
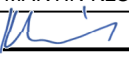
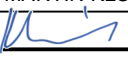
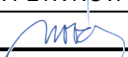


STAVBA:

# Ústí nad Labem - oprava konstrukce místní komunikace podél Klíšského potoka

 <b>dipont</b> DIPONT s.r.o., projektová a inženýrská činnost U Cukrovaru 509/4, 400 07 Ústí nad Labem, CZ E: dipont@dipont.cz T: 00420 475 201 724			Zakázka: D14019	Datum: 06/2014
ODP. PROJEKTANT SO	VYPRACOVAL	TECHNICKÁ KONTROLA	Účel PD:	DSP
ING. MARTIN KLOMÍNSKÝ	ING. MARTIN KLOMÍNSKÝ	ING. PETR NOVÁK	Měřítko:	-
			Formát:	-
OBJEKT: SO 201 Lávka přes Klíšský potok			Část: C.2	Paré:
PŘÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET			Příloha: 10	

<b>1</b>	<b>Identifikační údaje .....</b>	<b>3</b>
1.1	Základ Stavba .....	3
1.2	Stavebník .....	3
1.3	Projektant .....	3
1.4	Ostatní .....	3
<b>2</b>	<b>Základní údaje o lávce .....</b>	<b>4</b>
2.1	Technický popis konstrukce .....	4
2.2	Výpočetní model .....	4
2.3	Výpočetní pomůcky .....	4
2.4	Přehled využívaných norem a použité literatury .....	5
2.5	Podklady pro zpracování statického výpočtu .....	5
2.6	Úplná identifikace autora statického výpočtu .....	6
<b>3</b>	<b>Grafické přílohy statického výpočtu .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Výpočet .....</b>	<b>8</b>
4.1	Konstrukce .....	8
4.1.1	Schéma konstrukce .....	8
4.2	Materiály .....	8
4.2.1	Beton .....	8
4.2.2	Betonářská výztuž .....	8
4.3	Zatížení .....	9
4.3.1	Zatížení stálé .....	9
4.3.1.1	Vlastní tíha nosné konstrukce .....	9
4.3.1.2	Ostatní stálé zatížení .....	9
4.3.2	Zatížení proměnné .....	9
4.3.2.1	Zatížení dopravou .....	9
4.3.2.2	Klimatická zatížení .....	9
4.3.3	Kombinace zatížení .....	10
4.3.3.1	Mezní stavy únosnosti .....	10
4.3.3.2	Mezní stavy použitelnosti .....	10
4.4	Nosná konstrukce .....	11
4.4.1	Vnitřní síly .....	11
4.4.2	Kombinace vnitřních sil v desce pro MSÚ .....	11
4.4.3	Posouzení desky v podélném směru pro MSÚ .....	12
4.4.4	Posouzení desky v podélném směru pro MSP .....	14
4.4.5	Posouzení desky v příčném směru na MSÚ .....	16

4.4.6 Posouzení desky v příčném směru na MSP .....	17
4.5 Ložiska .....	19
4.5.1 Zatížení ložisek .....	19
4.5.1.1 Svislé zatížení ložisek .....	19
4.5.1.2 Vodorovné zatížení ložisek .....	19
4.5.2 Deformace ložisek .....	20
4.5.2.1 Natočení ložisek .....	20
4.5.2.2 Posuny v ložiskách .....	20
4.5.3 Návrh ložisek .....	20
4.6 Spodní stavba .....	21
4.6.1 Úložné prahy .....	21
4.6.2 Závěrné zídky .....	21
4.7 Mikropilotové založení .....	24

## 1 Identifikační údaje

### 1.1 Základ Stavba

<i>Stavba</i>	<b>Ústí nad Labem – oprava konstrukce místní komunikace podél Klíšského potoka</b>
<i>Objekt</i>	<b>SO 201 – Lávka přes Klíšský potok</b>
<i>Katastrální území</i>	Klíše (775053)
<i>Obec</i>	Ústí nad Labem (554804)
<i>Kraj</i>	Ústecký

### 1.2 Stavebník

<i>Název</i>	Statutární město Ústí nad Labem
<i>IČ</i>	00081531
<i>Adresa</i>	Velká Hradební 2336/8

### 1.3 Projektant

<i>Název</i>	Dipont s.r.o.
<i>IČ</i>	28693094
<i>Adresa</i>	U Cukrovaru 509/4, 400 07 Ústí nad Labem
<i>Zástupce projektanta</i>	Ing. Marta Nováková – jednatelka T: 737 887 812
<i>Odpovědný projektant</i>	Ing. Martin Klomínský autorizovaný inženýr v oboru mosty a inž. konstrukce č. autorizace: 0402181 T: 728 584 046, E: klominsky@dipont.cz

### 1.4 Ostatní

<i>Druh převáděné komunikace</i>	Cyklostezky šířky 3,0 m
<i>Druh přemostované překážky</i>	Trvalá vodoteč – Klíšský potok
<i>Úhel křížení</i>	79°
<i>Šikmost lávky</i>	Pravá - 79°
<i>Volná výška pod lávkou</i>	4,52 m

## 2 Základní údaje o lávce

<i>Charakteristika lávky</i>	Trvalá masivní mostní konstrukce o jednom otvoru přes vodoteč. Lávka je tvořena monolitickou železobetonovou deskou uloženou na úložné prahy přes elastomerová ložiska.
<i>Délka přemostění</i>	8,96 m
<i>Šikmost lávky</i>	79° - pravá
<i>Šířka lávky</i>	Proměnná 4,80 m – 5,06 m
<i>Výška lávky</i>	4,92 m
<i>Stavební výška</i>	0,40 m
<i>Zatížení lávky</i>	Dle ČSN EN 1991-2

### 2.1 Technický popis konstrukce

Nosnou konstrukci lávky tvoří pochozí železobetonová deska tl. 0,40 m z betonu C30/37 – XF4, XD3. Půdorysně lávka kopíruje směrové řešení cyklotrasy a respektuje její rozšíření ve směrových obloucích. Výškově je deska vedena v podélném sklonu 5,0% a jednostranném příčném sklonu 2,0%.

Délka nosné konstrukce činí 10,10 m, celková délka lávky pak 10,56 m. Šířka lávky je vzhledem k rozšíření ve směrových obloucích proměnná a činí 4,80 m až 5,06 m. Nosná konstrukce je uložena na železobetonové prahy přes elastomerová ložiska. Prahy jsou založeny hlubinně na řadě mikropilot. Úložné prahy jsou provedeny z betonu C30/37 – XF4, XD3. Tloušťka dříku je 0,79 m. Součástí úložných prahů jsou závěrné zídky tloušťky 0,20 m.

### 2.2 Výpočetní model

Byl vytvořen deskový model, který respektuje geometrické a materiálové charakteristiky navržené konstrukce. Ložiska byla modelována jako bodové podpory.

Železobetonové úložné prahy na mikropilotách byly modelovány v programu GEO 5.

