

STATICKÝ VÝPOČET

III/23916 Zlonice, most ev.č. 23916-2 přes Dřínovský potok

OBSAH VÝPOČTU

1. Identifikační údaje mostu	2
2. Základní údaje mostu	2
3. Předpisy a literatura	3
4. Příčný řez	4
5. Podélný řez	5
6. Půdorys	6
7. Cíl statického výpočtu, mechanický model konstrukce	7
8. Model	7
9. Zatížení	8
9.1. Vlastní tíha	8
9.2. Ostatní stálá svislá	8
9.3. Pohyblivé – model zatížení 1 (LM1)	8
9.4. Vodorovná –zemní tlak v klidu s přitížením	9
9.5. Teplota - rovnoměrná	9
9.6. Teplota – nerovnoměrná	9
9.7. Sestavy zatížení	9
9.8. Kombinace zatížení	9
10. Dimenzační veličiny	10
10.1. Tabulky vypočtených hodnot ohybových momentů	10
11. Posouzení průřezů MSÚ	11
11.1. Střed desky	11
11.2. Rámový roh	11
12. Založení mostu	11
13. Konstrukční zásady	12
14. Schéma výztuže	13

1. Identifikační údaje mostu

Stavba: **III/23916 Zlonice, most ev.č. 23916-2 přes Dřínovský potok**
Stavební objekt: **SO 201 – Most**
Katastrální území: Zlonice, Dřínov u Zlonic
Kraj: Středočeský

Investor: **Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje,
příspěvková organizace**
Zborovská 81/11, 150 21 Praha 5 - Smíchov IČ: 00066001

Zodpovědný projektant: **Prokop mosty, s.r.o.**
Slavíčková 827/1a, 638 00 Brno
IČ: 277 31 405
Ing. Ivo Prokop
autorizovaný inženýr ČKAIT 1002670 v oborech
Mosty a inženýrské konstrukce a Dopravní stavby
mobil: 602 557 857
info@prokopmosty.cz

