

Most ev.č. 187-007 v obci Kolinec

Investor: Správa a údržba silnic Plzeňského kraje,
Městys Kolinec
KÚ: Kolinec

C.2.1.4.d Statické posouzení (dle vyhlášky 146/2008 Sb.)

DSP/PDPS

SO201 Most ev.č. 187-007



Termín: srpen 2019

Obsah

1. Úvod	3
1.1 Základní údaje	3
1.2 Použité normy a literatura	4
1.3 Použitý software	4
1.4 Inženýrsko-geologický průzkum	4
1.5 Statické schéma	4
2. Materiály	5
3. Zatížení objektu	7
3.1 Stálé zatížení	7
3.2 Zatížení dopravou	8
3.2.1 Model zatížení 1 - LM2	8
3.2.2 Model zatížení 2 - LM2	9
3.2.3 Model zatížení 3 - LM3	9
3.2.4 Model zatížení 4 - LM4	10
3.2.5 Vodorovné síly - brzdné a rozjezdové	10
3.3 Zatížení teplotou	11
3.4 Zatížení větrem	12
4. Návrh a posouzení konstrukce	14
4.1 Základní rozměry konstrukce	14
4.2 Vrchní stavba	14
4.2.1 Vnitřní síly	15
4.2.2 Návrh a posouzení	18
4.3. Výpočet dilatačních posunů	20
4.4 Spodní stavba	21
5. Závěr	23

1. Úvod

Předmětem statického výpočtu je most v obci Kolinec s ev.č. 187-007. Statický výpočet se zabývá návrhem všech hlavních konstrukčních prvků z hlediska MSÚ i MSP, návrhem konstrukčních detailů. Posouzení bylo provedeno podle norem řady ČSN EN 1990 až 1998, tzv. Eurokódů. 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. Odvodnění mostu a vsakování odpadních vod bylo navrženo na základě hydrotechnického výpočtu.

Výpočet vnitřních sil byl proveden ve výpočtovém programu AxisVM.

1.1 Základní údaje

Název stavby	II/187 Kolinec průtah – most ev.č. 187-007
Objekt č.	SO201
Název objektu	SO201 Most ev.č. 187-007
Stupeň PD	DSP
Nosná konstrukce	železobetonová nosná konstrukce
Délka nosné konstrukce	7,2 m
Šířka vozovky (mezi římsami)	11,3 m
Statický systém	prostý nosník
Spodní stavba	plošné základy - základové opěry
Zatížení mostu	dle ČSN EN 1991-2, Eurokód 1 - část 2

investor:

Správa a údržba silnic Plzeňského kraje
Provozní středisko okresu Klatovy
vedoucí provozního střediska: Karel Kraus
Za Kasárny 324, Klatovy
telefon: 376 333 934, 606 626 572

zpracovatel:

Hlavní projektant:
Ateliér M.A.A.T., s.r.o.
Převrátilská 330
Tábor 390 01
IČO 281 45 968

Zodpovědný projektant:

Ing. Jiří Samec
Bechyňská 413/19,
Tábor 390 01
ČKAIT 0100156

Vypracoval:

Ing. Anton Chocholáček
Ing. Matuš Štefánik
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

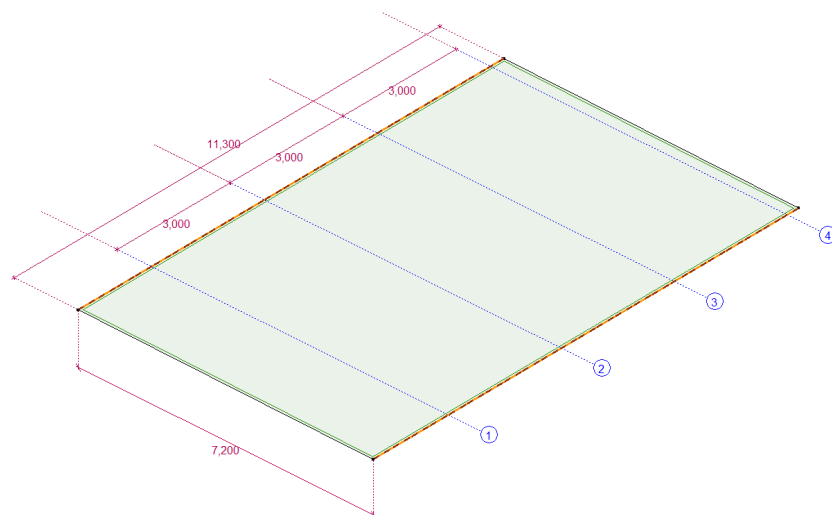
1.3 Použitý software

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

1.4 Inženýrsko-geologický průzkum

Inženýrsko-geologický průzkum je součástí projektové dokumentace - viz. příloha. Byl vypracován Ing. Zikou. Při kopání sond pro účely průzkumu byla také odhalena základová konstrukce stávajícího objektu. Základ je od opěr odskočen o 500 mm. V rámci statického výpočtu bude také posouzen základ pro nové zatížení.

1.5 Statické schéma



- statické schéma ve výpočtovém programu



- statické schéma zjednodušené

2. Materiály

spodní stavba:

dřík - opěra	C30/37, XC4, XF2, XD2
závěrná stěna	C30/37, XC4, XF4
podložiskové bloky	C40/50, XC2, XF4, XD2
krytí	c=50 mm - zemina c=50 mm - exteriér
ocel do betonu	B500B

vrchní stavba:

mostovka	C40/50, XF2
krytí	c=40 mm - exteriér
římasy	C35/45, XF4
krytí	c=30 mm - exteriér
ocel do betonu	B500B

zábradlí

konstrukční ocel	S235
povrchová úprava	žárový pozink

Výpočet krycí vrstvy pro jednotlivé konstrukční prvky

prvek: dřík opěry

stupeň vlivu prostředí

XC4 [-]
 XF2 [-]
 XD2 [-]

třída betonu

C30/37 [-]

předpoklad

\emptyset

16 [mm]

$\emptyset_{příčná}$

12 [mm]

$c_{min,b}$

16 [mm]

$c_{min,dur}$

45 [mm]

tab.

c_{min}

45 [mm]

Δc_{dev}

5 [mm]

c_{nom}

50 [mm]

prvek: mostovka

stupeň vlivu prostředí

XF2 [-]

třída betonu

C40/50 [-]

předpoklad

\emptyset

25 [mm]

$\emptyset_{příčná}$

16 [mm]

$c_{min,b}$

25 [mm]

$c_{min,dur}$

30 [mm]

tab.

c_{min}

30 [mm]