### 2.3 Výpočetní pomůcky

Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci a pro posouzení jednotlivých konstrukčních částí mostu byly použity tyto programy:

- Scia Engineer 2011, © 2011 Nemetschek Scia,
- Mathcad® 14.0, © 2007 Parametric Technology Corporation,
- MS OFFICE 2007, © Microsoft Corporation.
- GEO 5, © Fine Ltd.

## 2.4 Přehled využívaných norem a použité literatury

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, vč. Změny A1 – 04/2007, Opravy 1 – 11/2007, Opravy 2 – 08/2008, Opravy 3 – 02/2010, Změny Z1 – 02/2001, Změny Z2 – 03/2010
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, vč. Opravy 1 – 02/2001, Změny Z1 – 02/2001, Změny Z2 – 03/2010
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, vč. Opravy 1 – 09/2008, Opravy 2 – 05/2010, Změny Z1 – 03/2010
- [4] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou, vč. Opravy 1 – 02/2010, Změny Z1 – 02/2010, Změny Z2 – 03/2010
- [5] ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení, vč. Změny Z1 – 03/2010
- [6] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou, vč. Změny Z1 – 02/2010, Změny Z2 – 03/2010
- [7] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, vč. Opravy 1 – 07/2009, Změny Z1 – 03/2010
- [8] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady, vč. Opravy 1 – 10/2009, Změny Z1 – 03/2010
- [9] ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování
- [10] ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, vč. Změny A1 – 02/2005, Změny A2 – 10/2005, Změny Z1 – 01/2002, Změny Z2 – 12/2003, Změny Z3 – 04/2008
- [11] ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně
- [12] ČSN 42 0139 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná žebírková betonářská ocel – Všeobecně
- [13] Technicko – kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, v platném znění
- [14] Procházka, J. a kol.: Navrhování betonových konstrukcí podle norem ČSN EN 1992 (Eurokódu 2), ČBS 2009
- [15] Navrhování betonových mostů podle norem ČSN EN 1992 (Eurokódu 2), ČBS 2010
- [16] Doc. Inf. Jan Masopust, CSc.: Speciální zakládání staveb 1 díl, Vysoké učení technické v Brně

## 2.5 Podklady pro zpracování statického výpočtu

- (1) Rozpracovaná dokumentace ve stupni PDPS, Dipont s.r.o.

## 2.6 Úplná identifikace autora statického výpočtu

**Ing. Martin Klomínský**

Projektant – mosty a inženýrské konstrukce

Dipont s.r.o.

Kontrola:

**Ing. Martin Plšek**

Projektant – mosty a inženýrské konstrukce

Dipont s.r.o.



.....

Ing. Martin Klomínský

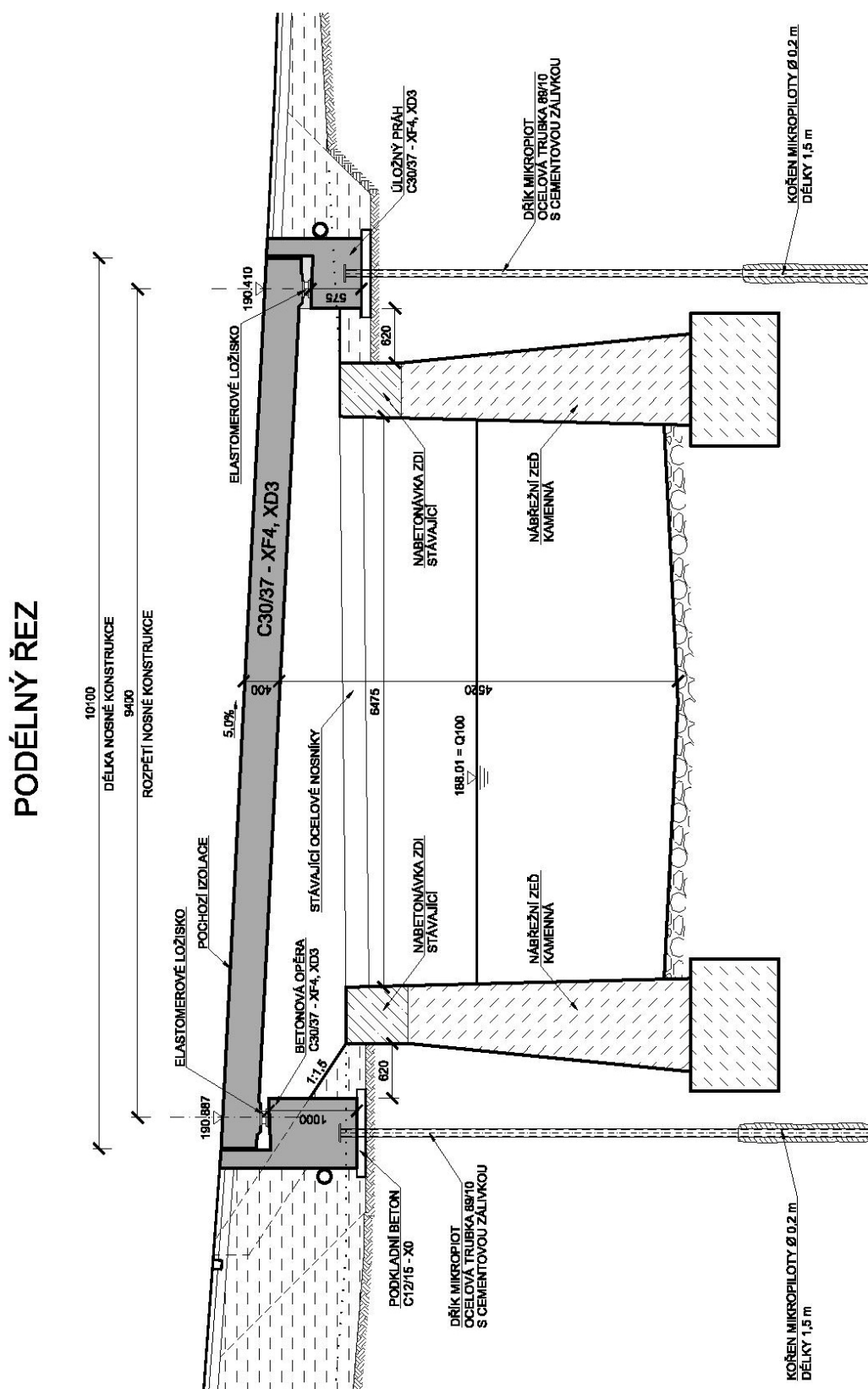


.....

