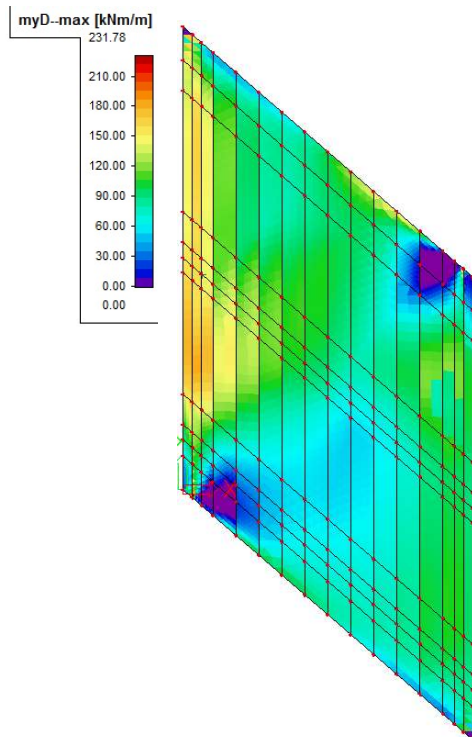
mxD-

mxD+



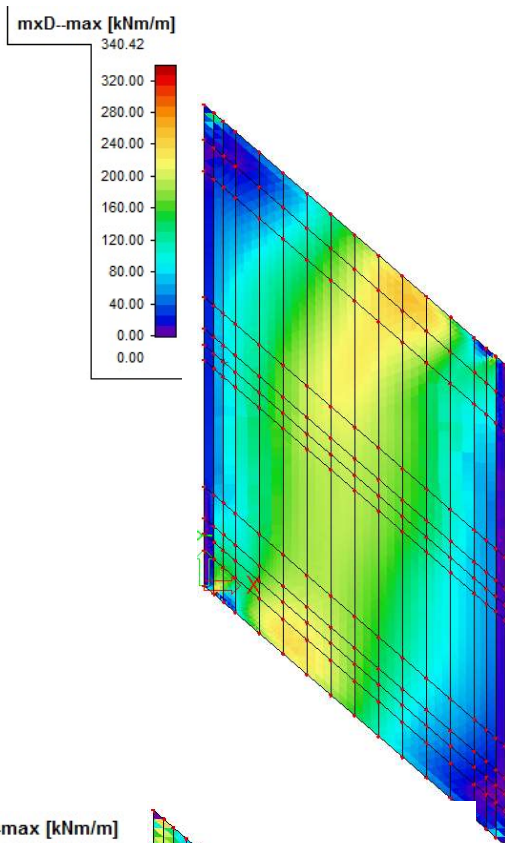
myD-

myD+

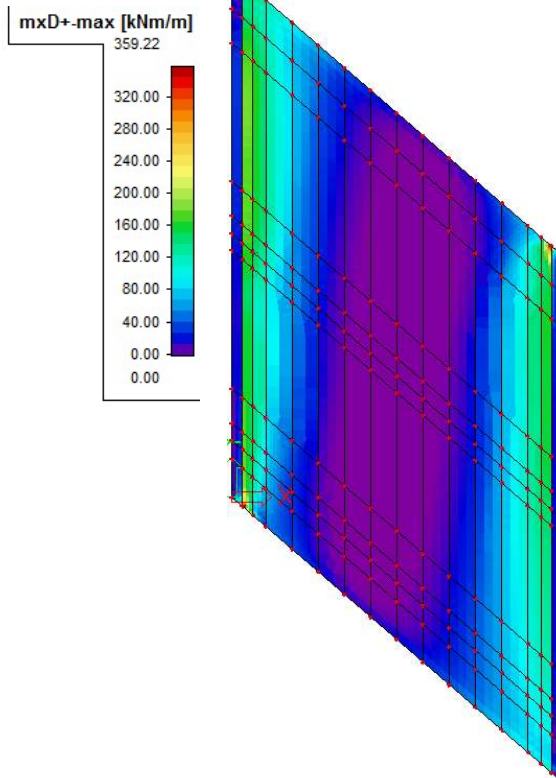


- Mezní stav únosnosti – hlavní složka teplota

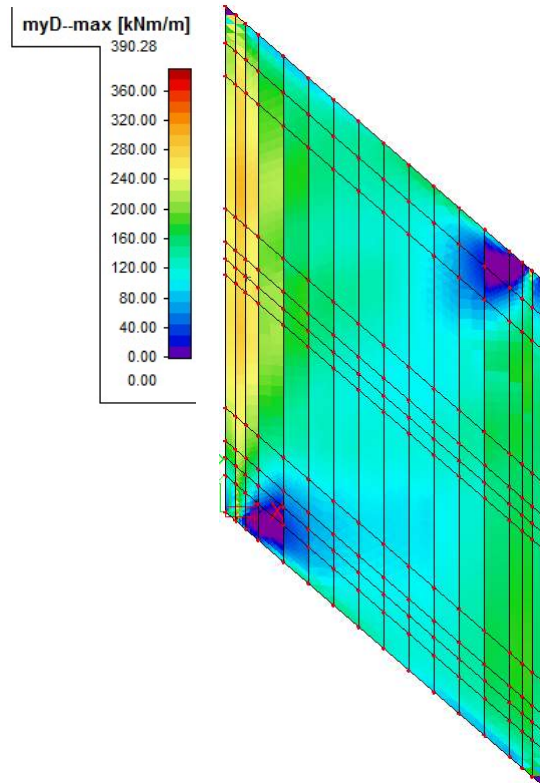
mxD-



mxD+



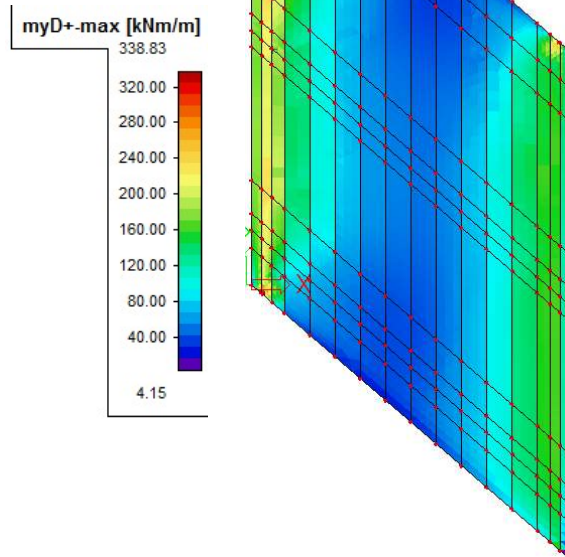
myD-max [kNm/m]



myD-

myD+

myD+-max [kNm/m]



5 POSOUZENÍ NK

Posouzení mostu bylo provedeno dle zásad mezních stavů.