Δc_{dev}		10 [mm]	
c_{nom}		40 [mm]	
<i>prvek: římsa</i>			
<i>stupeň vlivu prostředí</i>		XF4 [-]	
<i>třída betonu</i>		35/45 [-]	
<i>předpoklad</i>	\emptyset	12 [mm]	
	$\emptyset_{příčná}$	8 [mm]	
$c_{min,b}$		12 [mm]	
$c_{min,dur}$		20 [mm]	tab.
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

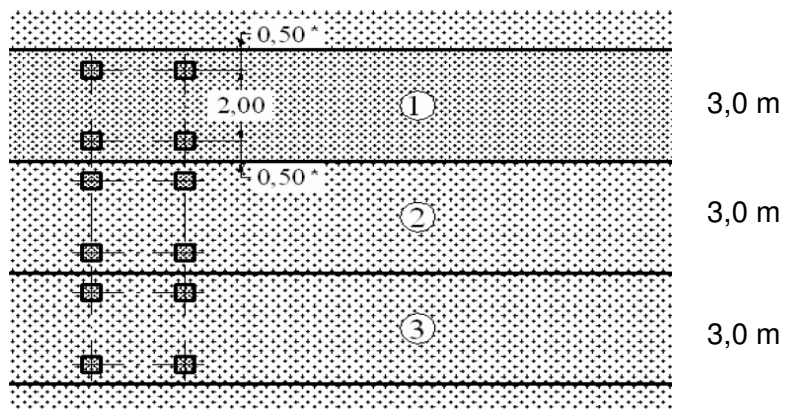
Zatížení stavebních konstrukcí dle skladeb			
<u>Zatížení vozovky</u>			
Stálé zatížení			
Popis vrstvy	tloušťka	γ	g_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
asfaltový beton ACO 11+	50	22	1,1
spojovací postřik - emulze 0,4 kg/m ²			
litý asfalt MA 8 IV	40	11	0,44
HI mostovky			
spádová vrstva betonu cca. 100 mm	100	25	2,5
monolitická ŽB deska	450	26	11,7
Celkem		$g_k =$	15,74 kN/m ²
Celkem zatížení desky		$g_{k,ost} =$	4,04 kN/m ²
<u>Zatížení betonových říms</u>			
Stálé zatížení		g_k	
		[kN/m]	
římsa		15,0	
římsa s chodníkem		11,4	
<u>Zatížení zábradlí</u>			
Stálé zatížení		g_k	
		[kN/m]	
ocelové zábradlí (odhad)		2,0	
<u>Nahodilé zatížení - chodci</u>			
dle ČSN EN 1991-2		viz. bod 3.2	
<u>Nahodilé zatížení - doprava</u>			
dle ČSN EN 1991-2		viz. bod 3.2	