Ing. Martin Plšek

V Ústí nad Labem, červen 2014

### 3 Grafické přílohy statického výpočtu



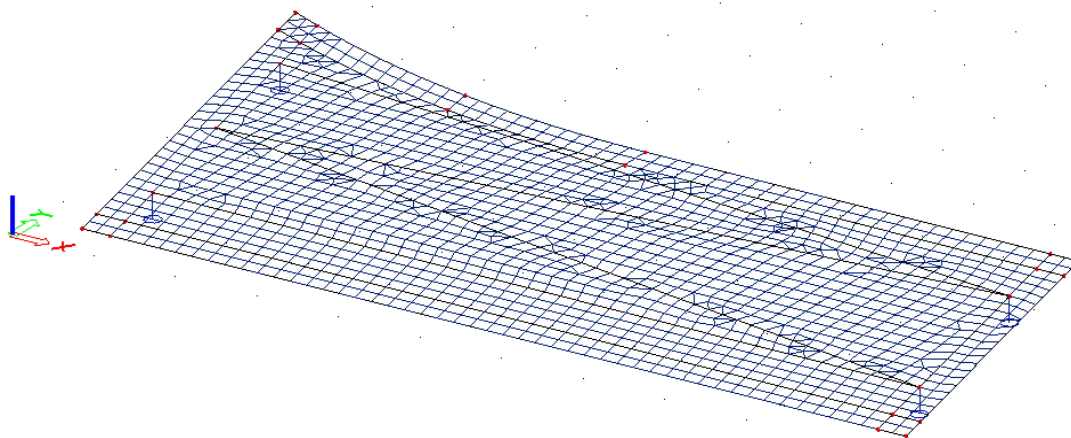


## 4 Výpočet

### 4.1 Konstrukce

#### 4.1.1 Schéma konstrukce

Byl vytvořen deskový model, který respektuje geometrické a materiálové charakteristiky navržené konstrukce. Ložiska byla modelována jako bodové podpory.



### 4.2 Materiály

#### 4.2.1 Beton

Beton:

Sečnový modul pružnosti:

Charakteristická pevnost v tlaku:

Dílčí součinitel (MSÚ):

Návrhová pevnost v tlaku (MSÚ):

Pevnost betonu v dostředném tahu:

Poissonův součinitel:

**C30/37**

$E_{cm} = 33\,000\text{ MPa}$

$f_{ck} = 30\text{ MPa}$

$\gamma_c = 1,5$

$f_{cd} = 17\text{ MPa}$

$f_{ctm} = 2,90\text{ MPa}$

$\nu = 0,2$

#### 4.2.2 Betonářská výztuž

Ocel:

Charakteristická mez kluzu:

Dílčí součinitel:

Návrhová mez kluzu:

Návrhová hodnota modulu pružnosti:

**B500B (10 505.9)**

$f_{yk} = 500\text{ MPa}$

$\gamma_s = 1,15$

$f_{yd} = 434\text{ MPa}$

$E_s = 200\text{ GPa}$

## 4.3 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

### 4.3.1 Zatížení stálé

#### 4.3.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha obyčejného betonu se uvažuje hodnotou  $24,0 \text{ kN/m}^3$ . Tato hodnota se zvětší o  $1 \text{ kN/m}^3$  pro běžné procento vyztužení. Tíha desky je proto uvažována hodnotou  $25,0 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.3.1.2 Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu ostatních částí lávky přenášenou nosnou konstrukcí.

- ocelové zábradlí  $0,6 \text{ kN/m}$

### 4.3.2 Zatížení proměnné

#### 4.3.2.1 Zatížení dopravou

V souladu s ČSN EN 1991-2, čl. 5.3.1 se budou uvažovat tři vzájemně se vylučující modely a to: rovnoměrné zatížení, soustředěné zatížení a zatížení představující obslužná vozidla.

##### 4.3.2.1.1 Rovnoměrné zatížení

Je uvažováno spojitě rovnoměrné zatížení  $q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$ .

##### 4.3.2.1.2 Soustředěné zatížení

Síla je stanovena dle kap. 5.3.2.2 v ČSN EN 1991-2. Charakteristická hodnota  $Q_{fwb} = 10 \text{ kN}$ . Síla působí na čtvercové ploše o straně  $0,1 \text{ m}$  v nejúčinnější poloze. Vzhledem k velikosti zatížení od obslužného vozidla, tento zatěžovací stav nebude v žádném případě rozhodující.

##### 4.3.2.1.3 Obslužné vozidlo

Dle informací od investora, budou udržovací práce na cyklostezce prováděny mechanismy o hmotnosti  $5 - 6 \text{ tun}$ . Takovému zadání odpovídá např. vozidlo Multicar M26. Jedná se o nápravové síly  $32,0 \text{ kN}$  a  $21,0 \text{ kN}$  s rozvorem náprav  $2,1 \text{ m}$  a rozchodem kol cca  $1,15 \text{ m}$ .

##### 4.3.2.1.4 Brzděné a rozjezdové síly

Síla je stanovena dle kap. 4.4.1 v ČSN EN 1991-2.

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Q1} (Q_1) = 0,6 \cdot 1,0 \cdot (32,0 + 21,0) = 31,8 \text{ kN}$$

### 4.3.2.2 Klimatická zatížení

#### 4.3.2.2.1 Zatížení teplotou

Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce:

Podle umístění stavby byly určeny maximální a minimální teploty ve stínu platné pro ČR:

$$T_{\max} = 40^\circ\text{C}, T_{\min} = -34^\circ\text{C}$$

Dle národní přílohy byly na základě výše uvedených teplot určeny:

$$T_{e,max} = 41,5^{\circ}\text{C}, T_{e,min} = -26^{\circ}\text{C}.$$

Referenční teplota  $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$ , potom:

$$\Delta T_{max} = T_{e,max} - T_0 = 41,5 - 10 = 31,5^{\circ}\text{C} \dots \text{pro ložiska a závěry } 41,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{min} = T_{e,min} - T_0 = -26 - 10 = -36^{\circ}\text{C} \dots \text{pro ložiska a závěry } -46^{\circ}\text{C}$$

#### 4.3.2.2.2 Zatížení sněhem

Je uvažována oblast III, kdy charakteristická hodnota zatížení sněhem je rovna  $1,5 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.3.3 Kombinace zatížení

#### 4.3.3.1 Mezní stavy únosnosti

Dle EN 1990 se pro mezní stavy STR (vnitřní porucha nebo nadměrná deformace) a GEO (porucha nebo nadměrná deformace základové půdy) použijí následující kombinace zatížení.

$$6.10 \quad \sum \gamma_G G + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitelů zatížení a kombinace:

$\gamma_G = 1,35$ ...součinitel stálého zatížení

$\gamma_Q = 1,35$ ...součinitel zatížení pro silniční dopravu a chodníky

$\gamma_Q = 1,50$ ...součinitel zatížení pro další proměnná zatížení

$\psi_0 = 0,40$ ...součinitel kombinace pro zatížení chodci

$\psi_0 = 0,80$ ...součinitel kombinace pro zatížení sněhem

#### 4.3.3.2 Mezní stavy použitelnosti

a) Charakteristická kombinace

$$\sum G + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

b) Kvazistálá kombinace

$$\sum G + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitelů kombinace

$\psi_2 = 0,4 \dots \dots \dots$  v normě je 0 pro zatížení dopravou (0,4 – vede k bezpečnějšímu návrhu)

## 4.4 Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je tvořena železobetonovou deskou tl. 400 mm. Deska je nad každou opěrou uložena na dvojici elastomerových ložisek.