- Posouzení horní desky v rozhodujících průřezích ve směrech x a y a parapetní nosník (v místě rámového spojení se stěnou a v oblasti poloviny rozpětí).
- Posouzení stěny horizontálním směru (do vzdálenosti 1 m od rámového spojení a 1m od rámového spojení až k dolní desce),
Posouzení stěny ve vertikálním směru
- Posouzení dolní desky
- Posouzení zavěšeného křídla

5.1 Posouzení – Horní deska

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Horní deska - Směr X	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MEd)
Rámový roh			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	e16/150	-5.0	253.4	-9.3	-1.9	0.235	1.52
	DV	e20/150	-2.3	98.8	-7.8	-1.4	0.122	4.41
Kombinace 2	HV	e16/150	-5.0	252.7	-9.4	-1.9	0.235	1.52
	DV	e20/150	-2.4	101.0	-8.2	-1.4	0.122	3.76
Kombinace 3	HV	e16/150	-4.2	216.1	-7.7	-1.9	0.235	1.80
	DV	e20/150	-2.1	89.0	-7.0	-1.4	0.122	4.28
Kombinace 4	HV	e16/150	-4.7	250.1	-6.0	-1.9	0.235	1.55
	DV	e20/150	-3.1	135.1	-10.0	-1.4	0.122	2.64
Horní deska - SMĚR X	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MEd)
Střed rozpětí			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	e16/150	0.0	12.9	7.6	0.0	0.000	162.35
	DV	e20/150	-11.1	316.9	-26.5	-4.4	0.168	1.11
Kombinace 2	HV	e16/150	0.0	14.3	7.1	0.0	0.000	119.07
	DV	e20/150	-9.4	268.7	-21.8	-4.4	0.168	1.32
Kombinace 3	HV	e16/150	0.0	11.4	7.1	0.0	0.000	189.89
	DV	e20/150	-9.0	256.8	-21.1	-4.4	0.168	1.38
Kombinace 4	HV	e16/150	0.0	31.2	0.2	0.0	0.000	24.53
	DV	e20/150	-10.2	294.4	-23.4	-4.4	0.168	1.19

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Horní deska - SMĚR Y	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MEd)
Rámový roh			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	e20/150	-3.2	186.0	-13.7	-1.7	0.210	2.00
	DV	e20/150	-3.6	197.6	-15.9	-2.1	0.237	1.83
Kombinace 2	HV	e20/150	-3.2	184.4	-12.9	-1.7	0.210	2.03
	DV	e20/150	-3.5	196.9	-15.4	-2.1	0.237	1.83
Kombinace 3	HV	e20/150	-2.9	172.4	-11.7	-1.7	0.210	2.20
	DV	e20/150	-3.2	184.1	-14.0	-2.1	0.237	1.99
Kombinace 4	HV	e20/150	-4.0	252.9	-13.7	-1.7	0.210	1.38
	DV	e20/150	-4.9	285.3	-20.2	-2.1	0.237	1.15
Horní deska - SMĚR Y	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MEd)
Střed rozpětí			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	e20/150	-1.1	43.6	-3.9	-0.8	0.034	8.58
	DV	e20/150	-4.6	150.3	-22.1	-2.0	0.076	2.30
Kombinace 2	HV	e20/150	-1.1	42.8	-4.0	-0.8	0.034	8.49
	DV	e20/150	-3.9	127.6	-18.5	-2.0	0.076	2.72
Kombinace 3	HV	e20/150	-1.0	36.8	-3.7	-0.8	0.034	9.80
	DV	e20/150	-4.0	129.0	-19.4	-2.0	0.076	2.66
Kombinace 4	HV	e20/150	-1.9	67.8	-7.6	-0.8	0.034	5.17
	DV	e20/150	-4.9	161.9	-23.6	-2.0	0.076	2.09

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Horní deska - Parapetní nosník	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
Rámový roh			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø22-7ks	-8.3	291.3	-17.7	-3.4	0.203	1.25
	DV	ø22-7ks	0.0	49.2	15.3	0.0	0.058	20.12
Kombinace 2	HV	ø22-7ks	-8.0	286.1	-15.7	-3.4	0.203	1.29
	DV	ø22-7ks	-1.0	77.6	8.3	0.0	0.058	7.99
Kombinace 3	HV	ø22-7ks	-3.6	149.4	-2.4	-3.4	0.203	2.77
	DV	ø22-7ks	0.0	33.7	30.6	0.0	0.058	20.88
Kombinace 4	HV	ø22-7ks	-7.7	269.1	-17.0	-3.4	0.203	1.27
	DV	ø22-7ks	0.0	42.8	13.6	0.0	0.058	20.03
Horní deska - Parapetní nosník	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
Střed rozpětí			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø22-7ks	-1.0	36.1	4.6	0.0	0.000	37.77
	DV	ø22-7ks	-13.0	312.2	-2.4	0.0	0.000	1.15
Kombinace 2	HV	ø22-7ks	-1.4	46.2	4.9	0.0	0.000	9.70
	DV	ø22-7ks	-11.1	271.0	-0.8	0.0	0.000	1.34
Kombinace 3	HV	ø22-7ks	-0.8	29.6	4.1	0.0	0.000	15.73
	DV	ø22-7ks	-7.9	193.5	-0.2	0.0	0.000	1.88
Kombinace 4	HV	ø22-7ks	-2.1	70.2	6.7	0.0	0.000	6.05
	DV	ø22-7ks	-12.3	303.0	0.7	0.0	0.000	1.19

5.2 Posouzení - Stěna

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Stěna - Vertikální směr	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø18/150	-11.5	283.8	-39.9	-4.9	0.165	1.21
	DV	ø12/150						
Kombinace 2	HV	ø18/150	-12.1	311.6	-38.7	-4.9	0.165	1.12
	DV	ø12/150						
Kombinace 3	HV	ø18/150	-9.5	244.3	-30.4	-4.9	0.165	1.39
	DV	ø12/150						
Kombinace 4	HV	ø18/150	-9.7	241.6	-33.4	-4.9	0.165	1.38
	DV	ø12/150						