3.2 Zatížení dopravou

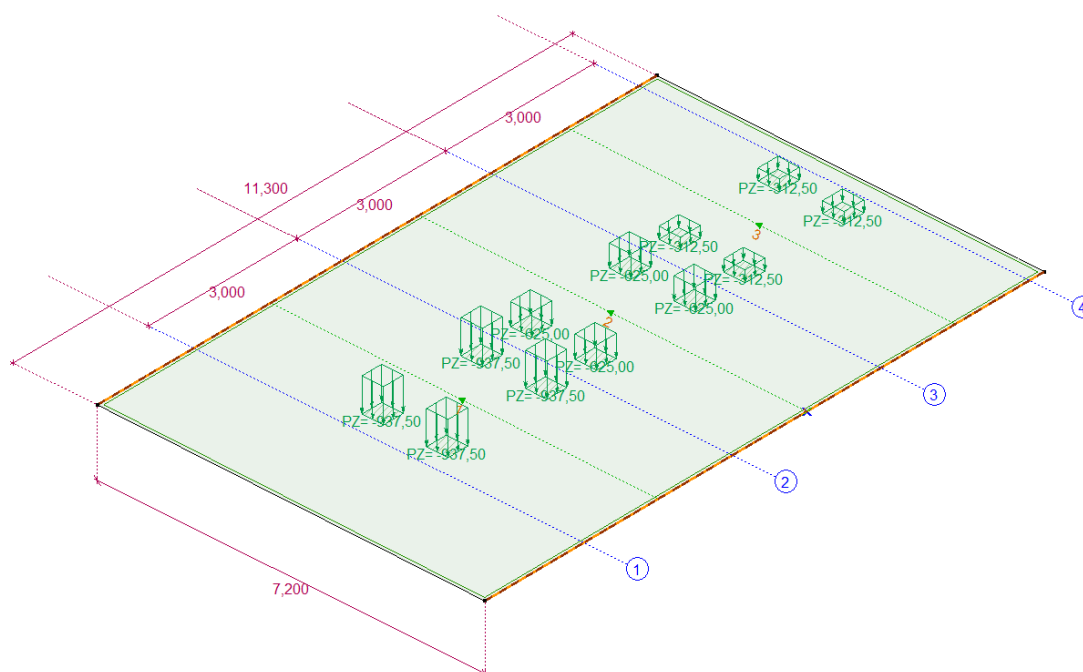
3.2.1 Model zatížení 1 - LM2

Umístění	Dvojnáprava (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

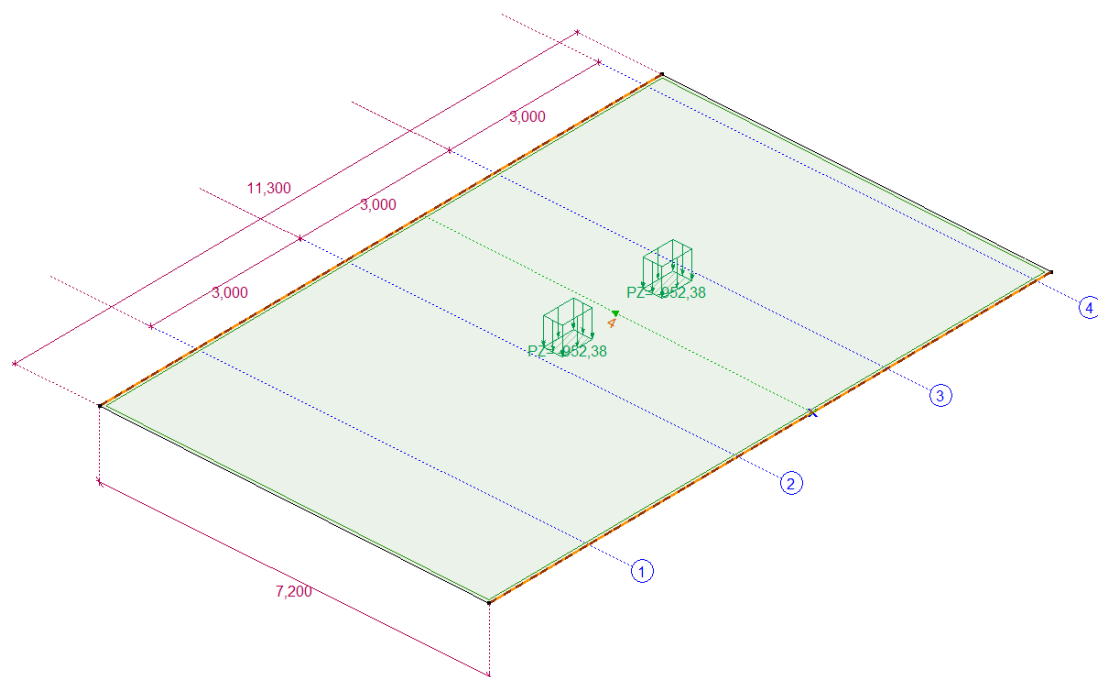
charakteristické hodnoty zatížení



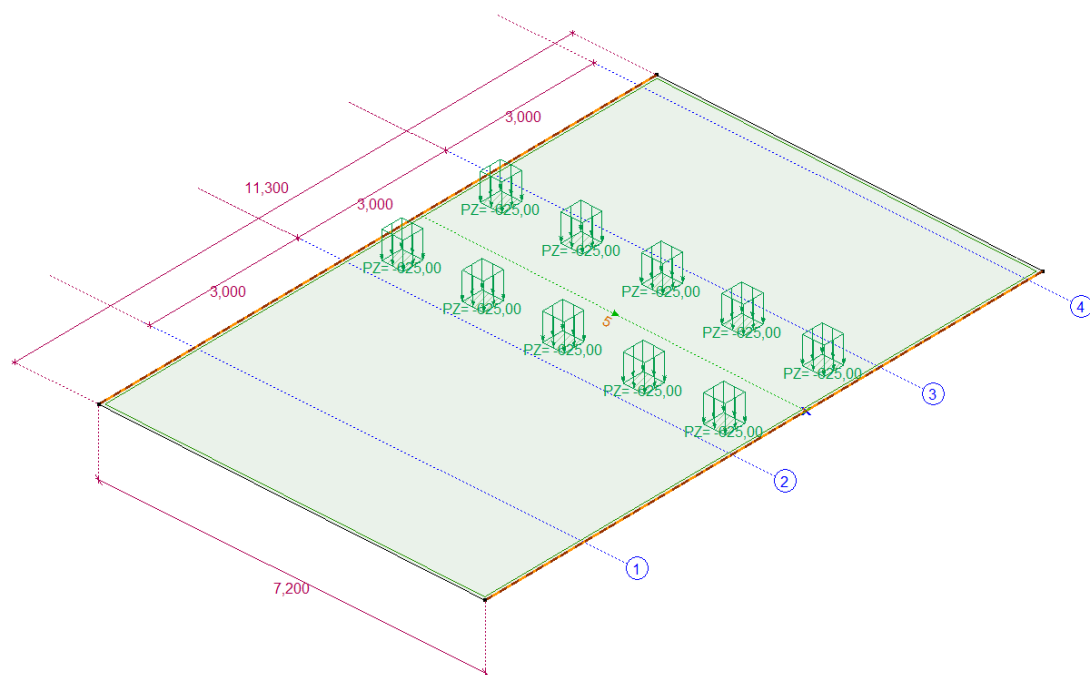
hlavní zatěžovací systém mostu



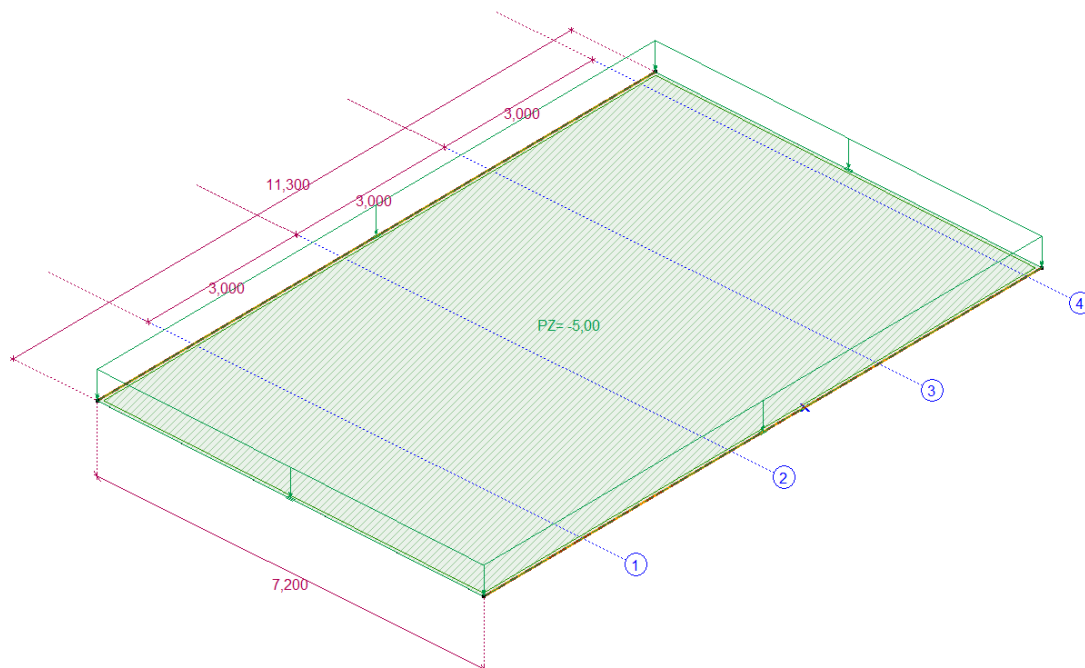
3.2.2 Model zatížení 2 - LM2



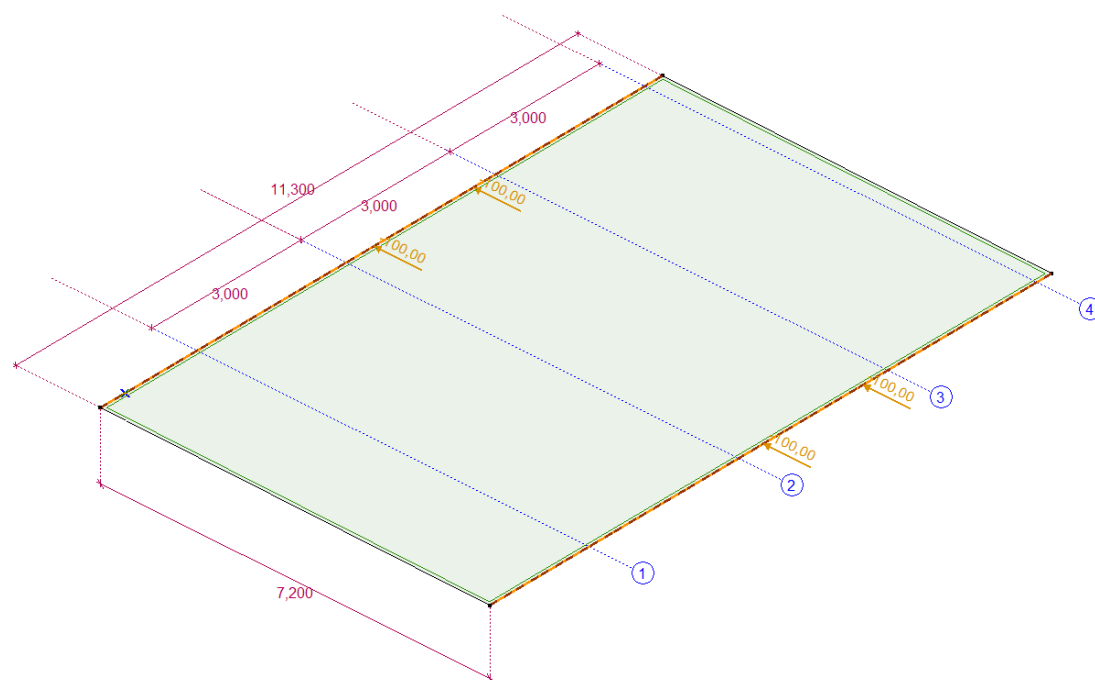
3.2.3 Model zatížení 3 - LM3



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

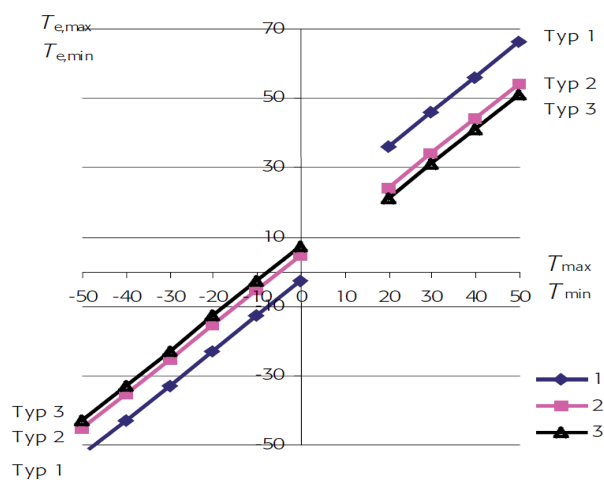
$$T_{e,max} = 41 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

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 k_{sur} pro různé tloušťky mostního svršku

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

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

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

Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty

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