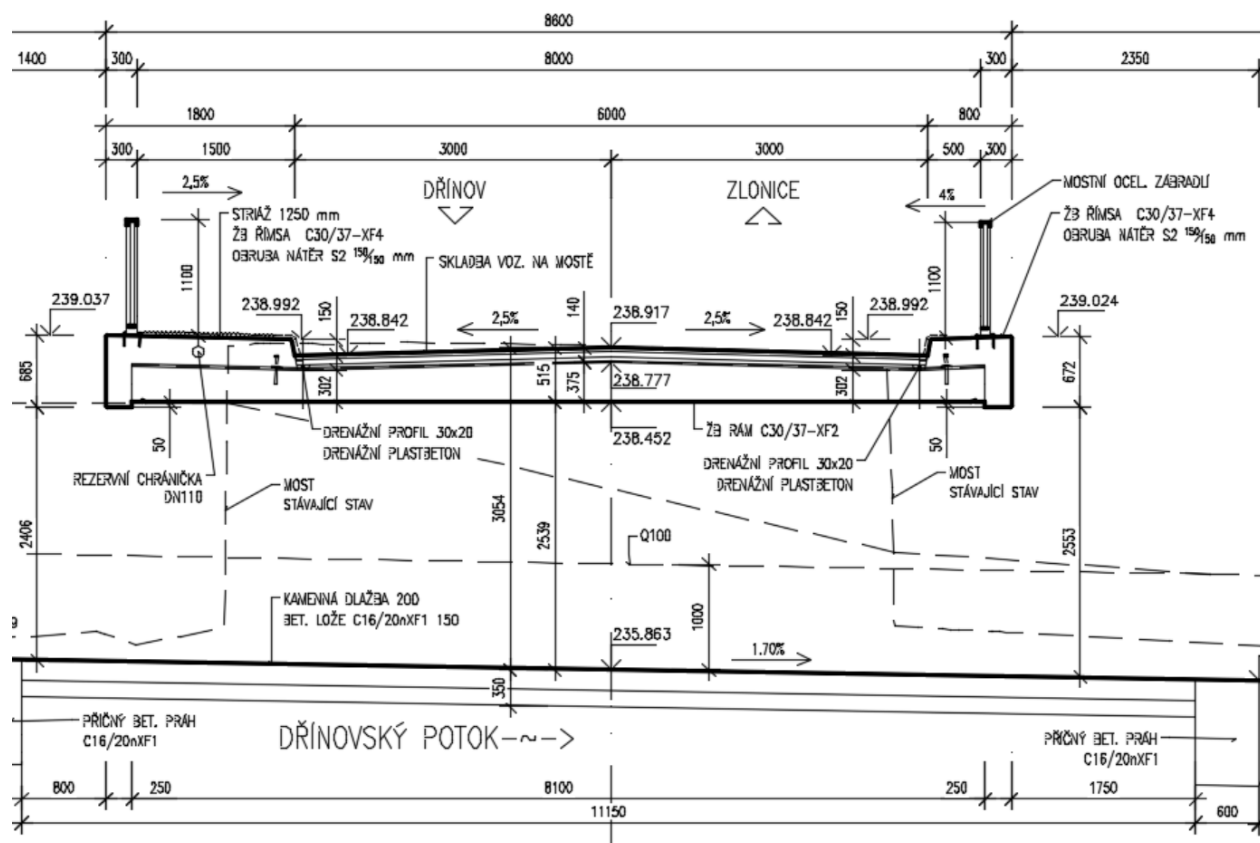
2. Základní údaje mostu

Délka přemostění: 5,94 m
Délka mostu: 10,08 m
Délka nosné konstrukce: 6,94 m
Rozpětí mostu: 5,44 m
Šikmost mostu: kolmý – 100,00 ‰
Šířka mostu: 8,60 m
Šířka vozovky mezi obrubami: 6,00 m
Šířka chodníků: 1,50 m
Volná šířka mostu: 8,00 m
Stavební výška: 0,52 m
Výška mostu: 3,05 m
Plocha nosné konstrukce: $8,10 \times 6,94 = 56,21 \text{ m}^2$
Zatížitelnost : bude stanovena dle ČSN 73 6222 po dokončení stavby
min . Vn = 32 t, Vr = 80 t, Ve = 180 t, Vaj = 13,3 t

3. Předpisy a literatura

ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN 73 1002	Pilotové základy
ČSN EN 1990 (73 0002)	Zásady navrhování konstrukcí (2004)
ČSN EN 1991-1-1 (73 0035)	Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb (2004)
ČSN EN 1991-1-5 (73 0035)	Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou (2005)
ČSN EN 1991-2 (73 6203)	Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou (2005)
ČSN EN 1992-1-1 (73 1201)	Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (2006)
ČSN EN 1992-2 (73 6208)	Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady (2007)
ČSN EN 1997-1 (73 1000)	Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla (2006)
ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů (2008)
ČSN 73 6209	Zatěžovací zkoušky mostů
ČSN 73 6221	Prohlídky mostů pozemních komunikací
ČSN 73 6222	Zatížitelnost mostů pozemních komunikací (2009)
Novák, Hořejší	Statické tabulky pro stavební praxi
Janda, Kleisner, Zvara	Betonové mosty (celostátní učebnice)
Klimeš, Zůda	Betonové mosty (celostátní učebnice)
Sečkář	Betonové mosty (skriptum VUT)
Skriptum Navrhování betonových konstrukcí – prvky z prostého a železového betonu	
Procházka a kol.	Sborník a Sběrka příkladů – Navrhování betonových konstrukcí podle norem ČSN EN 1992
Hrdoušek a kol.	Sběrka příkladů a komentářů – Navrhování betonových mostů podle norem ČSN EN 1992
VL-4	Vzorové listy - MOSTY