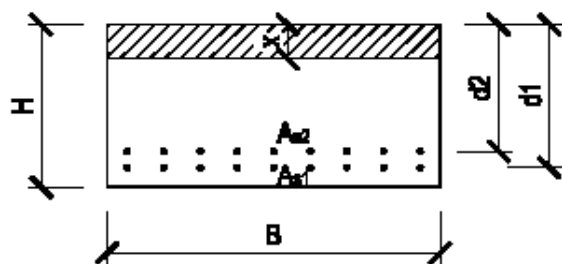
### 4.4.1 Vnitřní síly

Při posuzování nosné konstrukce byly sledovány kladné ohybové momenty v poli v obou směrech a posouvající síly. Záporné ohybové momenty v tupých rozích byly takřka nulové a vyztužení bude provedeno konstrukčně. Účinky od jednotlivých druhů zatížení jsou uvedeny v následující tabulce.

### 4.4.2 Kombinace vnitřních sil v desce pro MSÚ

Kombinace 6.10a		vnitřní síly		
		$M_y$ [kNm/m]	$M_x$ [kNm/m]	$Q_z$ [kN/m]
vlastní tíha	char. vnitřní síla	107,8	17,6	179,2
	součinitel zatížení	1,35		
	součinitel v kombinaci	-		
ostatní stálé	char. vnitřní síla	2,9	0,0	4,0
	součinitel zatížení	1,35		
	součinitel v kombinaci	-		
chodci	char. vnitřní síla	45,5	9,6	77,6
	součinitel zatížení	1,35		
	součinitel v kombinaci	-		
Multicar	char. vnitřní síla	26,7	6,9	49,9
	součinitel zatížení	1,35		
	součinitel v kombinaci	-		
Sníh	char. vnitřní síla	16,5	2,7	27,4
	součinitel zatížení	1,50		
	součinitel v kombinaci	0,80		
<b>KOMB. 6.10a</b>	<b>Návrhová kombinační hodnota</b>	<b>230,6</b>	<b>40,0</b>	<b>385,0</b>

#### 4.4.3 Posouzení desky v podélném směru pro MSÚ



$$H := 0.400 \text{ m}$$

$$B := 1 \text{ m}$$

$$\text{krytí} \dots c_{\text{nom}} := 55 \text{ mm}$$

$$\text{odhad průměru třmínku} \dots \phi_{\text{od}} := 8 \text{ mm}$$

$$\text{charakteristická pevnost betonu v tlaku} \dots f_{\text{ck}} := 30 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel dlouhodobých účinků} \dots \alpha_{\text{cc}} := 0.85$$

$$\text{součinitel materiálu pro beton} \dots \gamma_c := 1.5$$

$$\text{charakteristická mez kluzu výztuže} \dots f_{\text{yk}} := 500 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel materiálu pro výztuž} \dots \gamma_s := 1.15$$

##### Zatížení:

$$\text{ohybový moment} \dots M_{\text{sd}} := 230.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{posouvající síla} \dots V_{\text{sd}} := 385.0 \text{ kN}$$

##### 1. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_1 := 10$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_1 := 20 \text{ mm} \quad \text{plocha výztuže 1. řady} \dots A_{s1} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_1^2}{4} \right) \cdot n_1 = 3.142 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_1 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{od}} + \frac{\phi_1}{2} \right) = 0.327 \text{ m}$$

##### 2. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_2 := 0$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_2 := 16 \text{ mm} \quad \text{plocha výztuže 2. řady} \dots A_{s2} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_2^2}{4} \right) \cdot n_2 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_2 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{od}} + \phi_1 + 35 \text{ mm} + \frac{\phi_2}{2} \right) = 0.274 \text{ m}$$

##### Průměrné hodnoty betonářské výztuže:

$$\text{plocha výztuže} \dots A_s := A_{s1} + A_{s2} = 3.142 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška výztuže} \dots d := \frac{d_1 \cdot A_{s1} + d_2 \cdot A_{s2}}{A_s} = 0.327 \text{ m}$$

výška tlačené oblasti .....  $x := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot B \cdot f_{cd}} = 0.1 \text{ m}$

$$\frac{x}{d} = 0.307$$

posudek<sub>x</sub> = "VYHOVUJE"

rameno vnitřních sil průřezu .....  $z := d - 0.4 \cdot x = 0.287 \text{ m}$

Moment únosnosti průřezu .....  $M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot z \quad M_{Rd} = 391.779 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

posudek<sub>unosnost</sub> = "VYHOVUJE"

Procento vyztužení:

$$P_{vyz} := \frac{A_s}{B \cdot d} \quad P_{vyz} = 0.961 \cdot \%$$

posudek<sub>vyz</sub> = "VYHOVUJE"

Návrh a posouzení smykové výztuže

tloušťka průřezu .....  $B = 1 \text{ m}$

rameno vnitřních sil .....  $z = 0.287 \text{ m}$

sklon tlakových diagonál .....  $\phi := 21.8 \text{ deg} \quad \cotg \phi := 2.5$

plocha průřezu .....  $A_{pr} := B \cdot H = 0.4 \text{ m}^2$

$$\nu_1 := 0.6$$

napětí v tlakové diagonále:

$$\sigma_{c.1} := \frac{V_{sd}}{z \cdot \sin(\phi) \cdot B \cdot \cos(\phi)}$$

$$f_{cd} \cdot \nu_1 = 10.2 \cdot \text{MPa} > \sigma_{c.1} = 3.893 \cdot \text{MPa}$$

Návrh třmínků:

osová vzdálenost .....  $s_1 := 0.2 \text{ m}$

profil třmínku .....  $\Phi_1 := 8 \text{ mm}$

střížnost třmínku .....  $n_{str} := 5$

$$V_{Rd.1.1} := \frac{B \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cotg \phi + \tan(\phi)} \quad V_{Rd.1.1} = 1.009 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

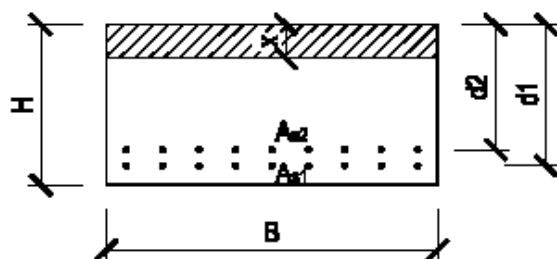
$$V_{Rd.s.1} := \left( \frac{A_{sw.1}}{s_1} \right) \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cotg \phi \quad V_{Rd.s.1} = 391.779 \cdot \text{kN}$$

smyková únosnost trávu:  $V_{Rdmax} := \min(V_{Rd.1.1}, V_{Rd.s.1})$

$$V_{Rdmax} = 391.779 \cdot \text{kN}$$

posudek<sub>smyk</sub> = "VYHOVUJE"