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

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

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

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

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

3.4 Zatížení větrem

Zjednodušená metoda výpočtu

ρ (vzduchu) =	1,25	[kg/m ³]
v_b =	27,5	[m/s]
b (šířka) =	7,2	[m]
d_{tot} =	3,6	[m]
z_e =	1,9	[m]
kategorie terénu	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

Síla větru vodorovná

$$F_{w,x} = 2,35125 \text{ [kN/m]}$$

Síla větru svislá

$$F_{w,z} = 2,2275 \text{ [kN/m]}$$

4. Návrh a posouzení konstrukce

4.1 Základní rozměry konstrukce

Jedná se o monolitickou železobetonovou nosnou konstrukci mostu. Konstrukčně most tvoří prostý nosník.

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

Rozměry mostu:

šířka	11,3 m
délka	7,2 m
tl. kce	0,5 m

Rozměry základové opěry:

šířka	2,0 m
délka	11,3 m

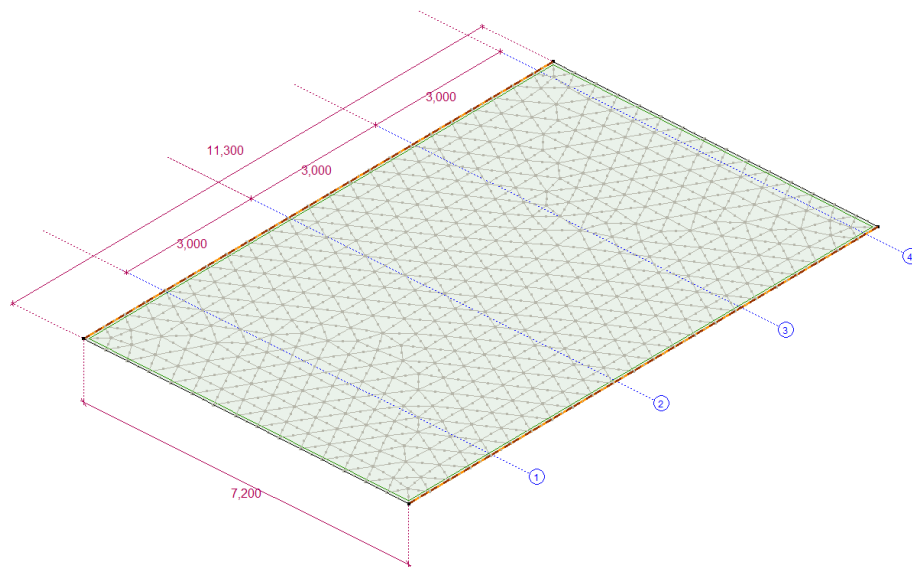
Rozměry základové konstrukce:

půdorysné	3,0 m
-----------	-------

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

4.2 Vrchní stavba

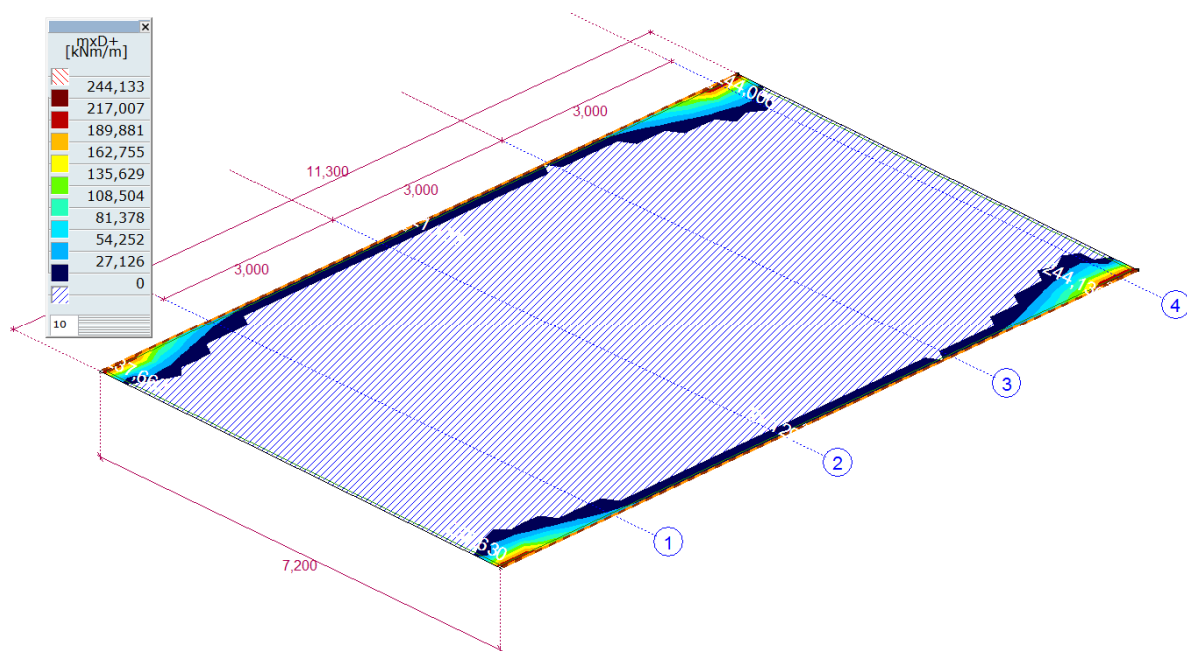
celkový model:



příčný řez modelem:

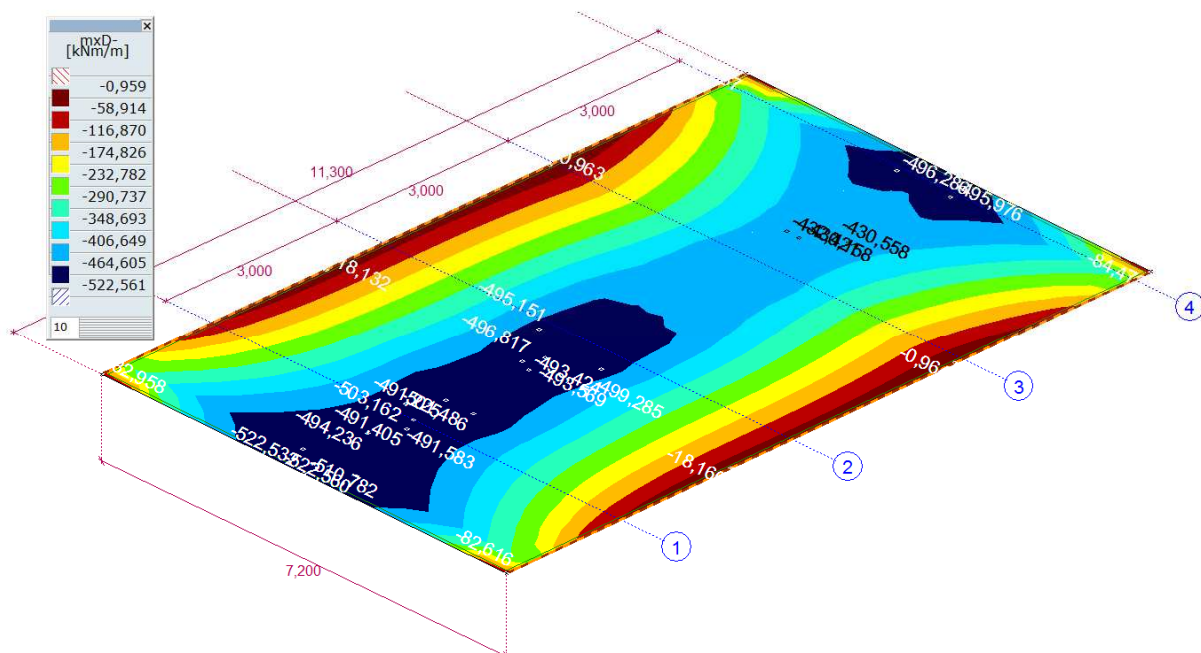


4.2.1 Vnitřní síly



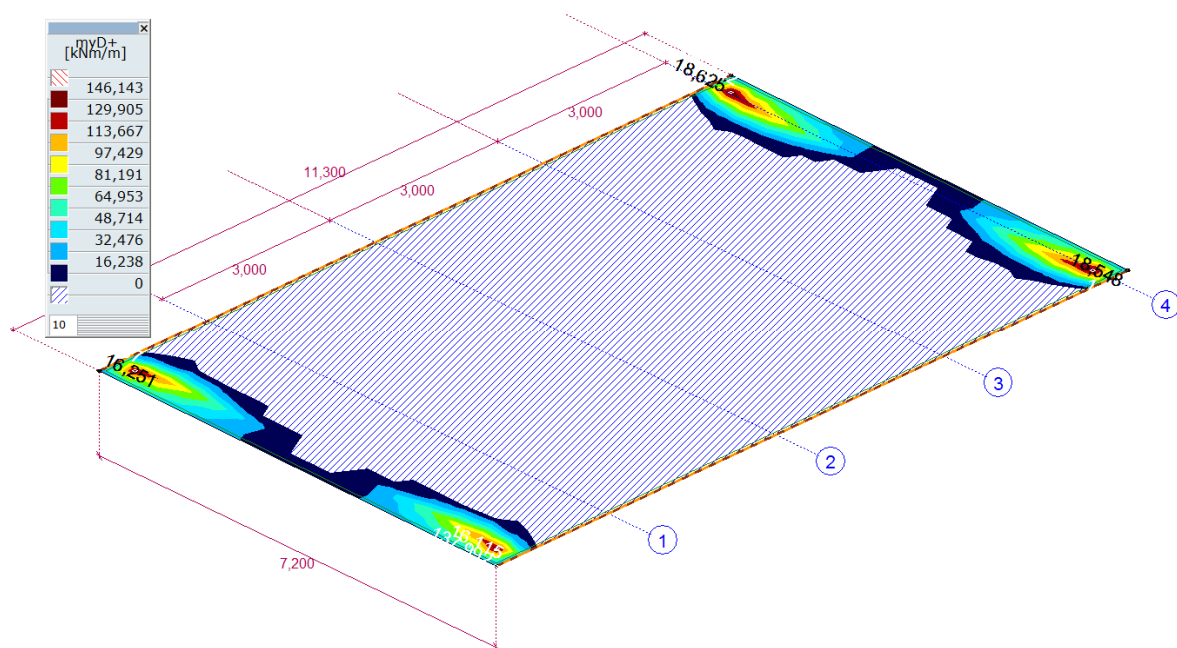
Mx - horní povrch [kNm/m]