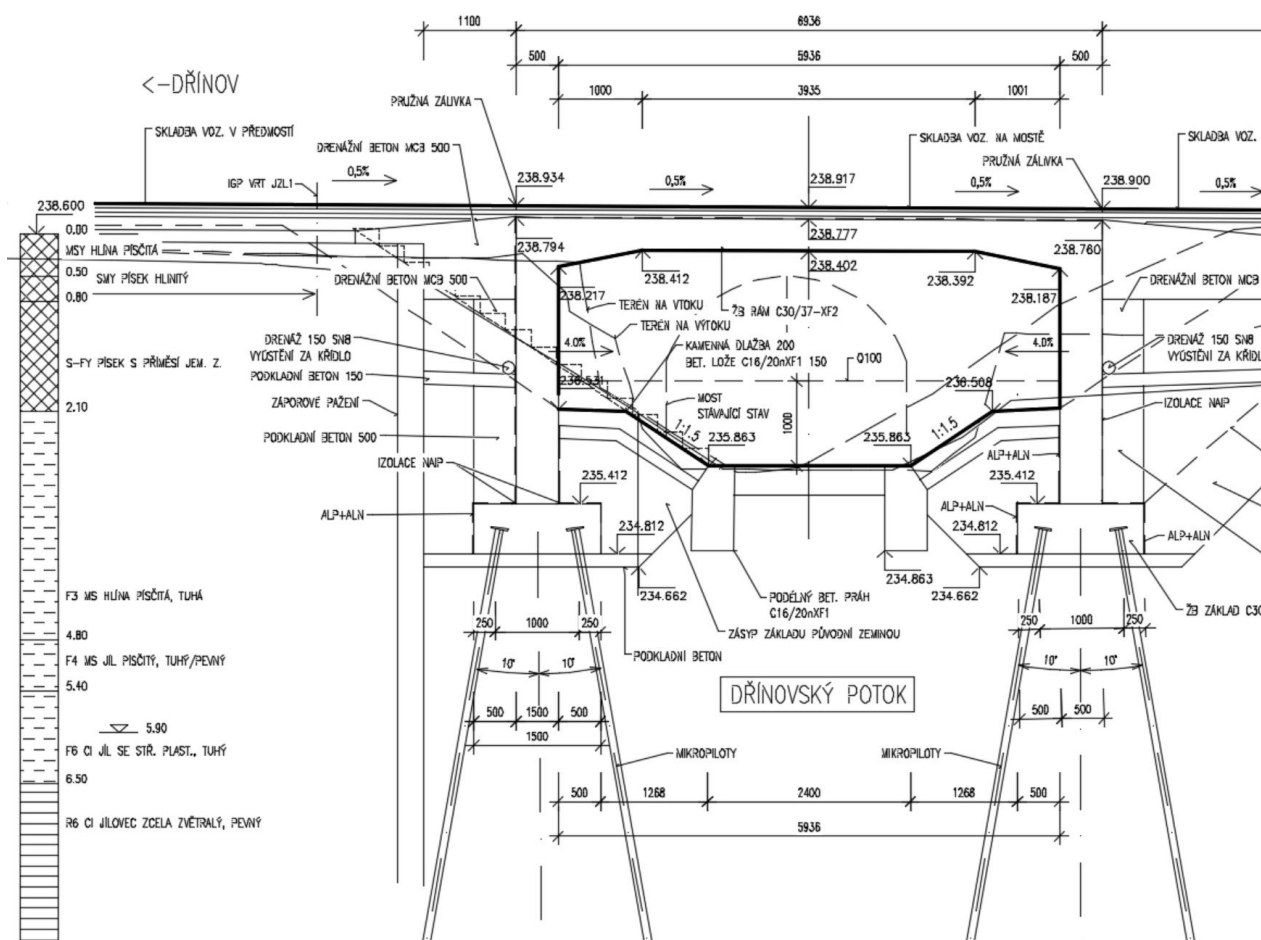
4. Příčný řez

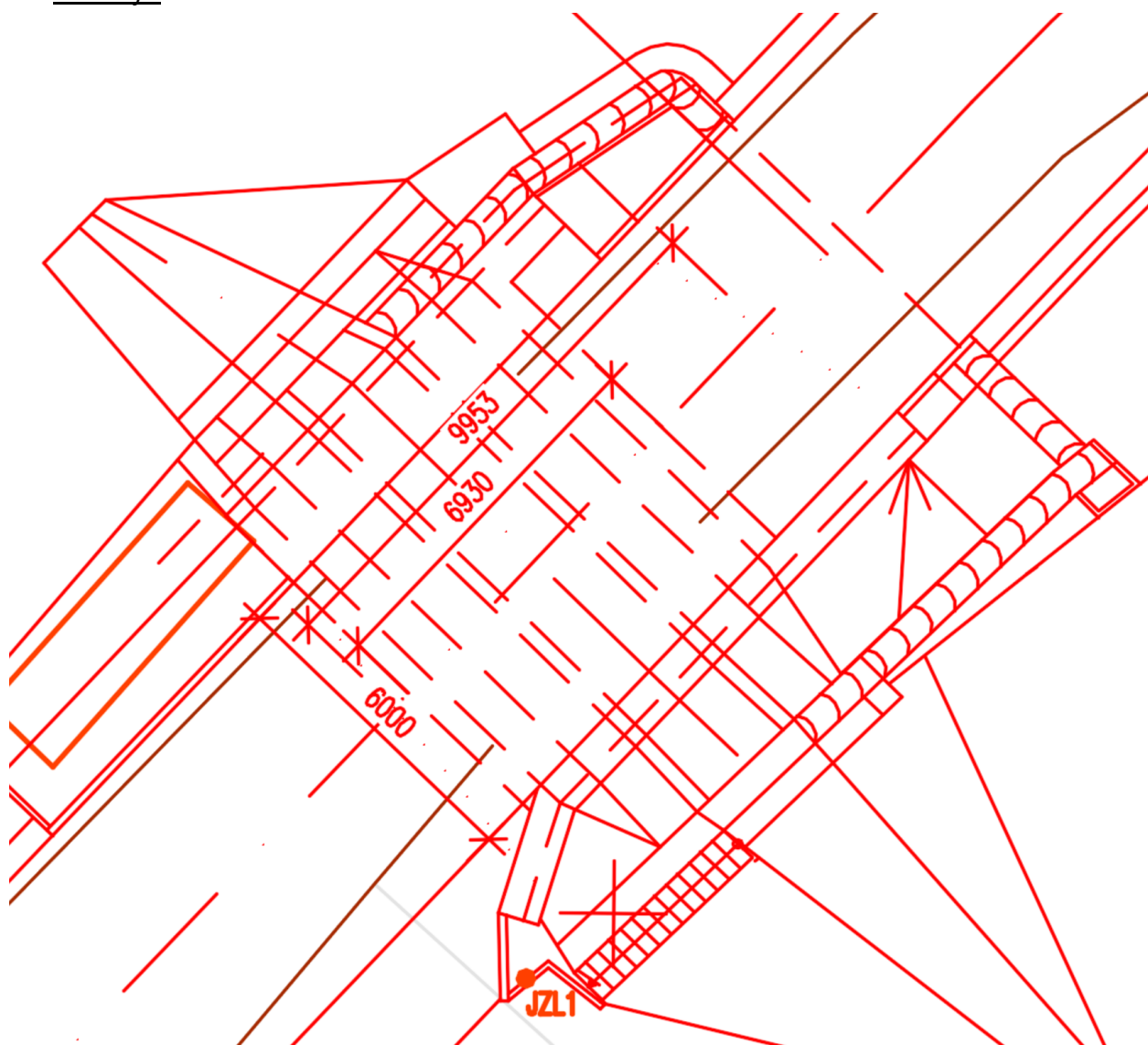


KONSTRUKCE VOZOVKY NA MOSTĚ

ASFALTOVÝ BETON PRO OBRUSNÉ VRSTVY	ACO 11 + PMB 25/55-55	40 mm
SPJOVACÍ POSTŘÍK 0,25 kg/m ²	PS-EP	
ASFALTOVÝ BETON PRO LOŽNÉ VRSTVY	ACL 16 + PMB 25/55-55	60 mm
SPJOVACÍ POSTŘÍK 0,4 kg/m ²	PS-EP	
ZDRSŇUJÍCÍ POSYP PŘEDOBÁLENOU DŘTÍ 4/8	2:4 kg/m ²	
LITÝ ASFALT PRO OCHRANNÉ VRSTVY	MA 11 IV PMB 25/55-60	35 mm
IZOLACE Z NAP S PEČETICÍ VRSTVOU		5 mm
CELKEM		140 mm

5. Podélný řez



6. Půdorys

7. Cíl statického výpočtu, mechanický model konstrukce

Cílem statického výpočtu je nadimenzovat a posoudit železobetonovou konstrukci a také posoudit základové poměry. Most bude při návrhu zatěžován dle ČSN EN 1991-2.

