

Posouzení vybraných prvků na akci Nemojov – propustek 11244- 11P

KÚ: Nemojov

D.1.2.1.6.c Statické posouzení
(dle vyhlášky 146/2008 Sb.)

DPS

Propustek na silnici III/11244, Nemojov



Termín: březen 2020

1. Úvod

Předmětem statického výpočtu je výpočet dílčích částí propustku na silnici III/11244, Nemojov. Statický výpočet se zabývá návrhem nosné konstrukce mostovky (ŽB mostovky prostě uložené) a dále návrhem mostních říms, včetně jejich kotvení. Posouzení bylo provedeno podle norem řady ČSN EN 1990 až 1998. Hodnoty regulačních součinitelů α pro stanovení zatížení mostu dopravou byly uvažovány pro skupinu pozemních komunikací 1 dle tab. NA 2.1 v ČSN EN 1991-2/Z3.

Ostatní části propustku, spodní stavba a navazující detaily nejsou předmětem této dokumentace.

Výpočet vnitřních sil byl proveden ve výpočtovém programu AxisVM X5.

1.1 Základní údaje

Název stavby	Propustek na silnici III/11244, Nemojov
Objekt č.	není specifikováno
Název objektu	Propustek
Stupeň PD	PDPS
Nosná konstrukce	železobetonová mostovka
Délka nosné konstrukce	2,7 m
Šířka vozovky (mezi římsami)	5,1 m
Statický systém	Deska prostě uložená
Spodní stavba	Základové opěry – není předmětem této zprávy
Zatížení mostu	dle ČSN EN 1991-2, Eurokód 1 - část 2

zpracovatel:
Hlavní projektant:
Bc. Petr Jaroš
Záborná 26
Polná 588 13
IČO: 045 74 516

Zodpovědný projektant:
Bc. Petr Jaroš
Záborná 26
Polná 588 13
IČO: 045 74 516

Vypracoval:
Ing. Anton Chocholáček
Převrátilská 330
Tábor 390 01
IČO 054 57 209

1.2 Použité normy a literatura

- /1/ ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- /2/ ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- /3/ ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1:
- /4/ ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2:
- /5/ Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- /6/ EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- /7/ ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- /8/ ČSN EN 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – Část 1: Společná ustanovení
- /9/ ČSN 73 6244 Přechody mostů pozemních komunikací
- /10/ ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska-část 1: Všeobecná pravidla navrhování
- /11/ ČSN EN 1337- Stavební ložiska-část :Elastomerová ložiska

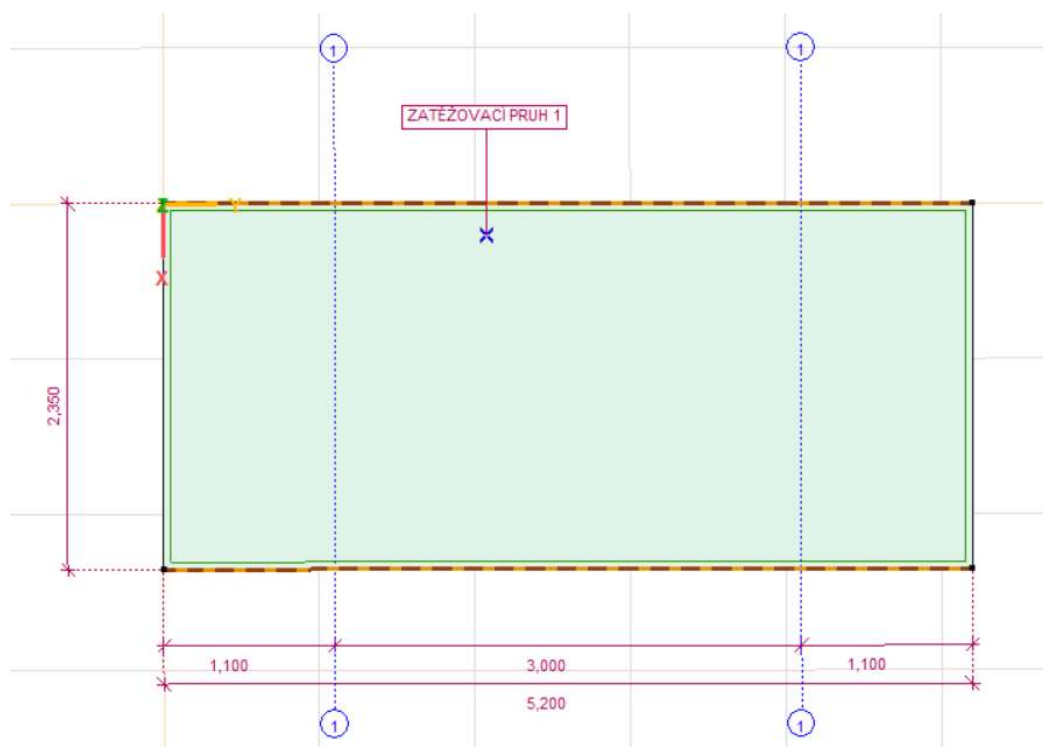
1.3 Použitý software

- /1/ FEM SOFTWARE – AxisVM X5
- /2/ AutoCAD LT
- /3/ Tabulkový procesor Excel

1.4 Inženýrsko-geologický průzkum

Inženýrsko-geologický průzkum není součástí projektové dokumentace. Předmětem této dokumentace není řešení založení stavby.

1.5 Statické schéma



- výpočtový model

2. Materiály

vrchní stavba:

mostovka	C35/45, XF2
krytí	c=40 mm
římsy	C30/37, XF4, provzdušněný beton
krytí	c=30 mm
ocel do betonu	B500B

Výpočet krycí vrstvy pro jednotlivé konstrukční prvky

Výpočet krycí vrstvy

prvek: mostovka

stupeň vlivu prostředí		XF2	[-]
třída betonu		C35/45	[-]
předpoklad	\emptyset	16	[mm]
	$\emptyset_{příčná}$	16	[mm]
$c_{min,b}$		16	[mm]
$c_{min,dur}$		30	[mm]
c_{min}		30	[mm]
Δc_{dev}		10	[mm]
c_{nom}		40	[mm]

prvek: mostní římsy

stupeň vlivu prostředí		XF4	[-]
třída betonu		30/37	[-]
předpoklad	\emptyset	12	[mm]
	$\emptyset_{příčná}$	8	[mm]
$c_{min,b}$		12	[mm]
$c_{min,dur}$		20	[mm]
c_{min}		20	[mm]
Δc_{dev}		10	[mm]
c_{nom}		30	[mm]