[1,35*0,85*vlastní tíha + 1,35*0,85*ostatní + 1,35*0,85*římsy + 1,35*0,85*oc. zábradlí] +
 [1,5*LM1] + [1,5*0,7*vodorovné síly + 1,5*0,7*teplota]



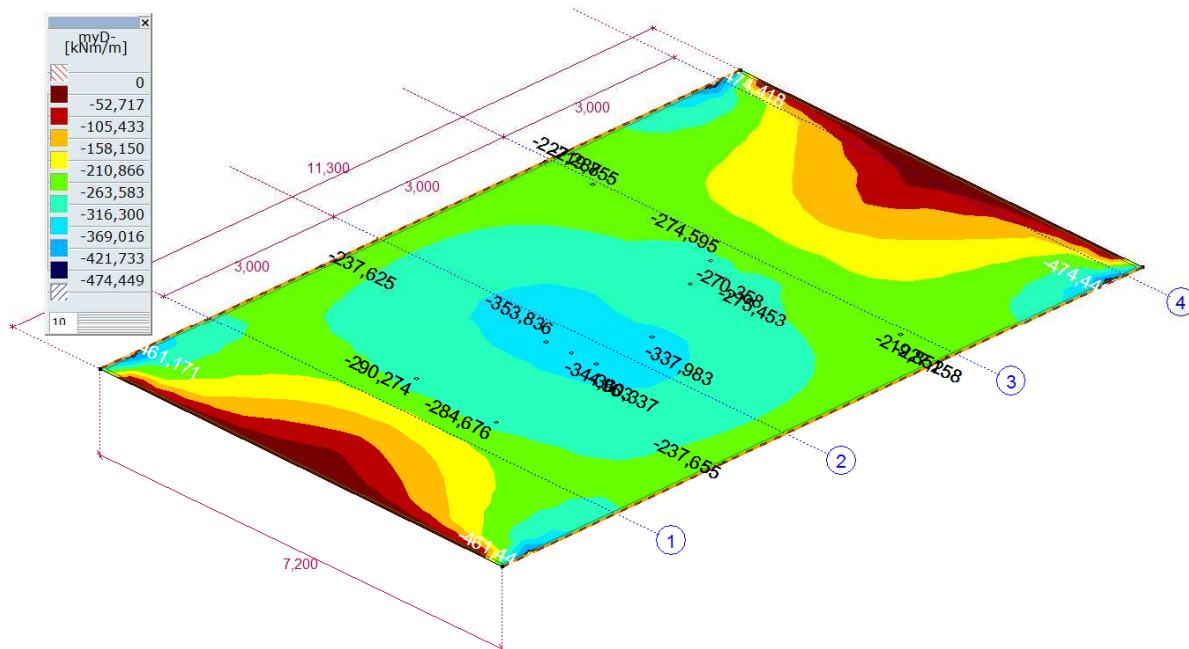
Mx - dolní povrch [kNm/m]

[1,35*0,85*vlastní tíha + 1,35*0,85*ostatní + 1,35*0,85*římsy + 1,35*0,85*oc. zábradlí] +
 [1,5*LM1] + [1,5*0,7*vodorovné síly + 1,5*0,7*teplota]



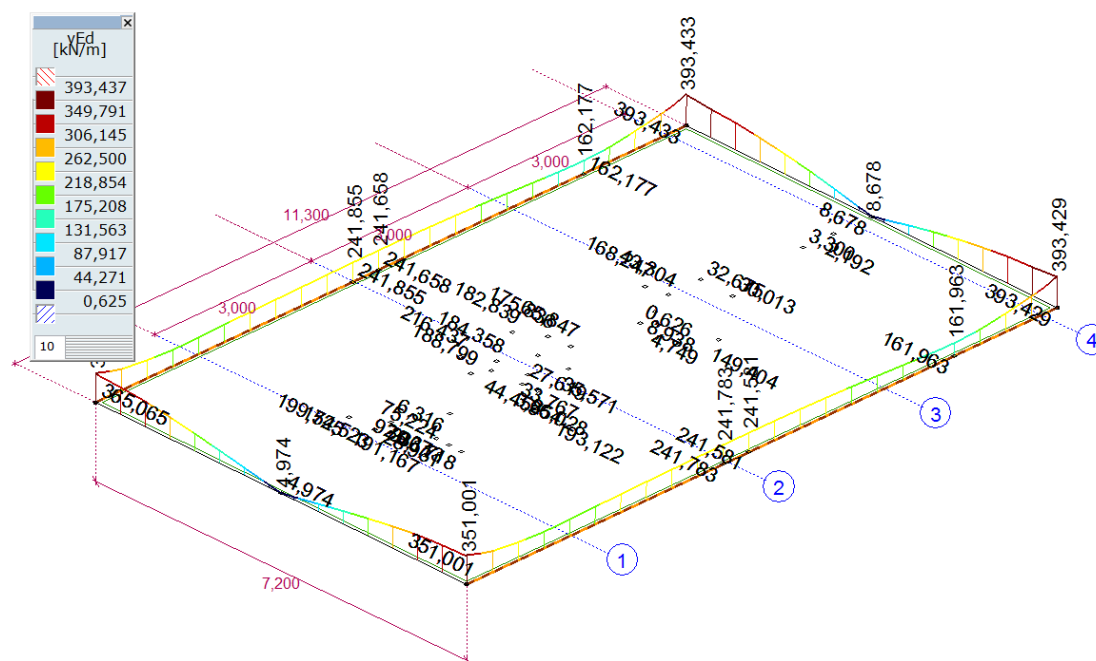
My - horní povrch [kNm/m]

[1,35*0,85*vlastní tíha + 1,35*0,85*ostatní + 1,35*0,85*římsy + 1,35*0,85*oc. zábradlí] +
 [1,5*LM1] + [1,5*0,7*vodorovné síly + 1,5*0,7*teplota]