Mechanickým modelem je prutová konstrukce. Pro dimenzování byly použity nejnepríznivější účinky. Krátký výpis vstupních a výstupních dat je součástí tohoto výpočtu, kompletní data jsou v elektronické podobě uložena u projektanta.

8. Model

Model je rám o jednom poli $L = 6,436$ m, šířka desky 1,000 m, výška 300÷500 mm. Stojky výšky cca 3,4 m, tloušťky 500 mm. Základ šířky 1,50 m, tl. 600 mm.

Tuhost plošného podloží Gravel/Slightly silty/Loose $C1_z = 20\text{MN/m}^3$

Materiál

Jméno		
C -/35 [B 400]		
Modul E		36000.00 MPa
Poissonův souč.		0.15
Objemová hmotnost		2500.000 kg/m ³
Roztažnost		0.012 mm/m.K

Uzly

Uzel	X m	Z m
1	0.000	0.000
2	0.000	3.307
3	6.436	0.000
4	6.436	3.274
5	5.185	3.430
6	3.217	3.440
7	1.249	3.450
8	-0.750	0.000
9	-0.447	0.000
10	0.447	0.000
11	0.750	0.000
12	-1.489	-5.909
13	1.489	-5.909
14	7.186	0.000
15	6.883	0.000
16	5.989	0.000
17	5.686	0.000
18	7.925	-5.909
19	4.947	-5.909