3. Zatížení objektu

3.1 Stálé zatížení

- vlastní tíha konstrukce vnesena funkcí výpočtového programu
- ostatní stálé zatížení

Zatížení stavebních konstrukcí dle skladeb				
Zatížení vozovky				
Stálé zatížení				
Popis vrstvy (kompletní skladbu viz dopravní část)	tloušťk a	g	g _k	
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	
asfaltový beton ACO 11+	40	22	0,88	
ACL 16+	70	23	1,61	
spádová vrstva betonu cca. 60 mm	60	25	1,5	
monolitická ŽB deska	350	25	8,75	
Celkem		g _k =	12,74	kN/m ²
Celkem zatížení desky		g _{k,ost} =	3,99	kN/m ²
Zatížení betonových říms				
Stálé zatížení				
	g _k			
	[kN/m]			
Mostní římsa	7,0			
Nahodilé zatížení - chodci				
dle ČSN EN 1991-2	viz. bod 3.2			
Nahodilé zatížení - doprava				
dle ČSN EN 1991-2	viz. bod 3.2			

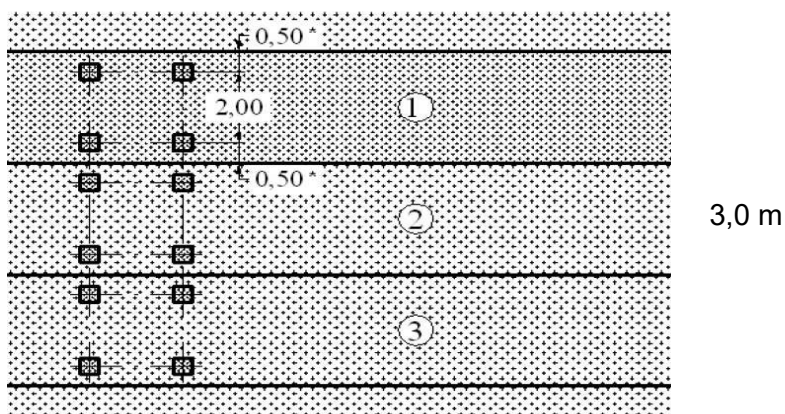
3.2 Zatížení dopravou

3.2.1 Model zatížení 1 – LM1

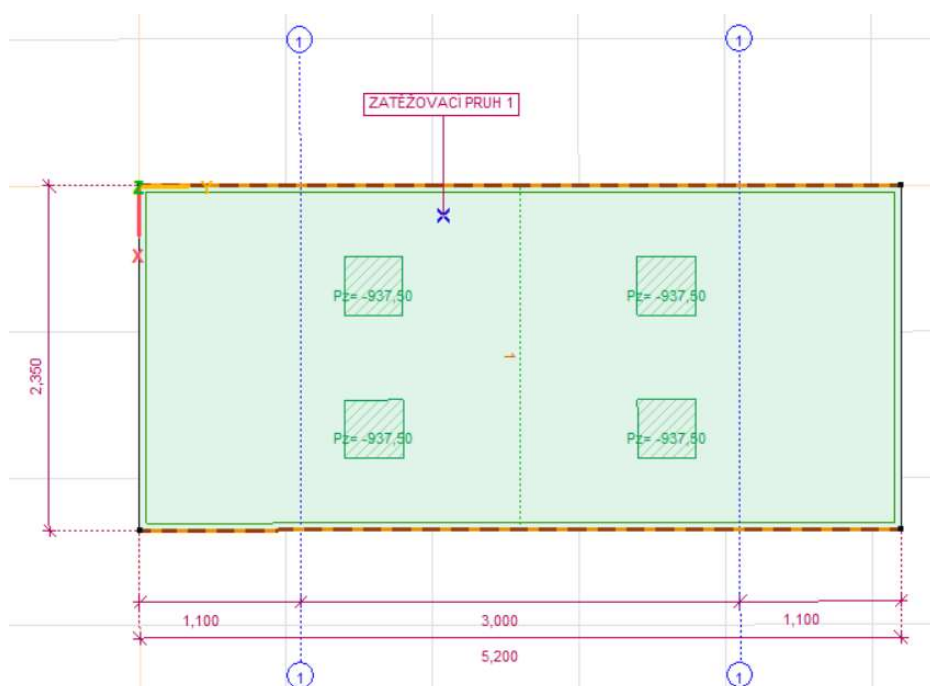
Pro šířku jízdních pruhů $w < 5,4$ m – jeden zatěžovací pruh

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly Q_{rk} [kN]	q_{rk} (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