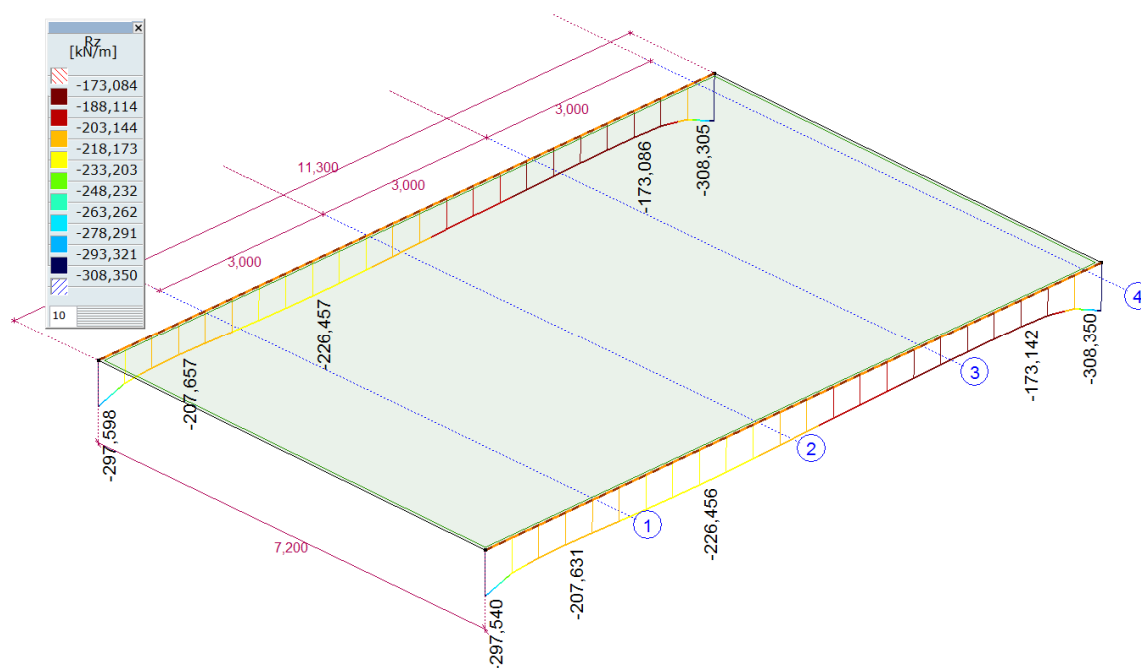
My - dolní povrch [kNm/m]

[1,35*0,85*vlastní tíha + 1,35*0,85*ostatní + 1,35*0,85*římsy + 1,35*0,85*oc. zábradlí] +
 [1,5*LM1] + [1,5*0,7*vodorovné síly + 1,5*0,7*teplota]



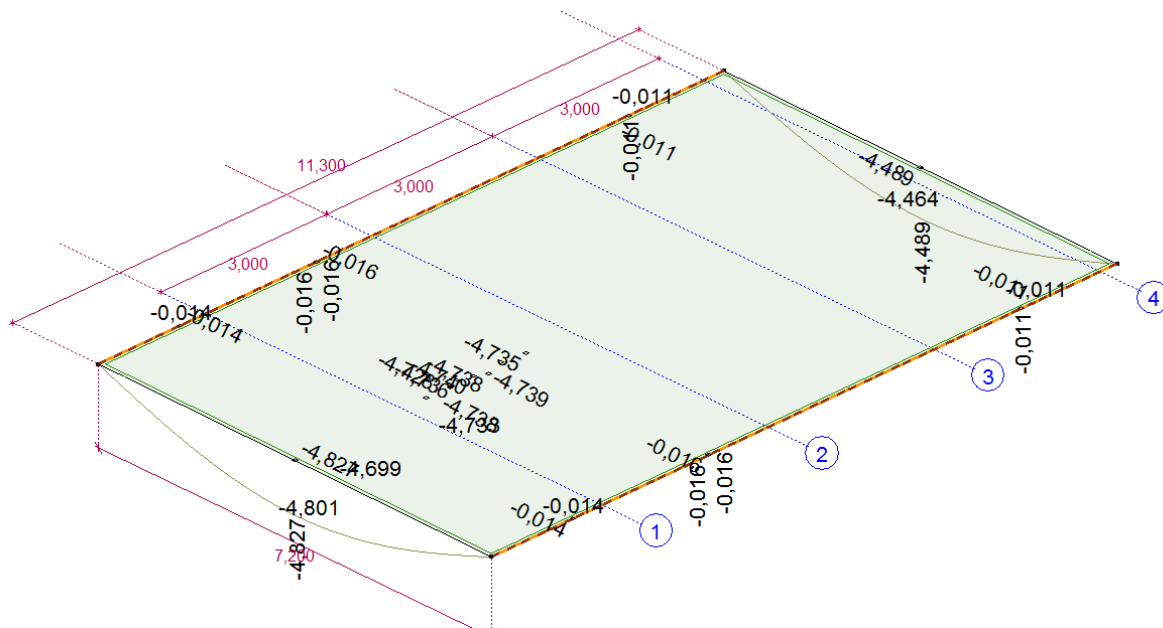
Vz [kN/m]

$[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{vlastní tíha} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{ostatní} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{římsy} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{oc. zábradlí}] +$
 $[1,5 \cdot \text{LM1}] + [1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{vodorovné síly}]$



Rz [kN/m]

$[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{vlastní tíha} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{ostatní} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{římsy} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{oc. zábradlí}] +$
 $[1,5 \cdot \text{LM1}] + [1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{vodorovné síly}]$



deformace [mm]
 [vlastní tíha + ostatní + římsy + oc. zábradlí] + [LM1]

4.2.2 Návrh a posouzení

Návrh železobetonové desky

stat. působení: jednosměrně pnutá deska, prostě podepřená

Vnitřní síly - MSÚ

#	dolní povrch		horní povrch	
	Med,x (-)	Med,y (-)	Med,x (+)	Med,y (+)
1	510,8	353,8	189,8	113,6

Návrh průřezu dle empirie

max rozpětí L= 7200 [mm]
 tloušťka desky h = L/25
 tloušťka desky h = 288,00 [mm]

Geometrie průřezu

tloušťka desky h = 500,00 [mm]
 šířka b = 1000,00 [mm]
 krytí výztuže c = 40,00 [mm]
 plocha průřezu Ac = 500000 [mm²]