#### 4.4.4 Posouzení desky v podélném směru pro MSP



$$H := 0.4\text{m}$$

$$B := 1\text{m}$$

$$\text{krytí} \dots c_{\text{nom}} := 55\text{mm}$$

$$\text{odhad průměru třmínku} \dots \phi_{\text{od}} := 0\text{mm}$$

$$\text{charakteristická pevnost betonu v tlaku} \dots f_{\text{ck}} := 30\text{MPa}$$

$$\text{součinitel dlouhodobých účinků} \dots \alpha_{\text{cc}} := 0.85$$

$$\text{součinitel materiálu pro beton} \dots \gamma_c := 1.5$$

$$\text{charakteristická mez kluzu výztuže} \dots f_{\text{yk}} := 500\text{MPa}$$

$$\text{součinitel materiálu pro výztuž} \dots \gamma_s := 1.15$$

$$\text{pracovní součinitel výztuže} \dots n := 15$$

##### Zatížení:

$$\text{ohybový moment} \dots M_{\text{sk}} := 172.9\text{kN}\cdot\text{m}$$

##### 1. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_1 := 10$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_1 := 20\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 1. řady} \dots A_{s1} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_1^2}{4} \right) \cdot n_1 = 3.142 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_1 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{od}} + \frac{\phi_1}{2} \right) = 0.335\text{m}$$

##### 2. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_2 := 0$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_2 := 16\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 2. řady} \dots A_{s2} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_2^2}{4} \right) \cdot n_2 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_2 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_1 + 35\text{mm} + \phi_{\text{od}} + \frac{\phi_2}{2} \right) = 0.282\text{m}$$

##### Průměrné hodnoty betonářské výztuže:

$$\text{plocha výztuže} \dots A_s := A_{s1} + A_{s2} = 3.142 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška výztuže} \dots d := \frac{d_1 \cdot A_{s1} + d_2 \cdot A_{s2}}{A_s} = 0.335\text{m}$$

$$\text{Procento vyztužení:} \quad P_{\text{vyz}} := \frac{A_s}{B \cdot d} \quad P_{\text{vyz}} = 0.938\%$$

poloha neutrálné osy .....  $NO := \left( \frac{n \cdot A_s}{B} \right) \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot B \cdot d}{n \cdot A_s}} \right) = 0.137 \text{ m}$

$$r := d - \frac{NO}{3} = 0.289 \text{ m}$$

**Výsledná napětí:**

v oceli:  $\sigma_a := \frac{M_{sk}}{A_s \cdot r} = 190.152 \text{ MPa}$

v betonu:  $\sigma_b := \frac{-2 \cdot M_{sk}}{B \cdot NO \cdot r} = -8.74 \text{ MPa}$

**Dovolená napětí:**

v oceli:  $\sigma_{a,dov} := 0.8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

v betonu:  $\sigma_{b,dov} := -0.6 \cdot f_{ck} = -18 \text{ MPa}$

**posudek\_omezeni\_napeti = "VYHOVUJE"**

**Maximální vzdálenost trhlin:**

$k_1 := 0.8$  .... pro pruty s velkou soudržností

$k_2 := 0.5$  .... hodnota součinitele pro ohyb

$k_3 := 3.4$  .... doporučená hodnota součinitele

$k_4 := 0.425$  .... doporučená hodnota součinitele

$$s_{r,max} := k_3 \cdot (c_{nom} + \phi_{od}) + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{(\phi_1 \cdot A_{s1} + \phi_2 \cdot A_{s2})}{A_s \cdot P_{vyz}} = 549.555 \text{ mm}$$

**Výpočet šířky trhliny:**

$k_t := 0.4$  ..... pro dlouhodobé zatížení

průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku ve stáří 28 dní:  $f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 38 \text{ MPa}$

pevnost betonu v tahu ve stáří 28 dní:  $f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot 1 \text{ MPa}^{\frac{1}{3}} = 2.896 \text{ MPa}$

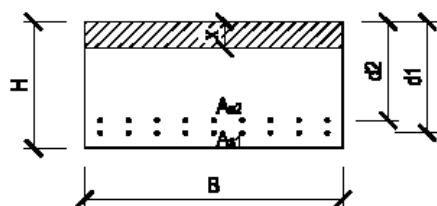
$\alpha_e := \frac{210000}{34000} = 6.176$

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma_a - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{P_{vyz}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot P_{vyz})}{210000 \text{ MPa}} = 2.831 \times 10^{-4}$

**$w_k := s_{r,max} \cdot \max \left( \varepsilon_{sm}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_a}{210000 \text{ MPa}} \right) = 0.299 \text{ mm}$**



#### 4.4.5 Posouzení desky v příčném směru na MSÚ



$$H := 0.400\text{m}$$

$$B := 1\text{m}$$

$$\text{krytí} \dots c_{\text{nom}} := 66\text{mm}$$

$$\text{odhad průměru třmínku} \dots \phi_{\text{od}} := 8\text{mm}$$

$$\text{charakteristická pevnost betonu v tlaku} \dots f_{\text{ck}} := 30\text{MPa}$$

$$\text{součinitel dlouhodobých účinků} \dots \alpha_{\text{cc}} := 0.85$$

$$\text{součinitel materiálu pro beton} \dots \gamma_c := 1.5$$

$$\text{charakteristická mez kluzu výztuže} \dots f_{\text{yk}} := 500\text{MPa}$$

$$\text{součinitel materiálu pro výztuž} \dots \gamma_s := 1.15$$

##### Zatížení:

$$\text{ohybový moment} \dots M_{\text{sd}} := 40\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{posouvající síla} \dots V_{\text{sd}} := 385.0\text{kN}$$

##### 1. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_1 := 8$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_1 := 12\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 1. řady} \dots A_{s1} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_1^2}{4} \right) \cdot n_1 = 904.779\text{-mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_1 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{od}} + \frac{\phi_1}{2} \right) = 0.32\text{m}$$

##### 2. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_2 := 0$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_2 := 16\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 2. řady} \dots A_{s2} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_2^2}{4} \right) \cdot n_2 = 0\text{-mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_2 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{od}} + \phi_1 + 35\text{mm} + \frac{\phi_2}{2} \right) = 0.271\text{m}$$

##### Průměrné hodnoty betonářské výztuže:

$$\text{plocha výztuže} \dots A_s := A_{s1} + A_{s2} = 904.779\text{-mm}^2$$

$$\text{účinná výška výztuže} \dots d := \frac{d_1 \cdot A_{s1} + d_2 \cdot A_{s2}}{A_s} = 0.32\text{m}$$

$$\text{výška tlačené oblasti} \dots x := \frac{A_s \cdot f_{\text{yd}}}{0.8 \cdot B \cdot f_{\text{cd}}} = 0.029\text{m}$$

$$\frac{x}{d} = 0.09$$

posudek<sub>x</sub> = "VYHOVUJE"

$$\text{rameno vnitřních sil průřezu} \dots z := d - 0.4 \cdot x = 0.308\text{m}$$

$$\text{Moment únosnosti průřezu} \dots M_{\text{Rd}} := A_s \cdot f_{\text{yd}} \cdot z \quad M_{\text{Rd}} = 121.331\text{-kN}\cdot\text{m}$$