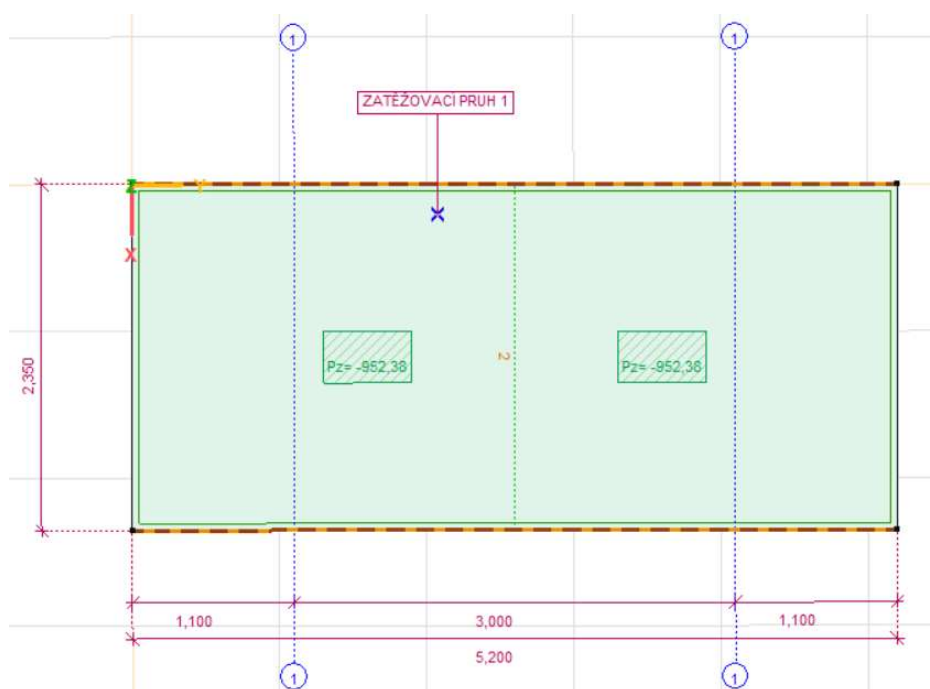
charakteristické hodnoty zatížení



hlavní zatěžovací systém mostu



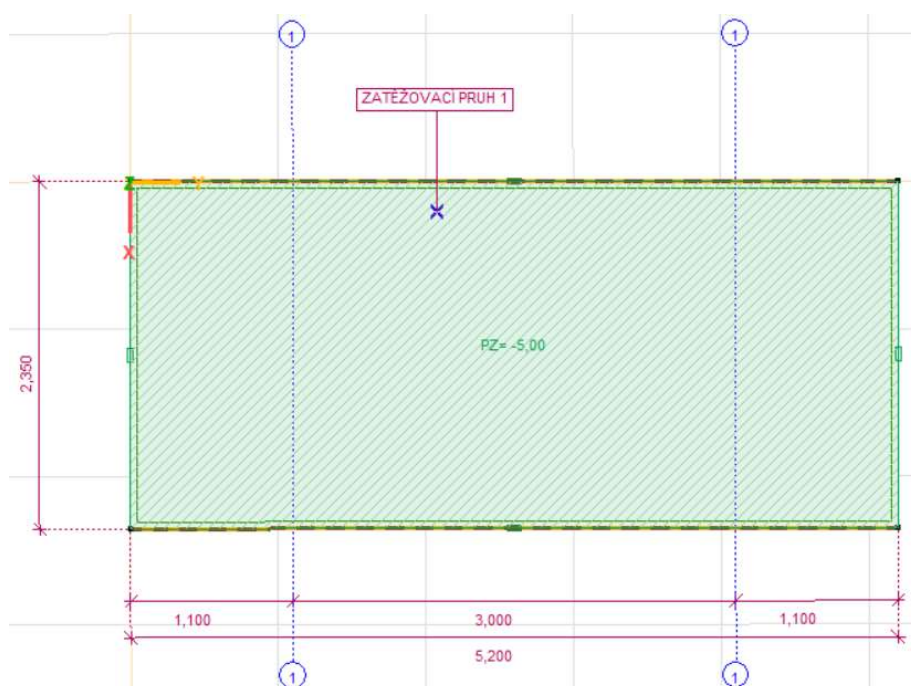
3.2.2 Model zatížení 2 - LM2



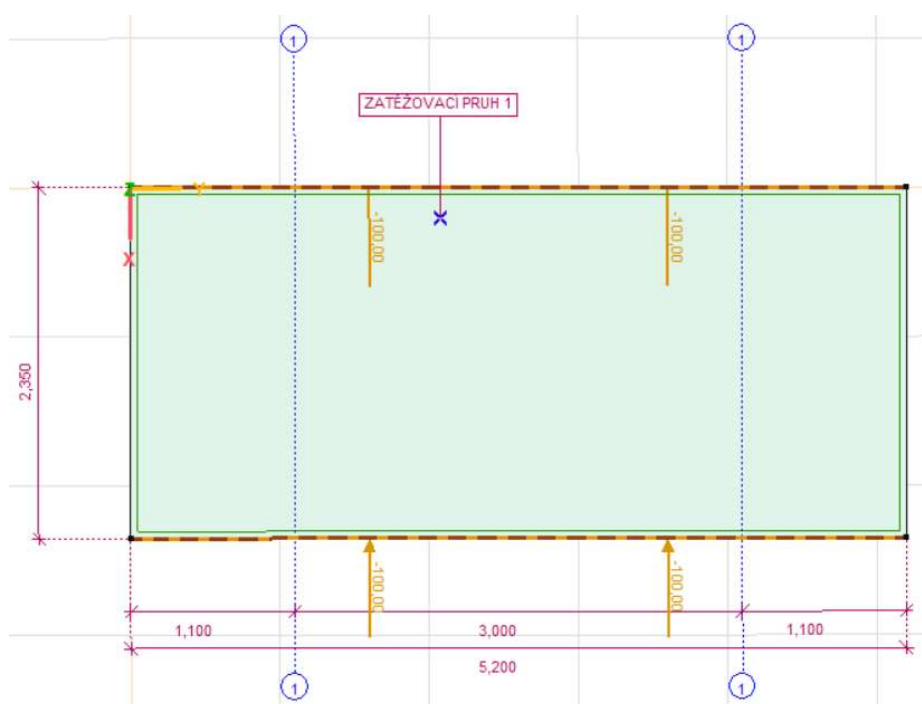
3.2.3 Model zatížení 3 - LM3

Není uvažován, pro tento případ LM3 plně nahrazuje LM1

3.2.4 Model zatížení 4 - LM4



3.2.5 Vodorovné síly - brzdné a rozjezdové



3.3 Zatížení teplotou

Jedná se o 3.typ konstrukce: betonová nosná konstrukce.

Rovnoměrná složka

$$T_{max} = 40 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

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

Maximální složka

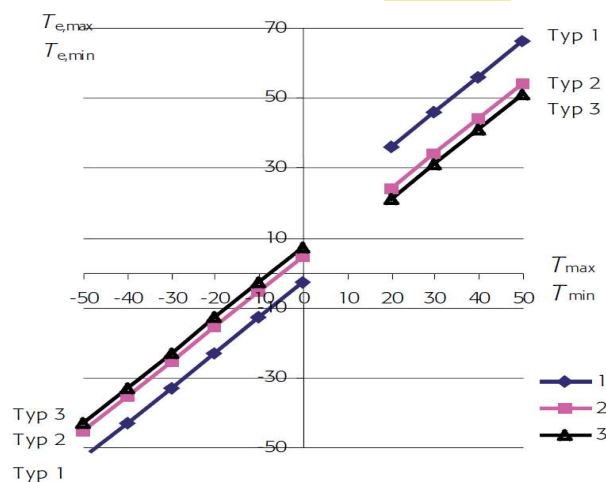
$$T_{e,max} = 41 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

Minimální složka

$$T_{e,min} = -24 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

Výchozí složka

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



Charakteristická hodnota maximálního rozsahu kladných účinných teplot

$$\Delta T_{n,exp} = T_{e,max} - T_0 = 31 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