Materiálové charakteristiky

beton C 40/50

fck =	40 [MPa]
fcm =	48 [MPa]
fctm =	3,5 [MPa]
fctk,0,05 =	2,5 [MPa]
fctk,0,095 =	4,6 [MPa]
Ecm =	35000 [MPa]
γc =	1,5 [-]

výztuž

B500B

min mez kluzu	f _{yk} =	500 [MPa]
min pevn. v tahu	f _{tk} =	550 [MPa]
	E _s =	200000 [MPa]
	γ _s =	1,15 [-]

<u>směr (X) dolní - hlavní</u>		-	-	-	-	-
#	Med,x (-) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]
1	510,8	447,50	402,75	2917,05	25	75,0

Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,x [kNm]	posudek	využ. [%]
	0,0	6544,985	106,71	404,8	1151,96	O.K.	44,3

<u>směr (X) horní</u>		-	-	-	-	-
#	Med,x (+) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]
1	189,8	452,00	406,8	1073,11	16	150,0

Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,x [kNm]	posudek	využ. [%]
	100,0	1340,413	21,85	443,3	258,33	O.K.	73,5

<u>směr (Y) dolní - vedlejší</u>		-	-	-	-	-
#	Med,y (-) [kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]
1	353,8	425,00	382,5	2127,42	20	75,0

Øpř [mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	Mrd,y [kNm]	posudek	využ. [%]
	0,0	4188,79	68,30	397,7	724,26	O.K.	48,8

<u>směr (Y) horní</u>						
=		vedlejší				
Med,y (+)						
#	[kNm]	d [mm]	z [mm]	As,req [mm ²]	Ø [mm]	á [mm]
1	113,6	436,00	392,4	665,85	16	150,0
Øpř					Mrd,y	využ.
[mm]	á [mm]	As [mm ²]	x [mm]	z [mm]	[kNm]	posudek
	100.0	1340.413	21.85	427.3	249.00	O.K.
						45.6

konstrukční zásady

As,min 836,7816 m²

As,min 520,00 m²

As,max 0,02 m²

Vymezuující ohybová štíhlost - MSP

délka prvku L= 7200 [mm]

účinná výška d = 442 [mm]

κc1 = 1,0 [-]

κc2 = 1,0 [-]

κc3 = 7,240 [-]

prostě podeřená deska

0,015 λd,tab = 14 [-]

0,005 λd,tab = 20 [-]

λd,tab = 17,72212434 [-]

λd = 124,7444918 [-]

L/d = 16,29 [-]

podmínka L/d ≤ λd

vyhovuje

4.3 Výpočet dilatačních posunů

Vodorovný posun od zatížení byl odečten z výpočtového programu, kde v místě uložení nosníků byli vymodelovány fiktivní pruty aby bylo možné odečíst posuny v místě přechodu mostovky na předmostí.

teplota - 3.typ konstrukce - betonová deska

T_{max}= 40 [°C]

T_{min}= -34 [°C]

T_{e,max} = T_{max} + 1 = 41 [°C]

$$T_{e,min} = T_{min} + 10 = -24 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

Výchozí složka

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

Pro zajištění maximálního účinku teplot se teploty zvýší/zníží o 20°C

$$\Delta T_{N,exp,d} = T_{e,max} - T_0 + 20 = 51 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

$$\Delta T_{N,con,d} = T_{e,min} - T_0 - 20 = -54 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

parametry konstrukce

$$L = 7900 \text{ } [mm]$$

$$\alpha = 0,000012 \text{ } [K^{-1}]$$

Návrhové dilatační

posuny

$$u_{x,exp} = \alpha * \Delta T_{N,exp,d} * L = 4,83 \text{ } [mm]$$

$$u_{x,con} = \alpha * \Delta T_{N,con,d} * L = -5,12 \text{ } [mm]$$

Vodorovný posun od zatížení byl odečten z výpočtového programu

$$\gamma_f = 1,35 \text{ } [-]$$

$$u_{x,MSP} = 0,409 \text{ } [mm]$$

$$u_{x,exp} = \gamma_f * u_{x,MSP} = 0,55215 \text{ } [mm]$$

Celkový návrhový posun v závěru

$$\Delta u_x = u_{x,exp} + u_{x,exp} - u_{x,con} = 10,51 \text{ } [mm] < 15 \text{ mm}$$

Na základě výpočtu je navržen přechod mostovky na předmostí přes řezanou spáru tl. 15 mm a přechod mostní izolace a vozovky dle VL 4. Detail viz. výkresová dokumentace - C.2.2.11 Detail uložení mostovky.

4.4 Spodní stavba

V rámci rekonstrukce nedojde k vybourání stávajících základových opěr. Část základových opěr se vybourá a provede se na ně nová hlava opěry. Zatížení z konstrukce bude rovnoměrně přeneseno do základové spáry.

Během realizace po vybourání stávajících skladeb vozovky a části opěry dle PD bude nutno ověřit stav betonového jádra základové mostné opěry. Táto diagnostika bude provedena profesně způsobilou firmou na zakázku.

Posouzení únosnosti základové spáry 1.MS

prvek: základová
 patka

Pozn.: nebyl proveden IGP proto se posoudí patka zjednodušeně.
 Předpokladem je únosnost základové spáry R_{dt} , kterou musí na místě ověřit geolog nebo statik.

Návrhová únosnost

R_{dt} 400 kPa

Geometrie

A (x) 1 m
 B (y) 2 m
 D 3 m
 e_{ZAT-x} -0,05 m
 e_{ZAT-y} 0 m

Napětí v základové spáře

σ_d (7.3.12) 281 kPa

V_d 308,3 kN
 G 197,5 kN
 M_{xd} 0 kNm
 M_{yd} 0 kNm
 A_{eff} 1,8 m²
 e_x 0,05
 e_y 0
 $e_{prostor}$ 0,05 m \leq 0,333 **OK**

Posouzení

$\sigma_d \leq R_d \rightarrow$ **OK** 70%

5. Závěr

Statický výpočet ověřil návrhové parametry jednotlivých nosních konstrukčních prvků stavby. Jedná se o poměrně jednoduchou stavbu, která nemá náročné požadavky na nosnou konstrukci. Je důležité provádět stavbu dle platných ČSN a v souladu s harmonizovanými předpisy.

Realizace stavby, její provedení a následné užívání nebude mít negativní vliv na statiku navrhovaného objektu a nedojde k jeho poškození, zřícení ani nadměrné deformaci všech konstrukčních součástí nebo konstrukce jako celku. Vliv stavby z hlediska statiky navrhovaného objektu na okolní pozemky a stavby je zanedbatelný. Návrh konstrukce je proveden v souladu s platnými ČSN a právními předpisy.