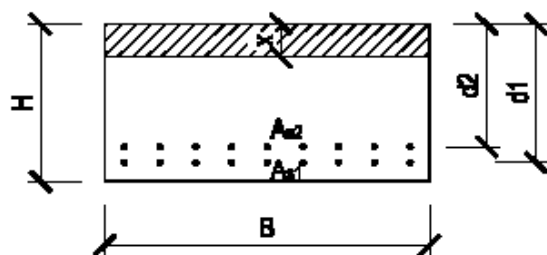
posudek<sub>unosnost</sub> = "VYHOVUJE"

##### Procento vyztužení:

$$P_{\text{vyz}} := \frac{A_s}{B \cdot d} \quad P_{\text{vyz}} = 0.283\text{-}\%$$

posudek<sub>vyz</sub> = "VYHOVUJE"

#### 4.4.6 Posouzení desky v příčném směru na MSP



$$H := 0.4\text{m}$$

$$B := 1\text{m}$$

$$\text{krytí} \dots c_{\text{nom}} := 75\text{mm}$$

$$\text{odhad průměru třmínku} \dots \phi_{\text{od}} := 0\text{mm}$$

$$\text{charakteristická pevnost betonu v tlaku} \dots f_{\text{ck}} := 30\text{MPa}$$

$$\text{součinitel dlouhodobých účinků} \dots \alpha_{\text{cc}} := 0.85$$

$$\text{součinitel materiálu pro beton} \dots \gamma_c := 1.5$$

$$\text{charakteristická mez kluzu výztuže} \dots f_{\text{yk}} := 500\text{MPa}$$

$$\text{součinitel materiálu pro výztuž} \dots \gamma_s := 1.15$$

$$\text{pracovní součinitel výztuže} \dots n := 15$$

##### Zatížení:

$$\text{ohybový moment} \dots M_{\text{sk}} := 23.6\text{kN}\cdot\text{m}$$

##### 1. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_1 := 8$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_1 := 12\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 1. řady} \dots A_{s1} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_1^2}{4} \right) \cdot n_1 = 904.779\text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_1 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{od}} + \frac{\phi_1}{2} \right) = 0.319\text{m}$$

##### 2. řada betonářské výztuže:

$$\text{počet prutů} \dots n_2 := 0$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_2 := 16\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 2. řady} \dots A_{s2} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_2^2}{4} \right) \cdot n_2 = 0\text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_2 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_1 + 35\text{mm} + \phi_{\text{od}} + \frac{\phi_2}{2} \right) = 0.27\text{m}$$

##### Průměrné hodnoty betonářské výztuže:

$$\text{plocha výztuže} \dots A_s := A_{s1} + A_{s2} = 904.779\text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška výztuže} \dots d := \frac{d_1 \cdot A_{s1} + d_2 \cdot A_{s2}}{A_s} = 0.319\text{m}$$

$$\text{Procento vyztužení:} \quad P_{\text{vyz}} := \frac{A_s}{B \cdot d} \quad P_{\text{vyz}} = 0.284\%$$

$$\text{poloha neutrálné osy} \dots \text{NO} := \left( \frac{n \cdot A_s}{B} \right) \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot B \cdot d}{n \cdot A_s}} \right) = 0.08 \text{ m}$$

$$r := d - \frac{\text{NO}}{3} = 0.292 \text{ m}$$

**Výsledná napětí:**

$$\text{v oceli: } \sigma_a := \frac{M_{sk}}{A_s \cdot r} = 89.273 \text{ MPa}$$

$$\text{v betonu: } \sigma_b := \frac{-2 \cdot M_{sk}}{B \cdot \text{NO} \cdot r} = -2.008 \text{ MPa}$$

**Dovolená napětí:**

$$\text{v oceli: } \sigma_{a,dov} := 0.8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{v betonu: } \sigma_{b,dov} := -0.6 \cdot f_{ck} = -18 \text{ MPa}$$

$$\text{posudek}_{\text{omezení\_napeti}} = \text{"VYHOVUJE"}$$

**Maximální vzdálenost trhlín:**

$$k_1 := 0.8 \dots \text{pro pruty s velkou soudržností}$$

$$k_2 := 0.5 \dots \text{hodnota součinitele pro ohyb}$$

$$k_3 := 3.4 \dots \text{doporučená hodnota součinitele}$$

$$k_4 := 0.425 \dots \text{doporučená hodnota součinitele}$$

$$s_{r,max} := k_3 \cdot (c_{nom} + \phi_{od}) + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{(\phi_1 \cdot A_{s1} + \phi_2 \cdot A_{s2})}{A_s \cdot P_{vyz}} = 974.248 \text{ mm}$$

**Výpočet šířky trhliny:**

$$k_t := 0.4 \dots \text{pro dlouhodobé zatížení}$$

$$\text{průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku ve stáří 28 dní: } f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 38 \text{ MPa}$$

$$\text{pevnost betonu v tahu ve stáří 28 dní: } f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot 1 \text{ MPa}^{\frac{1}{3}} = 2.896 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{210000}{34000} = 6.176$$

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_a - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{P_{vyz}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot P_{vyz})}{210000 \text{ MPa}} = -1.554 \times 10^{-3}$$

$$w_k := s_{r,max} \cdot \max \left( \epsilon_{sm}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_a}{210000 \text{ MPa}} \right) = 0.248 \text{ mm}$$

## 4.5 Ložiska

Nosná konstrukce uložena na každé opěře pomocí dvou elastomerových ložisek. Rozmístění ložisek je zřejmé z následujícího schématu.



### 4.5.1 Zatížení ložisek

#### 4.5.1.1 Svislé zatížení ložisek

Zatěžovací stav	souč. zatížení		ložisko B1		ložisko B2		ložisko V1		ložisko V2	
souč. kombinace	-	+	min	max	min	max	min	max	min	max
vlastní tíha	0,85	1,15	74,1	74,1	179,2	179,2	156,7	156,7	82,6	82,6
ostatní stálé	0,85	1,15	2,3	2,3	4,0	4,0	3,6	3,6	2,5	2,5
chodci	1,35	1,35	0,0	30,6	0,0	77,6	0,0	67,6	0,0	34,1
Multicar	1,35	1,35	-4,4	39,8	-2,6	50,2	-3,5	51,2	-3,3	43,2
sníh	1,50	1,50	0,0	11,3	0,0	27,4	0,0	24,0	0,0	12,6
Celkem			59,0	155,1	152,1	348,3	131,6	304,2	67,9	171,4

#### 4.5.1.2 Vodorovné zatížení ložisek

Zatěžovací stav		ložisko B1	ložisko B2
souč. kombinace	+	max	max
vlastní tíha	1,15	3,7	9,0
ostatní stálé	1,15	0,1	0,2
chodci	1,35	1,5	3,9
Multicar + brzdne	1,35	17,9	18,4
sníh	1,50	0,6	1,4
Celkem		29,2	37,0

## 4.5.2 Deformace ložisek

### 4.5.2.1 Natočení ložisek

zatěžovací stav	vlastní tíha	ostatní stálé	proměnné	sníh	celkem
natočení [mrad]	1,9	0,1	0,8	0,25	3,1

Dle ČSN EN 1337-1 kapitola 5.4 bude tato hodnota zvýšena o 0,005 radiánů.