Pruty

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
1	1	1	2	3.307	0.00	1 - OBD (500,1000)	C-/35 [B 400]
2	2	3	4	3.274	0.00	1 - OBD (500,1000)	C-/35 [B 400]
3	3	4	5	1.261	0.00	1 - OBD (500,1000)	C-/35 [B 400]
4	4	5	6	1.968	0.00	2 - OBD (300,1000)	C-/35 [B 400]
5	5	7	2	1.257	0.00	1 - OBD (500,1000)	C-/35 [B 400]
6	6	8	9	0.303	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
7	7	9	1	0.447	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
8	8	1	10	0.447	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
9	9	10	11	0.303	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
10	10	9	12	6.000	0.00	4 - MSRR88.9x10.0	S 235
11	11	10	13	6.000	0.00	4 - MSRR88.9x10.0	S 235
12	12	14	15	0.303	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
13	13	15	3	0.447	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
14	14	3	16	0.447	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
15	15	16	17	0.303	0.00	3 - OBD (600,1000)	C-/35 [B 400]
16	16	15	18	6.000	0.00	4 - MSRR88.9x10.0	S 235
17	17	16	19	6.000	0.00	4 - MSRR88.9x10.0	S 235
18	18	6	7	1.968	0.00	2 - OBD (300,1000)	C-/35 [B 400]

9. Zatížení

Konstrukce je zatížena vlastní tíhou a stálým zatížením dle ČSN EN 1991-1-1. Nahodilá zatížení od změn teplot jsou zadána podle ČSN EN 1991 1-5. Nahodilá krátkodobá zatížení od vozidel jsou stanovena podle ČSN EN 1991-2. Dynamický součinitel je zahrnut do jednotlivých modelů zatížení.

9.1. Vlastní tíha

ŽB deska 300÷500 mm	0,30 . 25	7,5 kN/m ²
	0,50 . 25	12,5 kN/m ²
ŽB stěna 600 mm	0,60 . 25	15,0 kN/m ²
ŽB základ 600 mm	0,60 . 25	15 kN/m ²
Zatěžovací stav 1.		

9.2. Ostatní stálá svislá

Zábradlí	0,45	0,45 kN/m
Vozovka	0,14 * 22	3,08 kN/m ²
Římsy - deska	0,29*25	7,25 kN/m ²
Římsy – líc	0,25*0,40*25	2,50 kN/m
šířka NK 8,1 m		
$(2*0,45+2*2,50+3,08*6,0+7,25*1,55+7,25*0,55)/8,1 = 4,89 \text{ kN/m}^2$		

Zatěžovací stav 2.

9.3. Pohyblivé – model zatížení 1 (LM1)

Soustředěné zatížení od dvounápravy (TS): (skupina PK 1) náprava Q, plocha 2x 0,40x0,40m

Pruh č.1 šířky 3,0 m $Q_{1K} = 300 \text{ kN}$; $\alpha_{Q1} = 1,0$; $Q_1 = 300 \times 1,0 = 300 \text{ kN}$

Rovnoměrné zatížení (UDL):

Pruh č.1 šířky 3,0 m $q_{1K} = 9,0 \text{ kN/m}^2$; $\alpha_{q1} = 1,0$; $q_1 = 9,0 \times 1,0 = 9,0 \text{ kN/m}^2$

Zatěžovací stav 3

Roznos nápravového tlaku $L/6 = 6,43/6 = 1,07$ m

do $1,07+2,4+0,55 = 4,02$ m šířky a $1,2+0,4+2*0,365 = 2,33$ m délky.

Volím na stranu bezpečnou plochu roznosu 2×3 m.

Tlak $2*300/(2*3) = 100$ kNm²

Zatěžovací stav čís. 3 - spojitá zatížení**9.4. Vodorovná –zemní tlak v klidu s přitížením**

zemina $g = 20$ kN/m³, $\varphi = 30^\circ$

přítížení od modelu zatížení 1 (LM1) 600 kN $600/(3,0*4,5) = 44,44$ kN/m²

teoretická výška nadnáspy 44,44 / 20 2,22 m

hloubka 0,3 m $(0,3+2,2) \cdot 20 \cdot 0,5 \pm 25$ kN/m

hloubka 3,8 m $(3,8+2,2) \cdot 20 \cdot 0,5 \pm 60$ kN/m

Zatěžovací stav 4.