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Stěna - horizontální směr	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
do vzdálenosti 1 m od rám. rohu			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø18/150	0.0	240.8	91.6	0.0	0.000	2.68
	DV	ø18/150						
Kombinace 2	HV	ø18/150	0.0	235.6	82.5	0.0	0.000	2.74
	DV	ø18/150						
Kombinace 3	HV	ø18/150	0.0	220.0	90.4	0.0	0.000	3.30
	DV	ø18/150						
Kombinace 4	HV	ø18/150	0.0	301.0	170.2	0.0	0.000	1.44
	DV	ø18/150						
Stěna - horizontální směr	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
1m od rámového rohu až dol deska			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø14/150	0.0	198.3	11.3	0.0	0.000	3.11
	DV	ø14/150						
Kombinace 2	HV	ø14/150	0.0	193.3	18.5	0.0	0.000	3.31
	DV	ø14/150						
Kombinace 3	HV	ø14/150	0.0	187.1	20.6	0.0	0.000	3.51
	DV	ø14/150						
Kombinace 4	HV	ø14/150	0.0	256.5	92.7	0.0	0.000	2.25
	DV	ø14/150						



5.3 Posouzení – Dolní deska

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Dolní deska - Směr X	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
Rámový roh			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø14/150	0.0	60.5	16.7	0.0	0.000	19.28
	DV	ø16/150	-7.3	313.4	-20.3	-3.3	0.175	1.17
Kombinace 2	HV	ø14/150	-1.7	114.3	4.1	0.0	0.000	4.44
	DV	ø16/150	-8.4	349.1	-25.6	-3.3	0.175	1.04
Kombinace 3	HV	ø14/150	0.0	37.1	24.0	0.0	0.000	102.39
	DV	ø16/150	-6.3	239.7	-23.1	-3.3	0.175	1.41
Kombinace 4	HV	ø14/150	0.0	55.9	10.1	0.0	0.000	17.42
	DV	ø16/150	-6.4	271.5	-17.9	-3.3	0.175	1.36
Dolní deska - SMĚR X	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
Střed rozpětí			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø14/150	-6.4	312.0	-10.0	-2.9	0.206	1.24
	DV	ø16/150	-	-	-	-	-	-
Kombinace 2	HV	ø14/150	-5.7	283.9	-7.3	-2.9	0.206	1.39
	DV	ø16/150	-	-	-	-	-	-
Kombinace 3	HV	ø14/150	-5.1	253.4	-6.9	-2.9	0.206	1.56
	DV	ø16/150	-	-	-	-	-	-
Kombinace 4	HV	ø14/150	-5.3	276.5	-3.8	-2.9	0.206	1.45
	DV	ø16/150	-	-	-	-	-	-

			SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
Dolní deska - SMĚR Y	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
Rámový roh			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø16/150	0.0	97.4	63.2	-	-	42.16
	DV	ø14/150	-6.5	327.7	-7.5	-2.5	0.170	1.15
Kombinace 2	HV	ø16/150	0.0	109.6	45.3	-	-	13.48
	DV	ø14/150	-5.7	292.6	-5.4	-2.5	0.170	1.32
Kombinace 3	HV	ø16/150	0.0	79.6	53.8	-	-	69.24
	DV	ø14/150	-5.2	265.0	-5.4	-2.5	0.170	1.48
Kombinace 4	HV	ø16/150	0.0	91.8	56.5	-	-	37.90
	DV	ø14/150	-5.3	277.5	-4.3	-2.5	0.170	1.41
Dolní deska - SMĚR Y	prur	vyztužení	$\sigma_{bet(15)}$	σ_{vyzt+}	σ_{vyzt-}	$\sigma_{bet(15)}$	wk	s (MPa/MPa)
Střed rozpětí			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[mm]	[-]
Kombinace 1	HV	ø16/150	0.0	54.7	35.9	-1.3	0.146	2.39
	DV	ø14/150	-2.7	147.3	-0.1	0.0	0.047	120.81
Kombinace 2	HV	ø16/150	0.0	57.2	31.7	-1.3	0.146	2.73
	DV	ø14/150	-2.3	133.3	1.0	0.0	0.047	60.20
Kombinace 3	HV	ø16/150	0.0	52.9	36.3	-1.3	0.146	3.17
	DV	ø14/150	-1.9	120.7	2.8	0.0	0.047	171.81
Kombinace 4	HV	ø16/150	0.0	81.0	57.2	-1.3	0.146	2.58
	DV	ø14/150	-2.0	153.1	8.8	0.0	0.047	136.21

Pozn.

Kombinace 1 ... kombinace zatížení gr1a

Kombinace 2 ... kombinace zatížení gr2

Kombinace 3 ... kombinace zatížení gr5

Kombinace 4 ... kombinace zatížení „neredukovaná“ teplota



PARAPETNÍ NOSNÍK - U RÁMOVÉHO ROHU			
V_x			
MSU-Kombinace 1	458.92	kN	Průměřováno na 1 m, 0.4 m od líce stěny.
MSU-Kombinace 2	394.35	kN	
MSU-Kombinace 3	266.38	kN	
MSU-Kombinace 4	411.88	kN	

HORNÍ DESKA - U RÁMOVÉHO ROHU			
V_x			
MSU-Kombinace 1	252.6	kN	
MSU-Kombinace 2	204.94	kN	
MSU-Kombinace 3	172.68	kN	
MSU-Kombinace 4	196.71	kN	

STĚNA - U RÁMOVÉHO ROHU			
V_y			
MSU-Kombinace 1	89.81	kN	
MSU-Kombinace 2	110.95	kN	
MSU-Kombinace 3	72.2	kN	
MSU-Kombinace 4	85.35	kN	

SMYKOVÁ ÚNOSNOST PRVKU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

HORNÍ DESKA - V OBLASTI RÁMOVÉHO ROHU

Charakteristické vlastnosti betonu

beton pevnostní třídy C 35/45

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 35.0 \text{ MPa}$$

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

dílčí součinitel spolehlivosti betonu:

$$\gamma_c = 1.50$$

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 19.8 \text{ MPa}$$

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:

$$f_{ctm} = 3.2 \text{ MPa}$$

Charakteristické vlastnosti smykové výztuže

ocel B 500B

charakteristická hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

dílčí součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:

$$\gamma_s = 1.15$$

návrhová hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.78 \text{ MPa}$$

Posouzení prvku

výška průřezu:

$$h = 0.500 \text{ m}$$

nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:

$$b_w = 1.000 \text{ m}$$

krytí výztuže betonem:

$$c_{nom} = 0.055 \text{ m}$$

průměr podélné tahové výztuže:

$$d_s = 0.020 \text{ m}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c_{nom} - d_s / 2 = 0.435 \text{ m}$$

návrhová hodnota posouvající síly:

$$V_{Ed} = 252.6 \text{ kN}$$

empirický součinitel:

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

parametr vlivu výšky:

$$k = 1 + (200/d)^{0.5} = 1.68$$

$$k < 2.0 \rightarrow k = 1.7$$

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

$$A_{sl} = 3.14E-03 \text{ m}^2$$

stupeň vyztužení podélnou výztuží:

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) = 0.007 < 0.02$$

$$k_1 = 0.15$$

normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed} > 0$ pro tlak):

$$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

plocha průřezu:

$$A_c = b \cdot h = 0.500 \text{ m}^2$$

normálové napětí od návrhové hodnoty osově síly N_{Ed} :

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} \leq 0.2 \cdot f_{cd} = 3.97 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{cp} = 0 \text{ MPa}$$

minimální hodnota smykového napětí, které přenesou prvek v šikmé trhlině:

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.45 \text{ MPa}$$

minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 195.80 \text{ kN}$$

návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = 257.07 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}\} = 257.07 \text{ kN}$$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem:

$$v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.516$$

návrhová únosnost tlakových diagonál:

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 2225.90 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,o} = 257.07 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 2225.90 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{Ed} = 252.6 \text{ kN} < V_{Rd,o} = 257.07 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

SMYKOVÁ ÚNOSNOST PRVKU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

STĚNA - V OBLASTI RÁMOVÉHO ROHU

Charakteristické vlastnosti betonu

beton pevnostní třídy C 35/45

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 35.0 \text{ MPa}$$

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

dílčí součinitel spolehlivosti betonu:

$$\gamma_c = 1.50$$

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 19.8 \text{ MPa}$$

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:

$$f_{ctm} = 3.2 \text{ MPa}$$

Charakteristické vlastnosti smykové výztuže

ocel B 500B

charakteristická hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

dílčí součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:

$$\gamma_s = 1.15$$

návrhová hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.78 \text{ MPa}$$

Posouzení prvku

výška průřezu:

$$h = 0.400 \text{ m}$$

nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:

$$b_w = 1.000 \text{ m}$$

krytí výztuže betonem:

$$c_{nom} = 0.050 \text{ m}$$

průměr podélné tahové výztuže:

$$d_s = 0.020 \text{ m}$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c_{nom} - d_s / 2 = 0.34 \text{ m}$$

návrhová hodnota posouvající síly:

$$V_{Ed} = 110.95 \text{ kN}$$

empirický součinitel:

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

parametr vlivu výšky:

$$k = 1 + (200/d)^{0.5} = 1.77$$

$$k < 2.0 \rightarrow k = 1.8$$

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

$$A_{sl} = 3.14E-03 \text{ m}^2$$

stupeň vyztužení podélnou výztuží:

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) = 0.009 < 0.02$$

$$k_1 = 0.15$$

normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed} > 0$ pro tlak):

$$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

plocha průřezu:

$$A_c = b \cdot h = 0.400 \text{ m}^2$$

normálové napětí od návrhové hodnoty osově síly N_{Ed} :

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} \leq 0.2 \cdot f_{cd} = 3.97 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{cp} = 0 \text{ MPa}$$

minimální hodnota smykového napětí, které přenesou prvek v šikmé trhlině:

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ctk}^{1/2} = 0.49 \text{ MPa}$$

minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 165.36 \text{ kN}$$

návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = 229.69 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}\} = 229.69 \text{ kN}$$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem:

$$v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.516$$

návrhová únosnost tlakových diagonál:

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 1739.78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,o} = 229.69 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1739.78 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{Ed} = 110.95 \text{ kN} < V_{Rd,o} = 229.69 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

SMYKOVÁ ÚNOSNOST PRVKU SE SMYKOVOU VÝZTUŽÍ

PARAPETNÍ NOSNÍK - U RÁMOVÉHO ROHU

PRVKY SE SVISLOU SMYKOVOU VÝZTUŽÍ**Charakteristické vlastnosti betonu**

beton pevnostní třídy C 35/45

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 35.0 \text{ MPa}$$

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

dílní součinitel spolehlivosti betonu:

$$\gamma_c = 1.50$$

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 19.8 \text{ MPa}$$

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:

$$f_{ctm} = 3.2 \text{ MPa}$$

Charakteristické vlastnosti smykové výztuže

ocel B 500B

charakteristická hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

dílní součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:

$$\gamma_s = 1.15$$

návrhová hodnota meze kluzu oceli:

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.78 \text{ MPa}$$

Návrh a posouzení smykové výztuže

výška průřezu:

$$h = 0.540 \text{ m}$$

nejmenší šířka průřezu mezi tlačným a taženým pásem:

$$b_w = 1.000 \text{ m}$$

krytí výztuže betonem:

$$c_{nom} = 0.050 \text{ m}$$

průměr podélné tahové výztuže:

$$d_s = 0.02 \text{ m}$$

návrhová hodnota posouvající síly:

$$V_{Ed} = 458.92 \text{ kN}$$

návrh smykové výztuže: 2-střížné třmínky ØR 16 à 150mm

průřezová plocha smykové výztuže:

$$A_{sw} = 4.02E-04 \text{ m}^2$$

účinná výška průřezu:

$$d = h - c_{nom} - d_{sw} - d_s / 2 = 0.464 \text{ m}$$

stupeň smykového vyztužení:

$$\rho_w = A_{sw} / (b_w \cdot s) = 2.68E-03$$

minimální stupeň smykového vyztužení:

$$\rho_{w,min} = 0.08 \cdot f_{ck}^{0.5} / f_{yk} = 9.47E-04$$

maximální stupeň smykového vyztužení:

$$\rho_{w,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} / f_{ywd} = 1.18E-02$$

$$\rho_w = 2.68E-03$$

$$> \rho_{w,min} = 9.47E-04 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$< \rho_{w,max} = 1.18E-02 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

osová vzdálenost třmínků v podélném směru:

$$s = 0.150 \text{ m}$$

<

$$s_{max} = 0.75d = 0.348 \text{ m} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