### 4.5.2.2 Posuny v ložiskách

#### Posun od rovnoměrného oteplení

$$\Delta l = 0,000012 * 9400 * 41,5 = 4,7 \text{ mm}$$

#### Posun od rovnoměrného ochlazení

$$\Delta l = 0,000012 * 9400 * (-46) = -5,2 \text{ mm}$$

#### Posun od smršťování betonu

Pro výpočet hodnoty smrštění byl použit program C&S *Program pro výpočet smršťování a dotvarování betonu*. Autor: Ing. Lukáš Vráblík.

Návrhová životnost ložisek je 30 let a proto je sledována hodnota smrštění v tomto stáří konstrukce.

$$\Delta l_s = - 0,000403 * 9400 \text{ mm} = -3,8 \text{ mm}$$

#### Výsledné posuny v ložiskách

$$\Delta l_{\min} = -5,2 - 3,8 = -9,0 \text{ mm}$$

$$\Delta l_{\max} = + 4,7 = 4,7 \text{ mm}$$

## 4.5.3 Návrh ložisek

Všechna ložiska budou elastomerová typu 2 – zajištěná proti skluzu navulkanizovanými deskami.

Ložisko B1 bude o rozměrech 150 x 200 x 49 mm a provedeno jako podélně pevné.

Ložisko B2 bude o rozměrech 200 x 250 x 60 mm a provedeno jako pevné ve všech směrech.

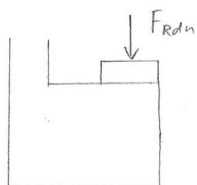
Ložisko V1 bude o rozměrech 200 x 250 x 60 mm a provedeno jako všesměrně pohyblivé.

Ložisko V 2 bude o rozměrech 150 x 200 x 49 mm a provedeno jako příčně pevné.

## 4.6 Spodní stavba

### 4.6.1 Úložné prahy

Návrh úložných prahů dle ČSN EN 1992-2



$$F_{Rdn} = A_{co} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{ca}}{A_{co}}} \leq 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{co}$$

$$= 0,212 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{1,44}{0,212}} \leq 3 \cdot 20 \cdot 0,212$$

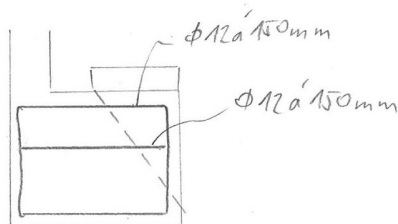
$$12,511 \text{ N} < 12,721 \text{ N}$$

$$A_{co} = 0,6 \cdot 0,53 = 0,212 \text{ m}^2$$

$$A_{ca} = 0,9 \cdot 1,6 = 1,44 \text{ m}^2$$

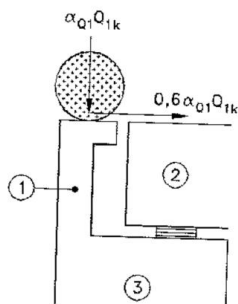
Výztuž proti usmyknutí prahu:

$$A_r \geq \frac{F_{cd}}{2 \cdot f_{td}} = \frac{0,349}{2 \cdot 434} = 1,02 \text{ mm}^2$$



### 4.6.2 Závěrné zídky

Na závěrnou zídku působí následující schéma nápravy:



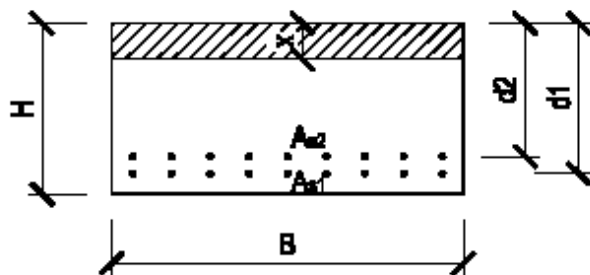
$Q_{1k} = 32 \text{ kN} \dots$  včetně dynamického součinitele

$\alpha_{Q1} = 1,0$

- uvažován roznos zatížení na 2,0 m
- uvažováno zatížení zemním tlakem v klidu

$$M_{sd} = \frac{1,35 \times 19,2 \times 0,70 + 1,35 \times 6,65 \times 0,24}{2,0} = 10,15 \text{ kNm/m}$$

$$Q_{sd} = \frac{1,35 \times 19,2 + 1,35 \times 6,65}{2,0} = 17,45 \text{ kN/m}$$



$$H := 0.200\text{m}$$

$$B := 1\text{m}$$

$$\text{krytí} \dots c_{\text{nom}} := 55\text{mm}$$

$$\text{odhad průměru třmínku} \dots \phi_{\text{Od}} := 0\text{mm}$$

$$\text{charakteristická pevnost betonu v tlaku} \dots f_{\text{ck}} := 30\text{MPa}$$

$$\text{součinitel dlouhodobých účinků} \dots \alpha_{\text{cc}} := 0.85$$

$$\text{součinitel materiálu pro beton} \dots \gamma_{\text{c}} := 1.5$$

$$\text{charakteristická mez kluzu výztuže} \dots f_{\text{yk}} := 500\text{MPa}$$

$$\text{součinitel materiálu pro výztuž} \dots \gamma_{\text{s}} := 1.15$$

**Zatížení:**

$$\text{ohybový moment} \dots M_{\text{sd}} := 10.15\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{posouvající síla} \dots V_{\text{sd}} := 17.45\text{kN}$$

**1. řada betonářské výztuže:**

$$\text{počet prutů} \dots n_1 := 6$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_1 := 12\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 1. řady} \dots A_{\text{s1}} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_1^2}{4} \right) \cdot n_1 = 678.584 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_1 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{Od}} + \frac{\phi_1}{2} \right) = 0.139\text{m}$$

**2. řada betonářské výztuže:**

$$\text{počet prutů} \dots n_2 := 0$$

$$\text{průměr prutů} \dots \phi_2 := 16\text{mm} \quad \text{plocha výztuže 2. řady} \dots A_{\text{s2}} := \pi \cdot \left( \frac{\phi_2^2}{4} \right) \cdot n_2 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška 1. řady prutů} \dots d_2 := H - \left( c_{\text{nom}} + \phi_{\text{Od}} + \phi_1 + 35\text{mm} + \frac{\phi_2}{2} \right) = 0.09\text{m}$$