Charakteristická hodnota maximálního rozsahu záporných rovnoměrných teplot

$$\Delta T_{n,con} = T_0 - T_{e,min} = -34 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

$$\Delta T_n = 65$$

Nerovnoměrná složka

Kladné rozdíly teplot pro 3.typ kce

$$\Delta T_{m,heat} = 15 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

Záporné rozdíly teplot pro 3.typ kce

$$\Delta T_{m,cool} = -8 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

Typ nosné konstrukce	Horní povrch teplejší než dolní	Dolní povrch teplejší než horní
	$\Delta T_{M,heat} \text{ [}^{\circ}\text{C]}$	$\Delta T_{M,cool} \text{ [}^{\circ}\text{C]}$
1 – ocelová nosná konstrukce	18	13
3 – betonová nosná konstrukce		
– betonový komorový nosník	10	5
– betonový nosník	15	8
– betonová deska	15	8

Součinitel ksur pro různé tloušťky mostního svršku

$$k_{sur} = 0,7 \text{ [-]}$$

$$\Delta T_{m,heat} * k_{sur} = 10,5 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$\Delta T_{m,cool} * k_{sur} = -8 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

Sočasné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty

$$\omega_N = 0,35 \text{ [-]}$$

$$\omega_M = 0,75 \text{ [-]}$$

$$\Delta T_{m,heat} + \omega_N * \Delta T_{n,exp} = 21,35 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$\Delta T_{m,cool} + \omega_N * \Delta T_{m,con} = -19,9 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$\omega_M * \Delta T_{m,heat} + \Delta T_{n,exp} = 38,875 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$\omega_M * \Delta T_{m,cool} + \Delta T_{n,con} = -40 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

3.4 Zatížení větrem

Zjednodušená metoda výpočtu

$$\rho \text{ (vzduchu)} = 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$v_b = 27,5 \text{ [m/s]}$$

$$b \text{ (šířka)} = 7,2 \text{ [m]}$$

$$d_{tot} = 3,6 \text{ [m]}$$

$$z_e = 1,9 \text{ [m]}$$

<i>kategorie terénu</i>	III [-]
$c_e =$	1 [-]
$c_{f,x} =$	1,9 [-]
$A_{ref} =$	3,6 [m ²]
$C =$	1,9
$c_{f,z} =$	0,9 [-]
$A_{ref} =$	7,2 [m ²]
$C =$	0,9
 <i>Síla větru vodorovná</i>	
$F_{w,x} =$	2,35125 [kN/m]
 <i>Síla větru svislá</i>	
$F_{w,z} =$	2,2275 [kN/m]

4. Návrh a posouzení konstrukce

4.1 Základní rozměry konstrukce

Jedná se o monolitickou železobetonovou nosnou konstrukci propustku, prostě uloženou. Staticky se jedná o prostý nosník (zjednodušeně).

Vnitřní síly budou převzaty z výpočtového programu Axis VM X5. Model bude zatížen kombinací stálého zatížení, zatížení dopravou, zatížení teplotou a zatížení větrem.

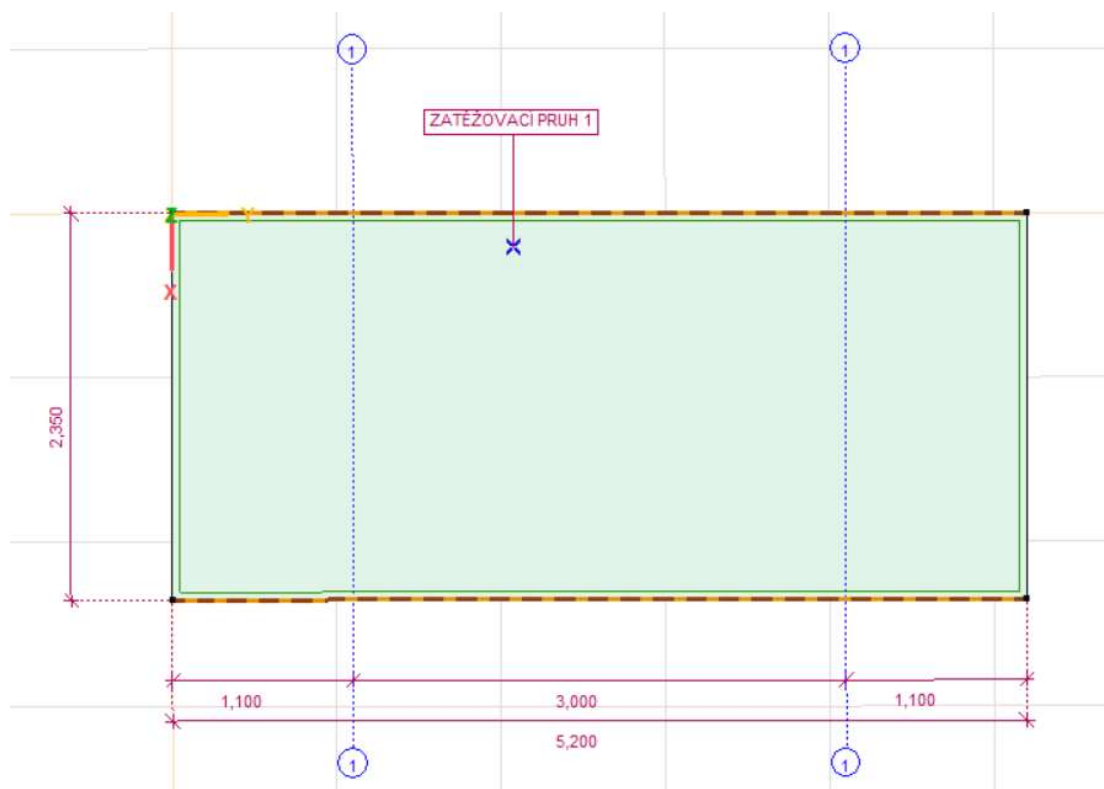
Rozměry nosné konstrukce mostu:

šířka	5,1 m
délka	2,7 m
tl. kce	0,35 m

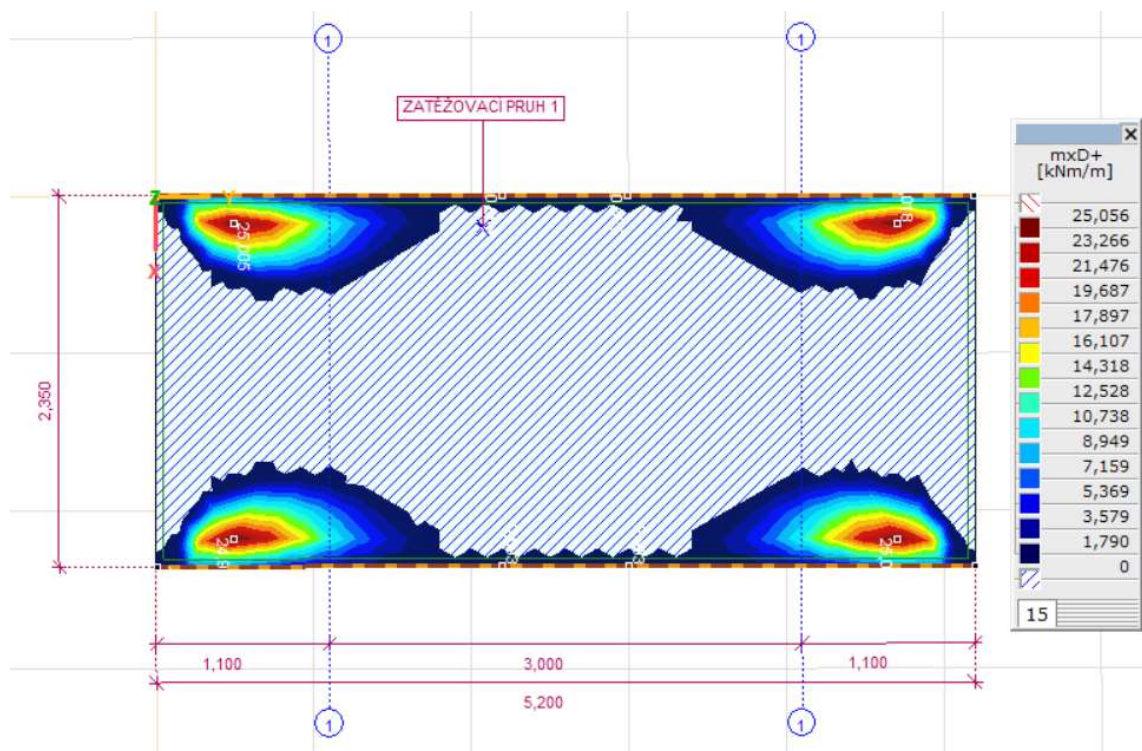
Skutečné rozměry konstrukčních prvků je nutno během realizace proměřit. V případě, že se skutečnost výrazně neshoduje s PD je nutno upozornit projektanta.

4.2 Vrchní stavba

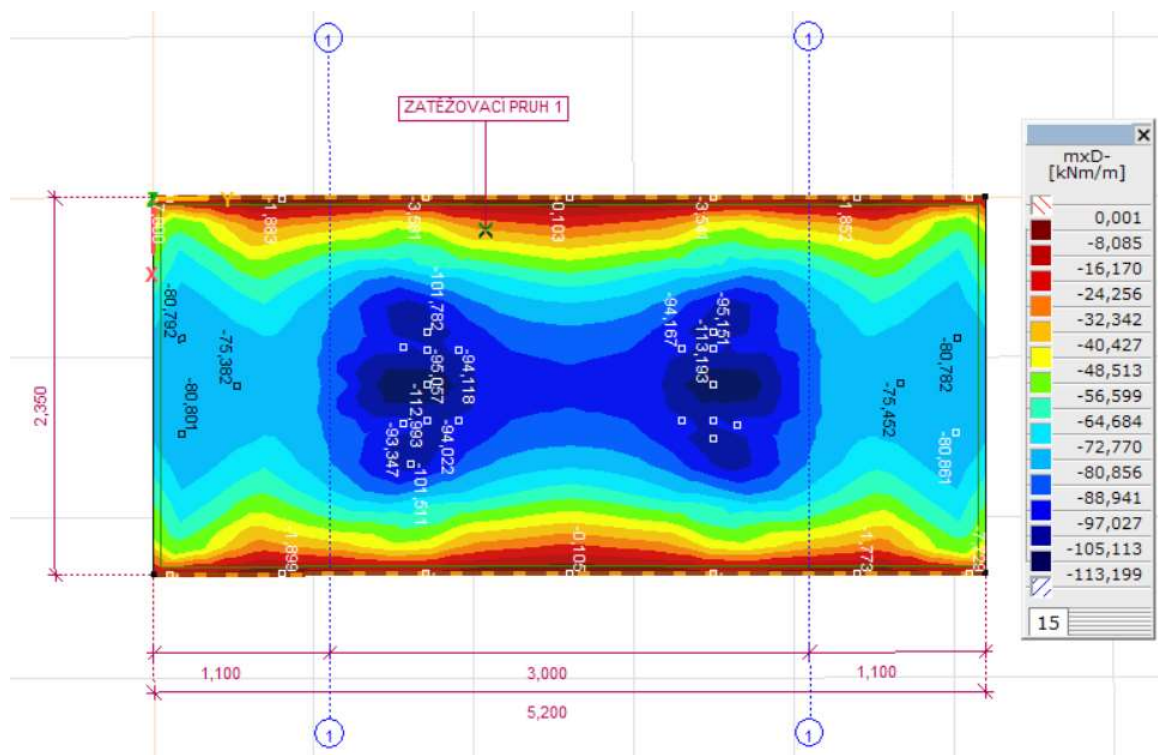
celkový model:



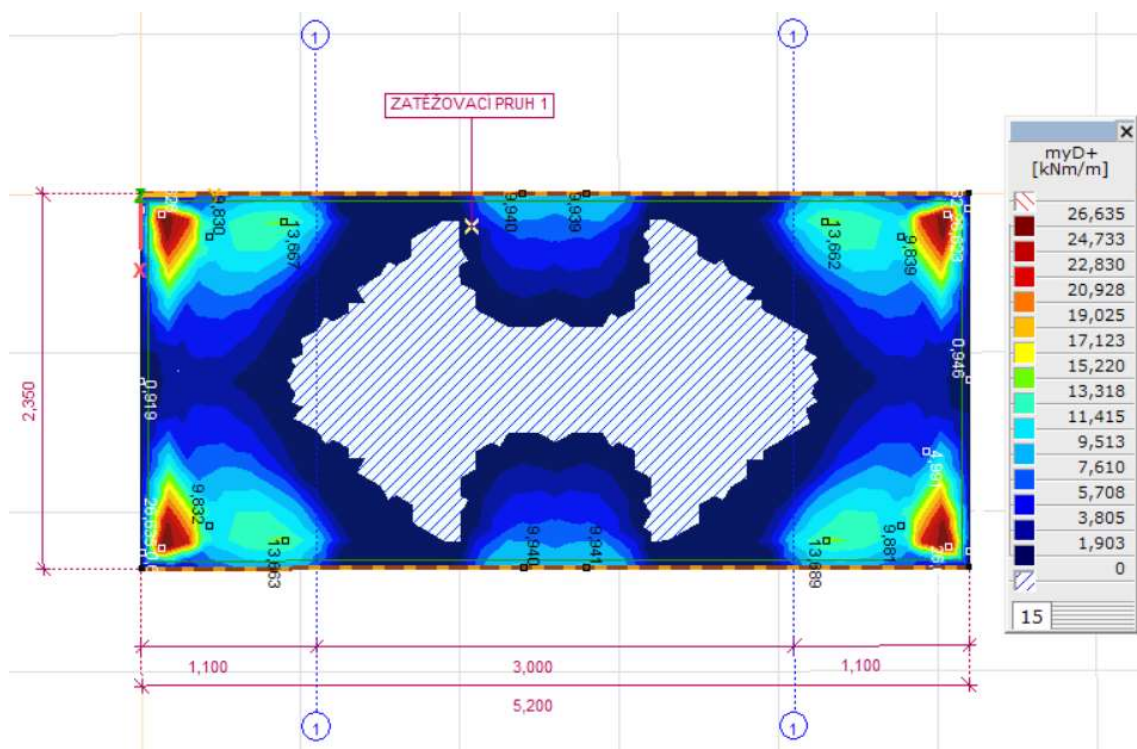
4.2.1 Vnitřní síly



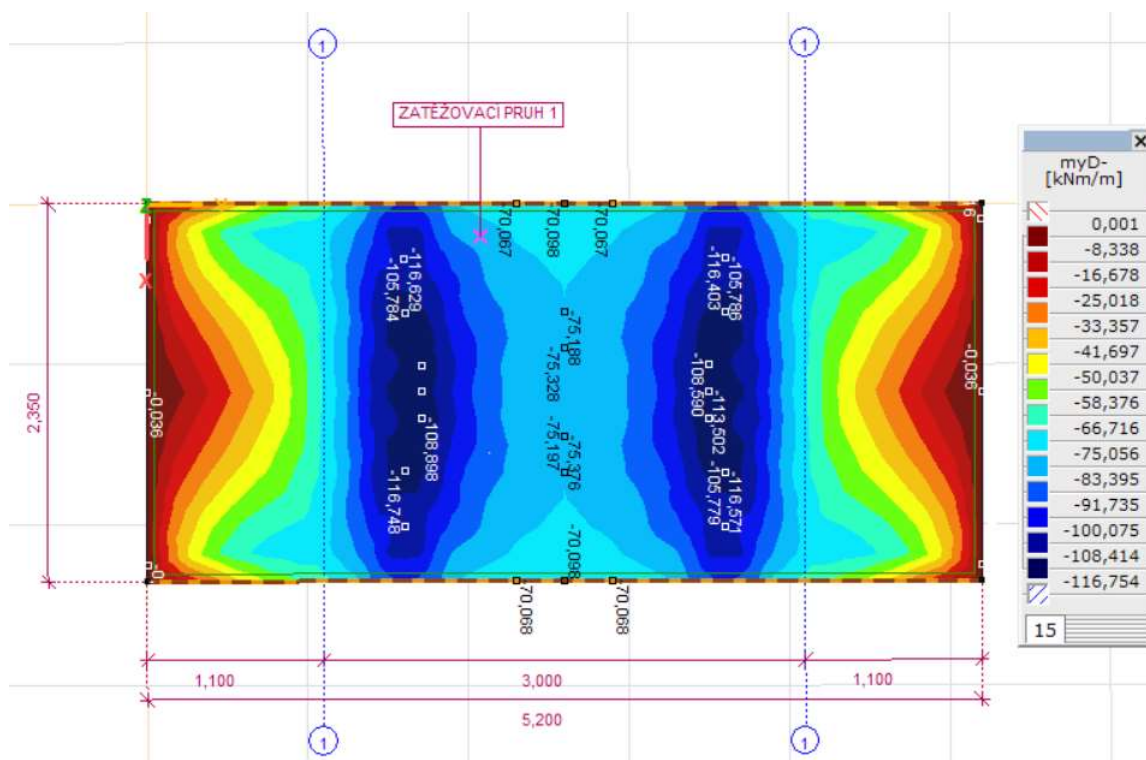
M_x - horní povrch $[kNm/m]$



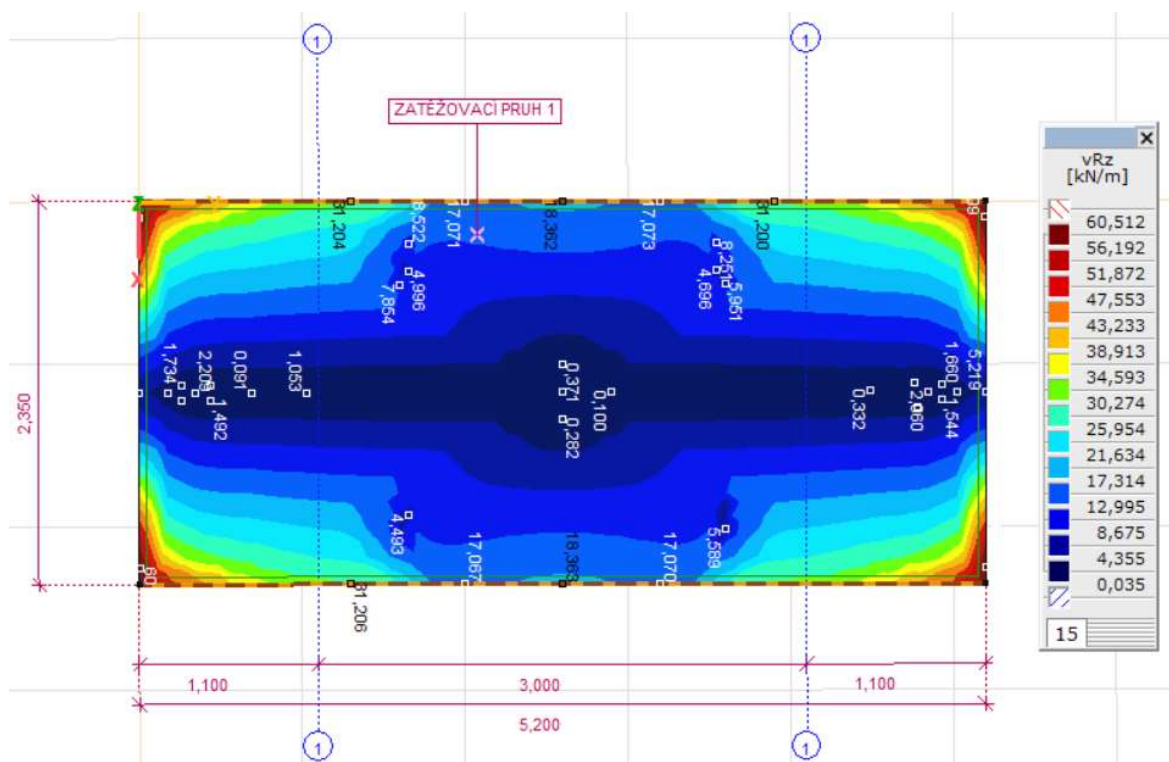