<

$$s_{max} = 0.400 \text{ m} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem $\eta_1 = v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.516$

rameno vnitřních sil:

$$z = 0.9d = 0.418 \text{ m}$$

max únosnost tlakových diagonál pro $\cot\theta =$

$$0.95$$

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \cot\theta / (1 + \cot^2\theta) = 2134.05 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 458.92 \text{ kN} < (\min)V_{Rd,max} = 2134.05 \text{ kN} \rightarrow$$

 \rightarrow lze předpokládat $\cot\theta = 1$

návrhová únosnost svislých třmínků:

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \cot\theta / s = 462.41 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 458.92 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 462.41 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

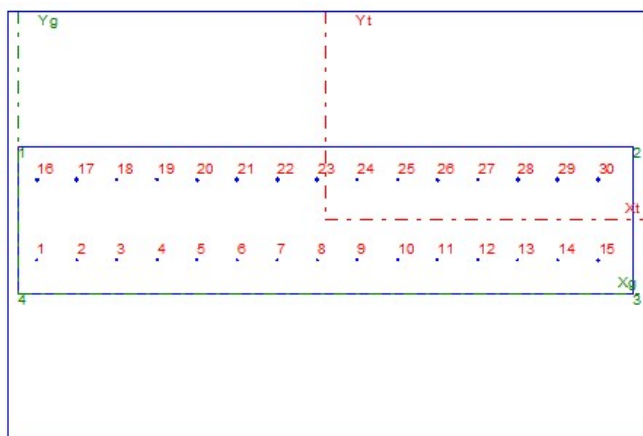
Průměrováno na 1.0 m

0.4 m od líce stěny

Předpokládaný odklon tlačných diagonál $\cot\theta = 0.95$



5.4 Posouzení – Křídlo



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A	=	1,3534
x_t	=	1,1480
y_t	=	0,2809
I_{xt}	=	0,03383
I_{yt}	=	0,5948
F_b	=	1,2650
F_s	=	0,00589049
n	=	15,000
nObrys	=	4
nVýztuž	=	30
nPředpětí	=	0
nZS	=	2

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		E_c	E_s			
		34000,0	200000,0			
Pevnosti		f_{ck}	f_{cd}	f_{yk}	f_{yd}	
		-35,0	-21,0	500,0	434,8	
Charakteristiky betonu : $\varepsilon_{cu3} (\varepsilon_{cs}) = -3,50\%$ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_b = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$						
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	P.č.	X[m]	Y[m]
	1	0,000	0,550	3	2,300	0,000
	2	2,300	0,550	4	0,000	0,000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	Prům[m]	Počet	Plocha
	1	0,070	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	2	0,220	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	3	0,370	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	4	0,520	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	5	0,670	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	6	0,820	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	7	0,970	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	8	1,120	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	9	1,270	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	10	1,420	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	11	1,570	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	12	1,720	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	13	1,870	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	14	2,020	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	15	2,170	0,125	0,0100	1,000	0,0000785
	16	0,070	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	17	0,220	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	18	0,370	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	19	0,520	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	20	0,670	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	21	0,820	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	22	0,970	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	23	1,120	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	24	1,270	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	25	1,420	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	26	1,570	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	27	1,720	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	28	1,870	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	29	2,020	0,425	0,0200	1,000	0,0003142
	30	2,170	0,425	0,0200	1,000	0,0003142

• VERTIKÁLNÍ SMĚR

① - VLASTNÍ TÍHA $F_1 = 3,56 \cdot 0,55 \cdot 25 = 48,95 \text{ kN}$ $M_1 = 48,95 \cdot 2,225 = 108,91 \text{ kNm}$
 $F_2 = 4,79 \cdot 0,55 \cdot 25 = 65,86 \text{ kN}$ $M_2 = 65,86 \cdot 1,488 = 98,10 \text{ kNm}$

② - OSTATNÍ ST. ZATÍŽENÍ

a) PÍSA : $F = 38,94 \text{ kN}$ $M = 86,65 \text{ kNm}$ $M = M_1 + M_2 = 206,91 \text{ kNm}$

b) SUODILA : $F = 100 \cdot 4,45 = 4,45 \text{ kN}$
 $M = 4,45 \cdot 2,225 = 9,90 \text{ kNm}$

• HORIZONTÁLNÍ SMĚR

HUTNĚNÍ : 40 kN/m^2 $F = 40 \cdot 8,35 = 334,00 \text{ kN}$
 $M = 3,56 \cdot 40 \cdot 2,225 + 4,79 \cdot 40 \cdot 1,488 = 601,94 \text{ kNm}$

VOROUBA

$0,09 \cdot 1,300 \cdot 10 = 1,17 \text{ kN/m}^2$

$F = 1,17 \cdot 8,35 \cdot 0,5 = 4,88 \text{ kN}$

$M = (3,56 \cdot 1,17 \cdot 2,225 + 4,79 \cdot 1,17 \cdot 1,488) \cdot 0,5 = 8,80 \text{ kNm}$

ZEMNÍ TLAK V KLIDU

$k = 2,952 \text{ m}$
 $L = 6,186 \text{ m}$
 $P = 32,47 \text{ kN/m}^2$
 $z = 22 \cdot 2,952 \cdot 0,5 = 32,47 \text{ kN/m}^2$

$M = z \cdot ep = 37,54 \cdot 1,527 = 57,15 \text{ kNm}$

$z = \frac{6,186 \cdot 2,952}{2} = 9,147 \text{ m}$

$z = \frac{6,186 \cdot 2,952}{2} = 9,147 \text{ m}$

$ep = \frac{6,186}{4} = 1,55 \text{ m}$

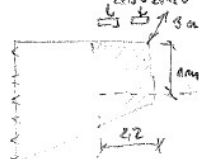
DOPRAVA

- LMA : VDL : $5 \text{ kN/m}^2 \cdot 50 = 4,5 \text{ kN/m}^2$

$M = 3,56 \cdot 4,5 \cdot 2,225 + 4,79 \cdot 4,5 \cdot 1,488 = 67,71 \text{ kNm}$

$F = 4,5 \cdot 8,35 = 37,58 \text{ kN}$

TS:



$\frac{600}{3,355 \cdot 4,155} \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 15,06 \text{ kN/m}^2$