**Průměrné hodnoty betonářské výztuže:**

$$\text{plocha výztuže} \dots A_{\text{s}} := A_{\text{s1}} + A_{\text{s2}} = 678.584 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{účinná výška výztuže} \dots d := \frac{d_1 \cdot A_{\text{s1}} + d_2 \cdot A_{\text{s2}}}{A_{\text{s}}} = 0.139\text{m}$$

$$\text{výška tlačené oblasti} \dots x := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot B \cdot f_{cd}} = 0.022 \text{ m}$$

$$\frac{x}{d} = 0.156$$

$$\text{posudek}_x = \text{"VYHOVUJE"}$$

$$\text{rameno vnitřních sil průřezu} \dots z := d - 0.4 \cdot x = 0.13 \text{ m}$$

$$\text{Moment únosnosti průřezu} \dots M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot z \quad M_{Rd} = 38.45 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{posudek}_{\text{unosnost}} = \text{"VYHOVUJE"}$$

Procento vyztužení:

$$P_{vyz} := \frac{A_s}{B \cdot d} \quad P_{vyz} = 0.488 \cdot \%$$

$$\text{posudek}_{vyz} = \text{"VYHOVUJE"}$$

Návrh a posouzení smykové výztuže

$$\text{tloušťka průřezu} \dots B = 1 \text{ m}$$

$$\text{rameno vnitřních sil} \dots z = 0.13 \text{ m}$$

$$\text{sklon tlakových diagonál} \dots \phi := 21.8 \text{ deg} \dots \cotg \phi := 2.5$$

$$\text{plocha průřezu} \dots A_{pr} := B \cdot H = 0.2 \text{ m}^2$$

$$\nu_1 := 0.6$$

napětí v tlakové diagonále:

$$\sigma_{c.1} := \frac{V_{sd}}{z \cdot \sin(\phi) \cdot B \cdot \cos(\phi)}$$

$$f_{cd} \cdot \nu_1 = 10.2 \cdot \text{MPa} > \dots \sigma_{c.1} = 0.388 \cdot \text{MPa}$$

Návrh třmínků:

$$\text{osová vzdálenost} \dots s_1 := 0.33 \text{ m}$$

$$\text{profil třmínku} \dots \Phi_1 := 8 \text{ mm}$$

$$\text{střížnost třmínku} \dots n_{str} := 3$$

$$V_{Rd.1.1} := \frac{B \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cotg \phi + \tan(\phi)} \quad V_{Rd.1.1} = 458.38 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Rd.s.1} := \left( \frac{A_{sw.1}}{s_1} \right) \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cotg \phi \quad V_{Rd.s.1} = 64.73 \cdot \text{kN}$$

$$\text{smyková únosnost trámu:} \quad V_{Rdmax} := \min(V_{Rd.1.1}, V_{Rd.s.1})$$

$$V_{Rdmax} = 64.73 \cdot \text{kN}$$

$$\text{posudek}_{smyk} = \text{"VYHOVUJE"}$$



## 4.7 Mikropilotové založení

### Vstupní data

#### Parametry zemin

Třída F3, konzistence pevná  $S_r > 0,8$ Objemová tíha :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$ Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 26,50^\circ$ Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 16,00 \text{ kPa}$ Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ 

#### Třída G4

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$ Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$ Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$ Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ 

### Geometrie

Průměr = 89,0 mm

Tloušťka stěny = 12,0 mm

Volná délka mikropiloty  $l = 4,00 \text{ m}$ Délka kořene  $l_r = 1,50 \text{ m}$ Průměr kořene  $d_r = 0,20 \text{ m}$ Odklon mikropiloty od svislice  $\alpha = 0,00^\circ$ Vysazení mikropiloty nad terén  $l_a = 0,20 \text{ m}$ 

### Materiál konstrukce:

#### Cementová směs

Normová pevnost v tlaku = 20,00 MPa



Modul pružnosti  $E_b = 29000,00 \text{ MPa}$ 

#### Ocel

Normová pevnost oceli = 210,00 MPa

Modul pružnosti  $E_s = 210000,00 \text{ MPa}$ 

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,00	Třída F3, konzistence pevná $S_r > 0,8$	
2	-	Třída G4	

### Zatížení

Číslo	Síla nová	změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	ANO		tíha opěry	31,45	2,30
2	ANO		tíha desky	80,15	-10,02
3	ANO		chodci+sníh	43,40	-5,43

### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet únosnosti dříku - geometrická (Eulerova) metoda

Výpočet únosnosti kořene - metoda Lizziho

Nastavení výpočtu fáze

Výpočet posouzení podle mezních stavů.

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření

$$\gamma_{m\phi} = 1,00$$

Součinitel redukce soudržnosti

$$\gamma_{mc} = 1,00$$

Součinitel redukce kritické síly

$$\gamma_{mf} = 1,00$$

Součinitel spolehlivosti cementové směsi

$$\gamma_{mc} = 1,50$$

Součinitel spolehlivosti oceli

$$\gamma_{ms} = 1,50$$

Součinitel redukce únosnosti kořene

$$\gamma_{mr} = 1,00$$

Posouzení čís. 1

Posouzení průřezu - výpočet číslo 1

Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda

Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-kloub).

Modul reakce podloží  $E_p = 10,00 \text{ MN/m}^3$ Spočtený počet půlvln  $n = 1,76$ Vzpěrná délka  $l_{cr} = 1,88 \text{ m}$ Kritická normálová síla  $N_{crd} = 1362,82 \text{ kN}$ Maximální normálová síla  $N_{max} = 80,15 \text{ kN}$ 

Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:

Průřez je nejvíce využit pro zatěžovací případ čís. 2

Plocha ideálního průřezu  $A_i = 3,36E+03 \text{ mm}^2$ Moment setrvačnosti ideálního průřezu  $J_i = 2,32E+06 \text{ mm}^4$ Štíhlost prutu  $\lambda = 71,496$ Součinitel vzpěrnosti  $\kappa = 0,865$ Úroveň neutrální osy  $= 9,2 \text{ mm}$ Napětí v oceli  $= 140,00 \text{ MPa}$ Výpočtová pevnost oceli  $= 140,00 \text{ MPa}$ 

Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Posouzení kořene - výpočet číslo 1

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.

Součinitel vlivu průměru kořene  $= 0,85$ Průměrné mezní plášťové tření  $q_{sav} = 120,00 \text{ kPa}$ Celková únosnost kořene mikropiloty  $= 96,13 \text{ kN}$ Výpočtová únosnost kořene mikropiloty  $Q_{rd} = 96,13 \text{ kN}$ Maximální normálová síla  $N_{max} = 80,15 \text{ kN}$ 

Únosnost kořene VYHOVUJE