M_x - dolní povrch $[kNm/m]$



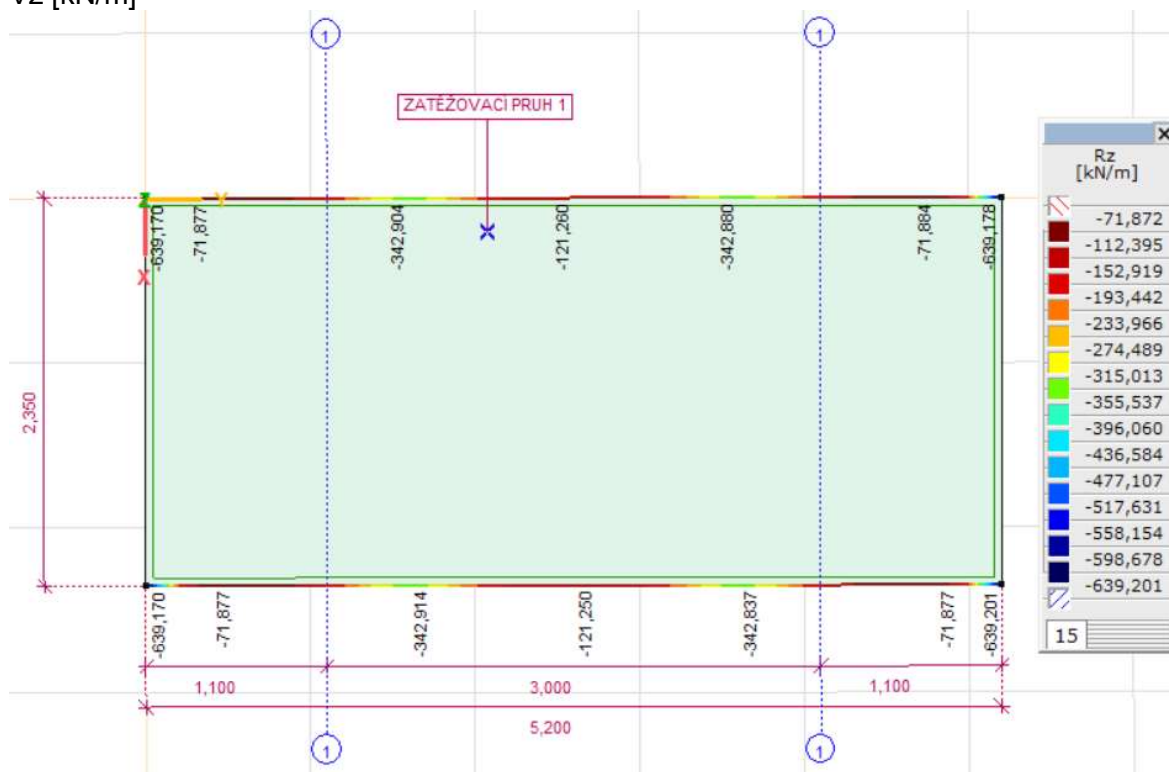
M_y - horní povrch [kNm/m]



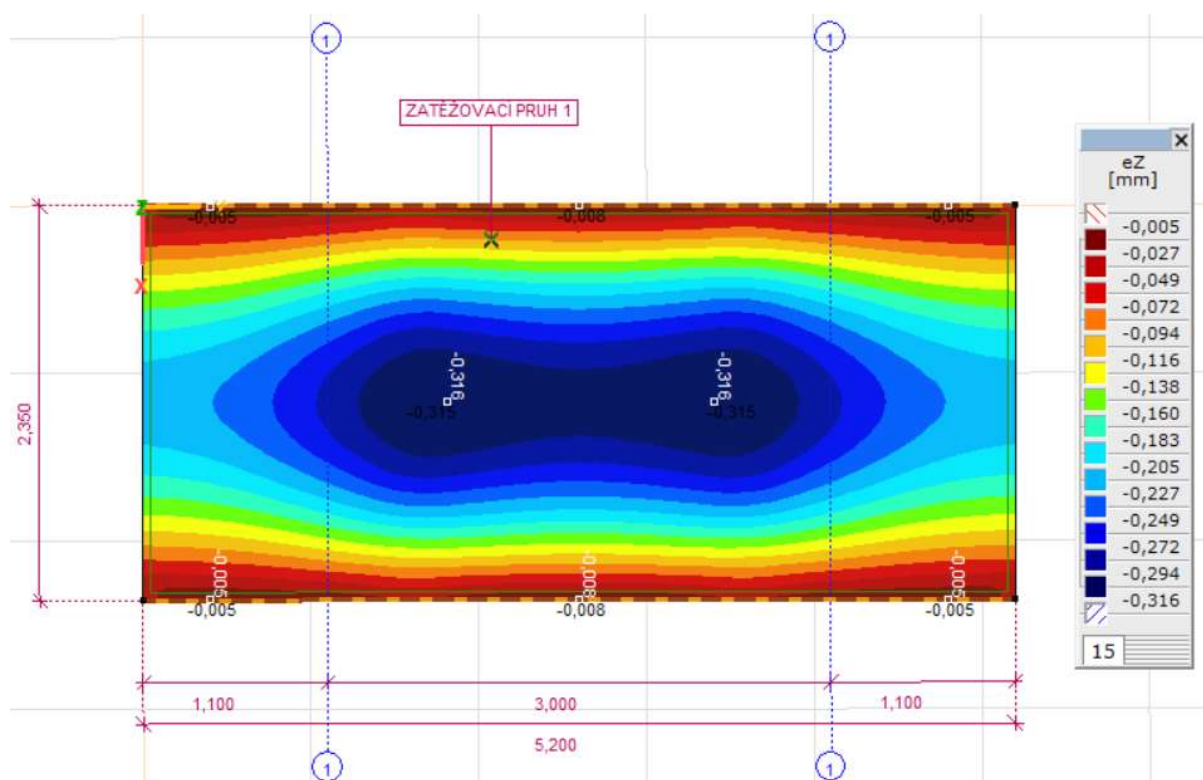
M_y - dolní povrch [kNm/m]