$F = 15,06 \cdot 5,40 = 81,22 \text{ kN}$

$M = 81,22 \cdot 2,774 = 225,10 \text{ kNm}$

Křídlo	prur	vyztužení	SLS_char			SLS_kvaz		ULS 6.10
			σ bet(15) [MPa]	σ vyzt + [MPa]	σ vyzt - [MPa]	σ bet(15) [MPa]	wk [mm]	s (MRd/MEd) [-]
Kombinace 1	HV	ø20/150	-11.9	360.2	-32.0	-0.6	0.001	1.06
	DV	ø10/150						
Kombinace 2	HV	ø20/150	-9.4	277.3	-30.5	-4.5	0.191	1.41
	DV	ø10/150						

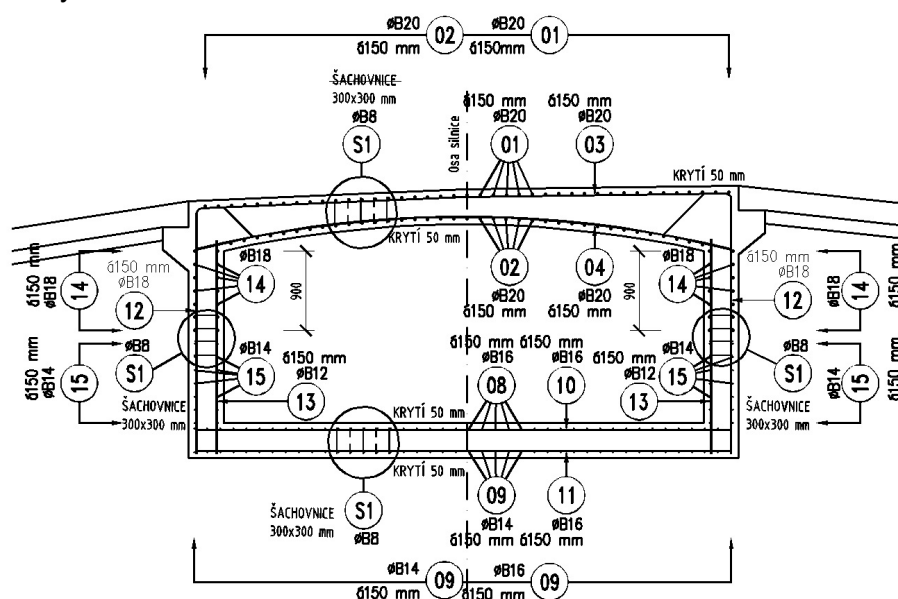
Pozn.

Kombinace 1 zahrnuje stav při hutnění, kombinace 2 je stav při uvažování zemního tlaku, vozovky a dopravy. Kombinace zahrnují i vliv vertikálního zatížení, reprezentovaného vlastní tíhou křídla a ostatním stálým zatížením na křídle.

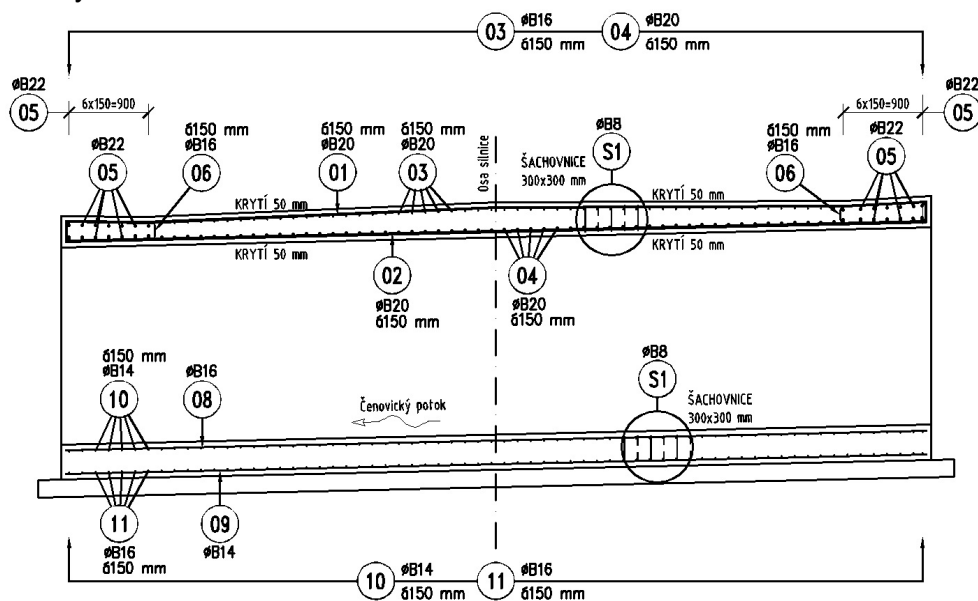
Rozhodující je kombinace 1, uvažující stav hutnění.

5.5 Schéma vyztužení

Podélný řez



Příčný řez



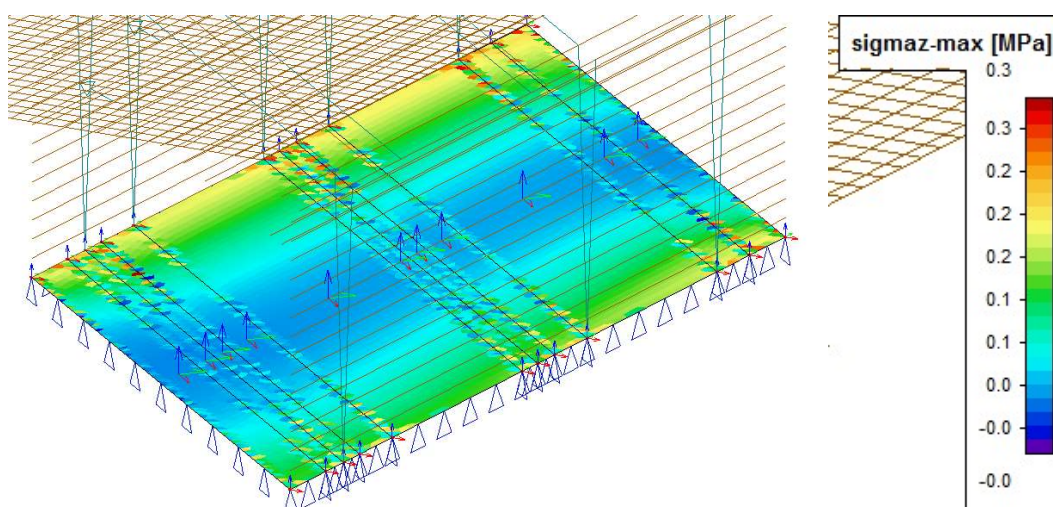
6 ZALOŽENÍ MOSTU

Určení kontaktního napětí bylo provedeno na výše zmiňovaném deskostěnovém modelu. Kontaktní napětí bylo stanoveno pro mezní stav únosnosti a použitelnosti.