9.5. Teplota - rovnoměrná

hodnota max. teploty vzduchu ve stínu

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

hodnota min. teploty vzduchu ve stínu

$T_{MIN} = -36^\circ\text{C}$

max. rovnoměrná složka teploty (3.typ)

$T_{E,MAX} = T_{MAX} + 1,5 = 38 + 1,5 = 39,5^\circ\text{C}$

min. rovnoměrná složka teploty (3.typ)

$T_{E,MIN} = T_{MIN} + 8 = -36 + 8 = -28^\circ\text{C}$

výchozí teplota

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

Rozsah rovnoměrných teplot:

$\Delta T_{N,EXP} = T_{E,MAX} - T_0 = 39,5 - 10 = 29,5^\circ\text{C}$

$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{E,MIN} = 10 - (-28) = 38^\circ\text{C}$

Zatěžovací stav 5 a 6

9.6. Teplota – nerovnoměrná

Lineární rozdíly teplot (3.typ):

$\Delta T_{M,HEAT} = T_{M,HEAT} \times k_{SUR} = 15 \times 0,7 = 10,5^\circ\text{C}$

$\Delta T_{M,COOL} = T_{M,COOL} \times k_{SUR} = 8 \times 1,0 = 8^\circ\text{C}$

Zatěžovací stav 7. a 8.

9.7. Sestavy zatížení

gr1a = LM1 (dvojnáprava a rovnoměrné zatížení) ZS3

gr1b = LM2 (jednotlivá náprava) ... neuvažujeme na stranu bezpečnou

gr2, gr3 ... neuvažujeme vodorovné síly a chodníky

gr4 = LM4 (dav lidí) ... neuvažujeme na stranu bezpečnou

gr5 = LM3 + LM1 ... zvláštní vozidla neuvažujeme

9.8. Kombinace zatížení

Výraz (6.10) = $1,35 G_{k,j,sup} + 1,35 Q_{k,1} + 1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$... budeme na straně bezpečné

1 = $1,35*(ZS1+ZS2)$ stálé

2 = $1,35*(ZS1+ZS2)+1,35*ZS3$... nahodilé auty

3 = $1,35*(ZS1+ZS2)+1,35*ZS3 + ZS4 + 0,6*1,5 ZS(5,6,7,8)$... nahodilé auty a ostatní

10. Dimenzační veličiny

10.1. Tabulky vypočtených hodnot ohybových momentů

zatížení	střed desky	rámový roh
	M1 [kNm]	M2 [kNm]
1. vlastní tíha	12,6	30,6
2. ostatní stálé	7,5	17,3
3. LM1	58,5	85,2
4. zemní tlak	-19,3	9,5
5. teplota rovnomě +/-	10,9	9,9
6. teplota nerovnoměrná	3,6	13,6
kombinace ze ZS	125,7	224,2
kombinace ze programu	125,2	224,2

11. Posouzení průřezů MSÚ

11.1. Střed desky

Oboustranně vyztužený průřez: $\varnothing R20$ á 150 mm

Výška průřezu min. $h = 300$ mm

Krytí výztuže $c = 45 + 10$ mm

Parametry materiálu:

Beton C 30/37 – výpočtová pevnost v tlaku $f_{cd} = 0,9 \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot \frac{30}{1,5} = 18,0 \text{ MPa}$

Výztuž R 505.0 – výpočtová pevnost v tahu $f_{sd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$

$$A_{s, \min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \cdot 2,9/500 \cdot 1000 \cdot (300 - (55 + 20/2)) = 354 \text{ mm}^2$$

$$\text{nejméně } 0,0013 b_t d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot (300 - (55 + 20/2)) = 306 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \max} = 0,040 A_c = 0,04 \cdot 300 \cdot 1000 = 12000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha výztuže } A_s = 2094,4 \text{ mm}^2$$

$$F_s = A_s \cdot f_{sd} = 2094,4 \cdot 434,78/1000 = 910,61 \text{ kN}$$

$$F_c = b \cdot 0,8 \cdot x \cdot f_{cd} = F_s$$

z toho

$$x = F_s / (b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}) = 910,61 / (1 \cdot 0,8 \cdot 18,0) = 63,24 \text{ mm}$$

$$z = h - (c + d/2) - 0,4 \cdot x = 300 - (55 + 20/2) - 0,4 \cdot 63,24 = 209,71 \text{ mm}$$

$$M_{sd1} = F_c \cdot z = 910,61 \cdot 209,71/1000 = 190,96 \text{ kNm} > M_{d1} = 125,7 \text{ kNm} \dots \text{vyhovuje}$$