V_z [kN/m]



R_z [kN/m]



deformace eZ [mm]

4.2.2 Návrh a posouzení

Návrh mostovky

stat. působení:

Prostě podepřená deska

Vnitřní síly - MSÚ

#	<u>dolní povrch</u>		<u>horní povrch</u>	
	Med,x (-)	Med,y (-)	Med,x (+)	Med,y (+)
1	113,54	116,23	25,41	25,63
2	50,51	14,34	22,58	21,23
3	9,808	11,95	22,58	37,819
4	8,99	8,365	22,58	34,668
5	7,356	7,17	19,76	26,55
6	6,539	5,975	16,937	18

Návrh průřezu dle empirie

max rozpětí	L =	2350	[mm]
tloušťka desky	h = L/	45	
tloušťka desky	h =	52,22	[mm]

Geometrie průřezu

tloušťka desky	h =	350,00	[mm]
šířka	b =	1000,00	[mm]
krytí výztuže	c =	40,00	[mm]
plocha průřezu	Ac =	350000	[mm ²]

Materiálové charakteristiky

beton

C 35/45

fck =	35	[MPa]
fcm =	43	[MPa]
fctm =	3,2	[MPa]
fctk,0,05 =	2,2	[MPa]
fctk,0,095 =	4,2	[MPa]
Ecm =	33500	[MPa]
γc =	1,5	[-]

výztuž

B500B

min mez kluzu	fyk =	500	[MPa]
min pevn. v tahu	ftk =	550	[MPa]
	Es =	200000	[MPa]
	γs =	1,15	[-]

Návrh a posouzení ohybové výtztuže

směr (X) dolní - hlavní													
#	Med,x (-) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]	Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,x [kNm]	posudek využ. [%]
1	113,54	302,00	271,8	960,79	16	100,0		0,0	2010,619	37,46	287,0	250,90	O.K.
2	50,51	302,00	271,8	427,42	16	100,0		0,0	2010,619	37,46	287,0	250,90	O.K.
3	9,808	302,00	271,8	83,00	16	100,0		0,0	2010,619	37,46	287,0	250,90	O.K.
4	8,99	302,00	271,8	76,07	16	100,0		0,0	2010,619	37,46	287,0	250,90	O.K.
5	7,356	302,00	271,8	62,25	16	100,0		0,0	2010,619	37,46	287,0	250,90	O.K.
6	6,539	302,00	271,8	55,33	16	100,0		0,0	2010,619	37,46	287,0	250,90	O.K.

směr (X) horní - hlavní

#	Med,x (+) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]	Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,x [kNm]	posudek využ. [%]
1	25,41	304,00	273,6	213,61	12	100,0		0,0	1130,973	21,07	295,6	145,34	O.K.
2	22,58	304,00	273,6	189,82	12	100,0		0,0	1130,973	21,07	295,6	145,34	O.K.
3	22,58	304,00	273,6	189,82	12	100,0		0,0	1130,973	21,07	295,6	145,34	O.K.
4	22,58	304,00	273,6	189,82	12	100,0		0,0	1130,973	21,07	295,6	145,34	O.K.
5	19,76	304,00	273,6	166,11	12	100,0		0,0	1130,973	21,07	295,6	145,34	O.K.
6	16,937	304,00	273,6	142,38	12	100,0		0,0	1130,973	21,07	295,6	145,34	O.K.

Návrh a posouzení ohybové výtztuže

směr (Y) dolní - vedlejší

#	Med,y (-) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]	Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,y [kNm]	posudek využ. [%]
1	116,23	286,00	257,4	1038,57	16	150,0		0,0	1340,413	24,98	276,0	160,85	O.K.
2	14,34	286,00	257,4	128,14	16	150,0		0,0	1340,413	24,98	276,0	160,85	O.K.
3	11,95	286,00	257,4	106,78	16	150,0		0,0	1340,413	24,98	276,0	160,85	O.K.
4	8,365	286,00	257,4	74,75	16	150,0		0,0	1340,413	24,98	276,0	160,85	O.K.
5	7,17	286,00	257,4	64,07	16	150,0		0,0	1340,413	24,98	276,0	160,85	O.K.
6	5,975	286,00	257,4	53,39	16	150,0		0,0	1340,413	24,98	276,0	160,85	O.K.

směr (Y) horní - vedlejší

#	Med,y (+) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]	Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,y [kNm]	posudek využ. [%]
1	25,63	292,00	262,8	224,31	12	150,0		0,0	753,9822	14,05	286,4	93,88	O.K.
2	21,23	292,00	262,8	185,80	12	150,0		0,0	753,9822	14,05	286,4	93,88	O.K.
3	37,819	292,00	262,8	330,99	12	150,0		0,0	753,9822	14,05	286,4	93,88	O.K.
4	34,668	292,00	262,8	303,41	12	150,0		0,0	753,9822	14,05	286,4	93,88	O.K.
5	26,55	292,00	262,8	232,36	12	150,0		0,0	753,9822	14,05	286,4	93,88	O.K.
6	18	292,00	262,8	157,53	12	150,0		0,0	753,9822	14,05	286,4	93,88	O.K.

4.2.3 Kotvení říms

Na mostní římsy propustku nebude kotveno zábradlí, ani svodidla. Pro kotvení říms budou použity kotvy do vývrtu tzv „motýlek“. Materiál kotvy bude S235JR. Závitová tyč M24, dl. 250 mm mat. 8.8. Matice M24 s podložkou pr 44/25, tl. 4 mm. Povrchová úprava pozinkováním ponorem Zn 60. Pro provedení detailu kotvení říms bude respektováno VL4, konkrétně 402.02.

5. Závěr

Statický výpočet ověřil návrhové parametry vybraných nosných konstrukčních prvků stavby z hlediska mezního stavu únosnosti i mezního stavu použitelnosti. Jedná se o poměrně jednoduchou stavbu, která nemá náročné požadavky na nosnou konstrukci. Je důležité provádět stavbu dle platných norem a v souladu s harmonizovanými předpisy.

Vliv stavby z hlediska statiky navrhovaného objektu na okolní pozemky a stavby je zanedbatelný. Návrh konstrukce je proveden v souladu s platnými normami a právními předpisy ČR.