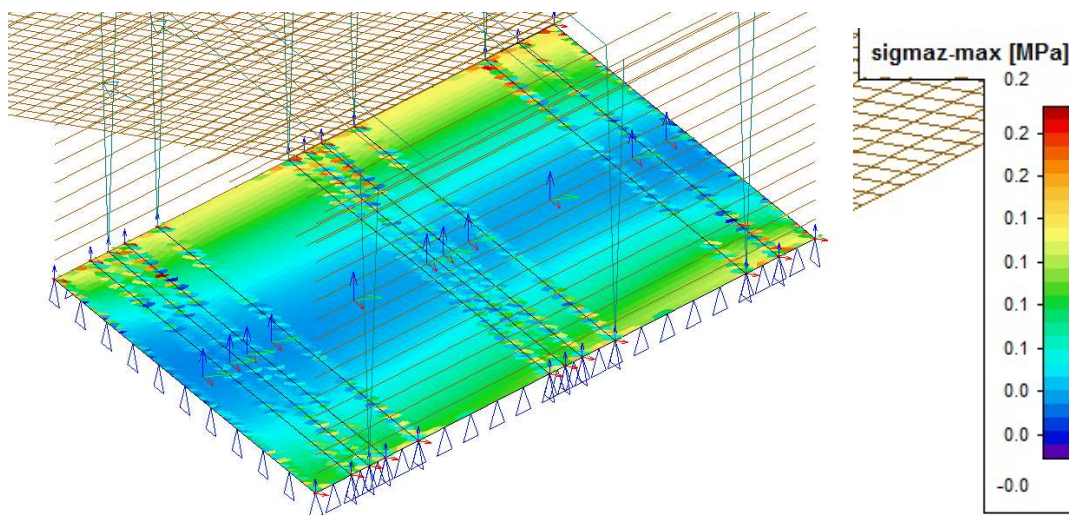
Posudek únosnosti základové půdy a stanovení sednutí objektu bylo určeno za pomoci výpočetního programu GEO5.

Parametry zeminy a úroveň hladiny podzemní vody byly stanoveny z inženýrsko-geologického průzkumu provedeného v březnu 2017 laboratoří *INGES s.r.o.- Na Petynce 34, Praha 6*.

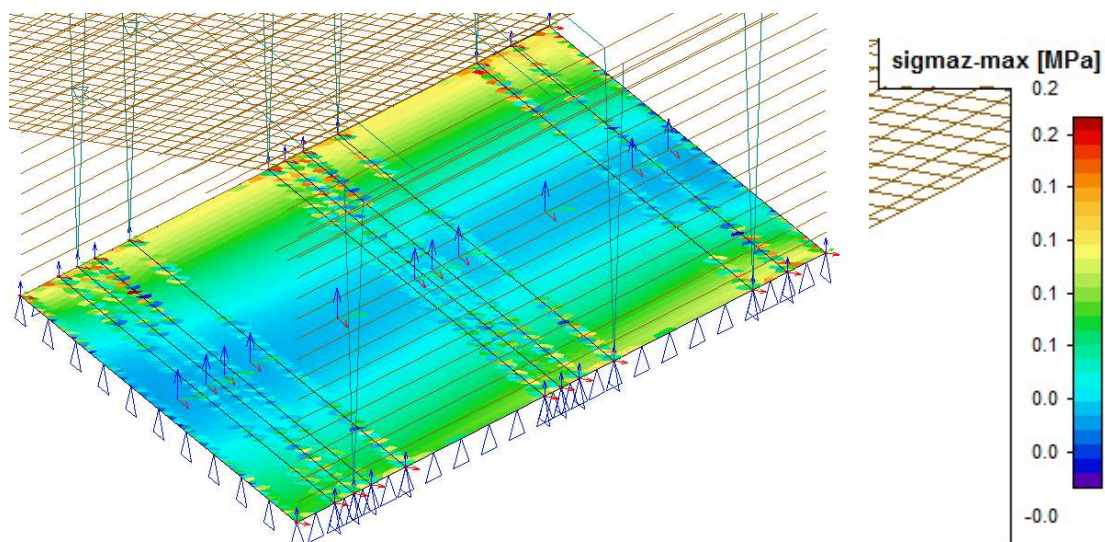
6.1 Kontaktní napětí na základové desce



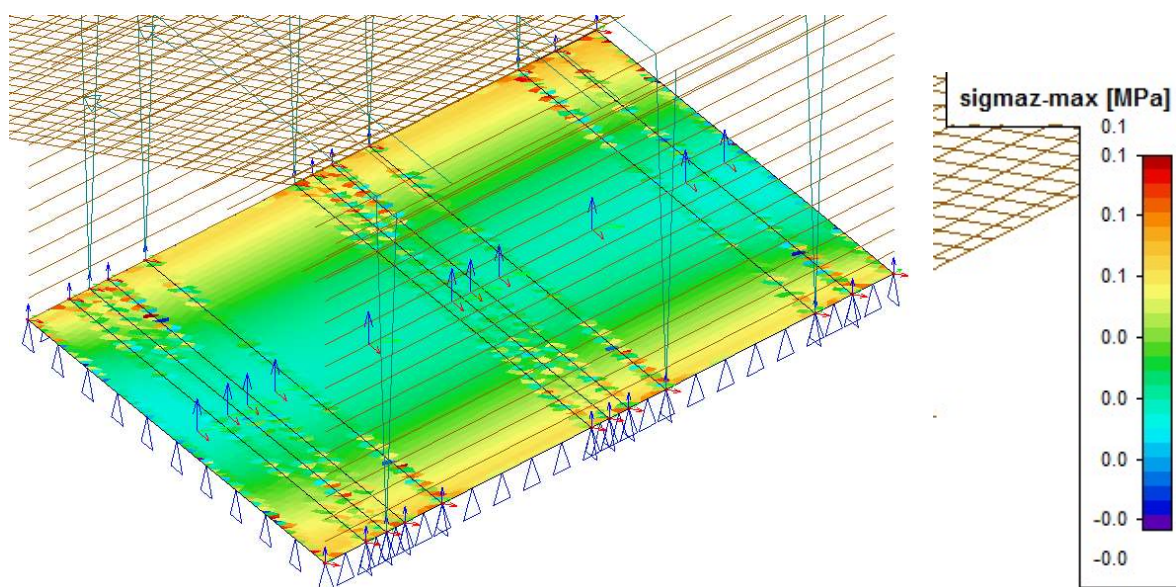
Obálka mezního stavu únosnosti



Obálka mezního stavu použitelnosti _ charakteristická kombinace



Obálka mezního stavu použitelnosti_částá kombinace



Obálka mezního stavu použitelnosti_kvazistálá kombinace



6.2 Posouzení únosnosti v základové spáře

Posouzení únosnosti v základové spáře byl proveden v programu GEO5 s parametry zeminy určeného z inženýrsko-geologického průzkumu.