11.2. Rámový roh

Oboustranně vyztužený průřez: $\varnothing R20$ á 150 mm

Výška průřezu max. $h = 500$ mm

Krytí výztuže $c = 45 + 10$ mm

$$A_{s, \min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \cdot 2,9/500 \cdot 1000 \cdot (500 - (55 + 20/2)) = 656 \text{ mm}^2$$

$$\text{nejméně } 0,0013 b_t d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot (500 - (55 + 20/2)) = 566 \text{ mm}^2$$

$$z = h - (c + d/2) - 0,4 \cdot x = 500 - (55 + 20/2) - 0,4 \cdot 63,24 = 409,71 \text{ mm}$$

$$M_{sd2} = F_c \cdot z = 910,61 \cdot 409,71/1000 = 373,08 \text{ kNm} > M_{d2} = 224,2 \text{ kNm} \dots \text{vyhovuje}$$

12. Založení mostu

Most je založen plošně s podporou mikropilot. Posudek bude rozdělen na posouzení plošného založení a na posudek mikropilot, které jsou navrženy s ohledem na nejistoty inženýrskogeologického průzkumu (IGP) a bezpečnost proti podemletí při povodních. Údaje o únosnosti podloží byly převzaty ze závěrečné zprávy Inženýrskogeologického průzkumu provedeného firmou INSET s.r.o., Divize geologie a geofyziky, Praha v roce 2023.

a) Maximální vertikální reakce

Reakce na běžný metr základu: $R_z = 203,1 \text{ kN/m}$ na 1 m šířky tj. 203,1 kPa

Únosnost zeminy odhadujeme z tabulek 175 kPa (hlína písčitá, tuhá, F3 MS).

Z toho plyne, že plošné založení nevyhovuje, proto budou započítány i mikropiloty.

b) Návrh mikropilot

Reakce na běžný metr základu: $R_z = 34.72 \text{ kN/m}$ na 1 m šířky $< 175 \text{ kPa}$. Vyhovuje.

Reakce na mikropilotu je $134,9 \text{ kN}$.

Minimální nutná délka kořene mikropiloty jsou 4 m.

Pata mikropilot zasahuje až do poloskalního podloží R6.

Profil mikropiloty standardně $\varnothing 89/12$.

Průměr vrtu mikropiloty $\varnothing 140 \text{ mm}$. Plášťové tření $\pi \cdot 0,14 \cdot 200 = 88,0 \text{ kN/m}$.

Únosnost mikropiloty $88,0 \cdot 4,0 = 351,9 \text{ kN}$.

Maximální vzdálenost dvojic mikropilot v podélném směru základu bude: $351,9/134,9 = 2,6 \text{ m}$

Projekt počítá se vzdáleností 2,0 m.

Ohybový moment v základu:

$$M = 34,72 \cdot 0,5 \cdot 0,5/2 + 0,25 \cdot 134,9 = 38,1 \text{ kNm}$$

c) Vyztužení základu

Oboustranně vyztužený průřez: $\varnothing R14 \text{ á } 150 \text{ mm}$

Výška průřezu max. $h = 600 \text{ mm}$

Krytí výztuže $c = 45 + 10 \text{ mm}$

Parametry materiálu:

Beton C 30/37 – výpočtová pevnost v tlaku $f_{cd} = 0,9 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot \frac{30}{1,5} = 18,0 \text{ MPa}$

Výztuž R 505.0 – výpočtová pevnost v tahu $f_{sd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$

$$A_{s, \min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot (600 - (55 + 14/2)) = 811 \text{ mm}^2$$

$$\text{nejméně } 0,0013 b_t d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot (600 - (55 + 14/2)) = 699 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \max} = 0,040 A_c = 0,04 \cdot 600 \cdot 1000 = 24000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha výztuže } A_s = 1026,25 \text{ mm}^2$$

$$F_s = A_s \cdot f_{sd} = 1026,25 \cdot 434,78/1000 = 446,19 \text{ kN}$$

$$F_c = b \cdot 0,8 \cdot x \cdot f_{cd} = F_s$$

z toho

$$x = F_s / (b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}) = 446,19 / (1 \cdot 0,8 \cdot 18,0) = 30,99 \text{ mm}$$

$$z = h - (c + d/2) - 0,4 \cdot x = 600 - (55 + 14/2) - 0,4 \cdot 30,99 = 525,6 \text{ mm}$$

$$M_{sd3} = F_c \cdot z = 446,19 \cdot 525,6/1000 = 234,52 \text{ kNm} > M_{d3} = 38,1 \text{ kNm} \dots \text{vyhovuje}$$