Pro zjednodušení výpočtu byla v základové spáře vytknuta plocha čtverce o hraně 1 m, v místě s maximálním kontaktním napětím. (v místě podepření stěny rámu). V programu GEO5 byl tento výsek modelován jako centrická patka o půdorysných rozměrech 1,0x1,0 m a o výšce 0,4 m.

Zatížení na tuto patku bylo určeno integrací kontaktního napětí na této ploše, výsledná svislá síla pro mezní stav únosnosti byla stanovena na hodnotu 210 kN, v mezním stavu použitelnosti pro charakteristickou hodnotu byla svislá síla stanoveno na hodnotu 160 kN.

Z vrtu inženýrsko-geologického průzkumu je patrné, že v místě základové spáry nového rámového mostu se nachází vrstva asi 0,8 m hlíny písčité, pod touto vrstvou se nachází únosná podskalní hornina pararula o pevnost R5-R4.

Výše zmíněná vrstva málo únosné hlíny písčité bude nahrazena štěrkovým polštářem tloušťky 0,7 m (do úrovně poloskalní horniny – pararuly).

Před zhotovením štěrkového polštáře musí být přítomen geolog, který potvrdí únosnost poloskalní horniny získané z inženýrsko-geologického průzkumu.

Posouzení únosnosti v základové spáře a spočítané sednutí objektu je doloženo na následujících stranách.



Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 27.04.2017

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvozené podmínky : ČSN 73 1001

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Pararula		29,00	25,00	22,00	12,00	
2	Třída G1, ulehlá		41,50	0,00	21,00	12,00	
3	Třída F3, konzistence tuhá		25,00	8,00	18,00	12,00	

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

Parametry zemín

Pararula

Objemová tíha : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$ Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$ Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$ Modul přetvárnosti : $E_{def} = 30,00 \text{ MPa}$ Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$ Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,40$ Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G1, ulehlá



Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	41,50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	430,00 MPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,20
Koef. strukturní pevnosti :	m	=	0,20
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m ³

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	18,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	25,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	8,00 kPa
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	4,00 MPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,35
Koef. strukturní pevnosti :	m	=	0,10
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m ³

Založení**Typ základu: centrická patka**

Hloubka od původního terénu	h_z	=	0,40 m
Hloubka základové spáry	d	=	0,40 m
Tloušťka základu	t	=	0,40 m
Sklon upraveného terénu	s_1	=	0,00 °
Sklon základové spáry	s_2	=	0,00 °

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m³**Geometrie konstrukce****Typ základu: centrická patka**

Délka patky	x	=	1,00 m
Šířka patky	y	=	1,00 m
Šířka sloupu ve směru x	c_x	=	0,50 m
Šířka sloupu ve směru y	c_y	=	0,50 m
Objem patky		=	0,40 m ³

Štěrkopískový polštář

Zemina tvořící ŠP polštář - Třída G1, ulehlá

Přesah ŠP polštáře mimo základ	d_{sp}	=	0,70 m
Hloubka štěrkopískového polštáře	h_{sp}	=	0,70 m

Materiál konstrukceObjemová tíha γ = 0,01 kN/m³

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

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku	f_{ck}	=	20,00 MPa
Pevnost v tahu	f_{ctm}	=	2,20 MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	=	30000,00 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	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,10	Třída F3, konzistence tuhá	
2	3,90	Pararula	
3	-	Pararula	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Užitné	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	210,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1**Posouzení zatěžovacích stavů**

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 2	Ano	0,00	0,00	206,00	606,77	33,95	Ano
Zatížení č. 2	Ne	0,00	0,00	204,61	606,77	33,72	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky G = -4,00 kN

Spočtená tíha nadloží Z = 0,00 kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení č. 2)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy z_{sp} = 1,56 m

Dosah smykové plochy l_{sp} = 4,69 m

Výpočtová únosnost zákl. půdy R_d = 606,77 kPa

Extrémní kontaktní napětí σ = 206,00 kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE**Posouzení excentricity zatížení**

Max. excentricita ve směru délky patky e_x = 0,000 < 0,333

Max. excentricita ve směru šířky patky e_y = 0,000 < 0,333

Max. prostorová excentricita e_t = 0,000 < 0,333

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení č. 2)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 0,55 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 166,19 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE**Únosnost základu VYHOVUJE****Posouzení čís. 1****Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = -4,00 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00 \text{ kN}$

Sednutí středu hrany x - 1 = 0,6 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 0,6 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 0,6 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 0,6 mm

Sednutí středu základu = 0,9 mm

Sednutí charakterist. bodu = 0,6 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky**Tuhost základu:**

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 292,65 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=6,56$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=6,56$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**Celkové sednutí a natočení základu:**

Sednutí základu = 0,6 mm

Hloubka deformační zóny = 2,05 m

Natočení ve směru x = 0,000 (tan*1000); (0,0E+00 °)

Natočení ve směru y = 0,000 (tan*1000); (0,0E+00 °)



7 ZÁVĚR

Most byl navržen v souladu s normami platnými na území České republiky, konkrétně ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991 a dále norem ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 1992-2 včetně změn, ČSN EN 1993 a ČSN EN 1994.

Z hlediska mezního stavu únosnosti byla konstrukce posuzována na ohyb a smyk a kombinaci ohybu a normálové síly.

Při návrhu a výpočtu konstrukce byla snaha o co nejvíce ekonomické a co nejméně složité řešení. Most splňuje normové požadavky kladené na trvanlivost a použitelnost.

Brno, leden 2018


Ing. Vojtěch Kostka