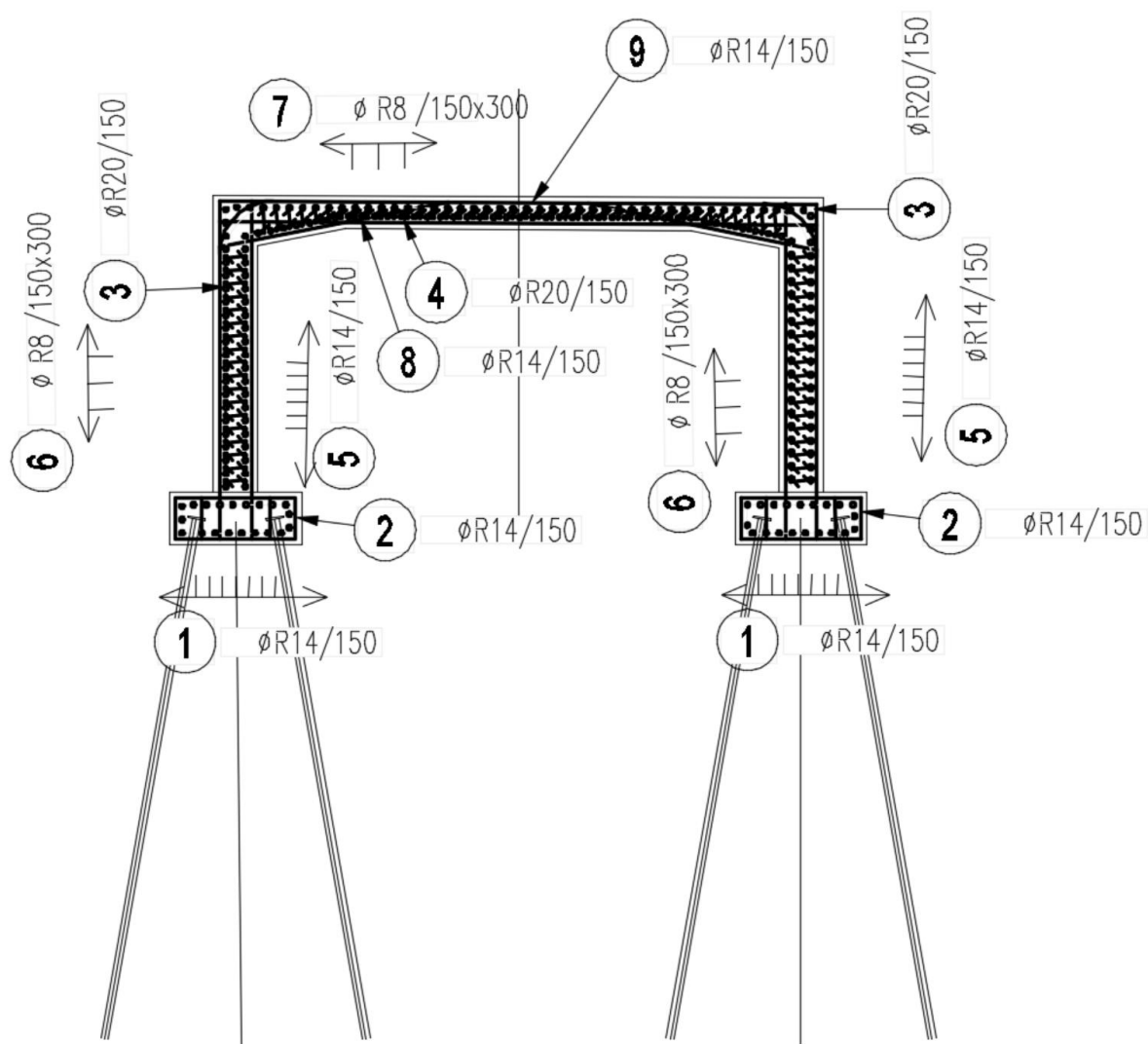
13. Konstruktivní zásady

Minimální příčná (rozdělovací) výztuž v desce a stojkách

$$A_{s, \min} = 25\% \text{ nosné výztuže } 0,25 \cdot A_s = 0,25 \cdot 2094,4 = 523,6 \text{ mm}^2 \dots \varnothing R10/150$$

Smykové spony volíme jen konstruktivně ... $\varnothing R8/150 \times 300$.

14. Schéma výztuže



Brně, červenec 2024

Vypracoval: Ing. Knobloch Tomáš