


# D SO 201

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM

: S-JTSK  
: Bpv

VEDOUČÍ PROJEKTANT	Ing. Martin ŘEHULKA		 <b>PRIS</b> PROJEKČNÍ KANCELÁŘ PRIS spol. s r. o. OSO VÁ 20, 625 00 BRNO		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	Ing. Bronislav ŠUSTR				
VYPRACOVAL	Ing. Jakub ILČÍK				
KONTROLOVAL	Ing. Jiří ŠRUBAŘ				
KRAJ	KRAJ VYSOČINA	OBEC:	TŘEBÍČ	DATUM	9/2020
NÁZEV AKCE  LÁVKA NA POLANCE, TŘEBÍČ				FORMÁT	A4
				MĚŘÍTKO	
				ÚČEL	DUSP/VD-ZDS
				ČÍS. ZAKÁZKY	19055
				ARCHIVNÍ ČÍS.	19055_201_11_SV.zip
NÁZEV PŘÍLOHY  STATICKÝ VÝPOČET				ČÍS. SOUPRAVY	PŘÍLOHA 11

# STATICKÝ VÝPOČET

Lávka na Polance, Třebíč  
SO 201 - Lávka na Polance

DUSP/VD-ZDS

## OBSAH:

Předpisy a literatura	str. 2
Použité programy	str. 2
Popis konstrukce lávky	str. 3
Materiál konstrukce lávky	str. 5
Výpočtový model	str. 5
Půdorys	str. 6
Podélný řez	str. 7
Příčný řez - ve středu rozpětí	str. 8
Zatížení	str. 9
Předpětí	str. 13
Příčel - vnitřní síly	str. 14
Mezní stav únosnosti	
- kombinace	str. 15
Mezní stav použitelnosti	
- kombinace	str. 16
- napětí	str. 17
Posudky	str. 18
Mikropiloty	str. 24
Závěr	str. 27

### **PŘEDPISY A LITERATURA:**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| ČSN EN 1991-1-1 | Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení<br>- Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| ČSN EN 1991-1-5 | Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou   |
| ČSN EN 1991-2   | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou  |
| ČSN EN 1992-2   | Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty<br>- Navrhování a konstrukční zásady                      |

### **PROGRAMY:**

- |                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| Scia Engineer     | - prutová konstrukce               |
| FIN EC - Beton 3D | - posudky železobetonových průřezů |

## POPIS KONSTRUKCE LÁVKY

### Zatřídění mostu

Podle druhu převáděné komunikace	pozemní komunikace
Podle překračované překážky	lávka přes vodní tok
Podle počtu mostních otvorů nebo polí	o 1 poli
Podle počtu úrovní mostovek umístěných nad sebou	s mostovkou v jedné úrovni
Podle výškové polohy mostovky	s horní mostovkou
Podle přesypávky	lávka bez přesypávky
Podle měnitelnosti základní polohy hlavní NK	nepohyblivá
Podle plánované doby trvání	trvalý
Podle průběhu trasy na lávce	směrově v přímé
	výškově ve vrcholovém oblouku
Podle úhlu křížení	šikmý 88,3°
Podle materiálu	betonový - z předpjatého betonu
Podle statické funkce hlavní nosné konstrukce	rámový
Podle volné výšky na lávce	s neomezenou volnou výškou
Podle uspořádání příčného řezu	otevřeně uspořádaný

### Návrhové a konstrukční charakteristiky

Projektovaná zatížitelnost	4,0kN/m <sup>2</sup>
Délka přemostění	33,68 m
Délka lávky	36,08 m
Délka nosné konstrukce	36,08 m
Rozpětí	34,88 m
Šikmost lávky	šikmá 88,3°
Volná šířka lávky	3,50 m
Šířka lávky	4,20 m
Výška lávky nad terénem	5,63 m nad dnem koryta v ½ rozpětí
Stavební výška	prom. 0,55~1,15 m
Plocha nosné konstrukce lávky	4,20 x 36,08 = 151,54 m <sup>2</sup>

## **Založení**

Založení je navrženo hlubinné, na každé opěře 5+5 kusů mikropilot ve dvou řadách, odklon od svislice 10°, délka MP 6.0m, délka kořenové části mikropiloty 5.0 m.

## **Spodní stavba**

Spodní stavba tvoří ŽB základ s vetkutými mikropilotami a navazující ŽB dřík.

## **Nosná konstrukce**

Nosnou konstrukci lávky tvoří monolitická podélně předpjatá příčel rámu z betonu C 35/45 - XF2, vyztužena betonářskou výztuží z oceli B 500B.

Příčný řez je tvořen lichoběžníkovým průřezem s proměnnou výškou od 0,55 m ve středu rozpětí, do 1,15 m ve vetknutí v líci opěr. Proměnný tvar vychází z architektonického návrhu. U opěr je spodní část lichoběžníku oddílována z důvodu lepšího rozložení namáhání v rámovém rohu. Úžlabí je odsunuto o 200 mm před líc obrubníku. Konzoly v šířce 0,35 m tvoří římsy lávky. Spodní hrana trámu v podélném směru je tvořena parabolickým obloukem s koncovými tečnami u opěr. Spodní stěny jsou v příčném směru provedeny v proměnném sklonu, 0,5 m od okraje pak v konstantním sklonu.

Horní povrch nosné konstrukce sleduje v podélném směru niveletu, která stoupá ve sklonu 8,33 % (1:12) od obou opěr směrem ke středu lávky, kde je vrcholový zakružovací oblouk poloměru 100 m.

## MATERIÁL KONSTRUKCE LÁVKY

### BETONY

Základy:	C 25/30
Opěry:	C 30/37
Křídla:	C 30/37
Příčel:	C 35/45

### VÝZTUŽ

Předpínací výztuž:	EN 10138-3-Y1860S7 15,7
Betonářská výztuž:	B 500B

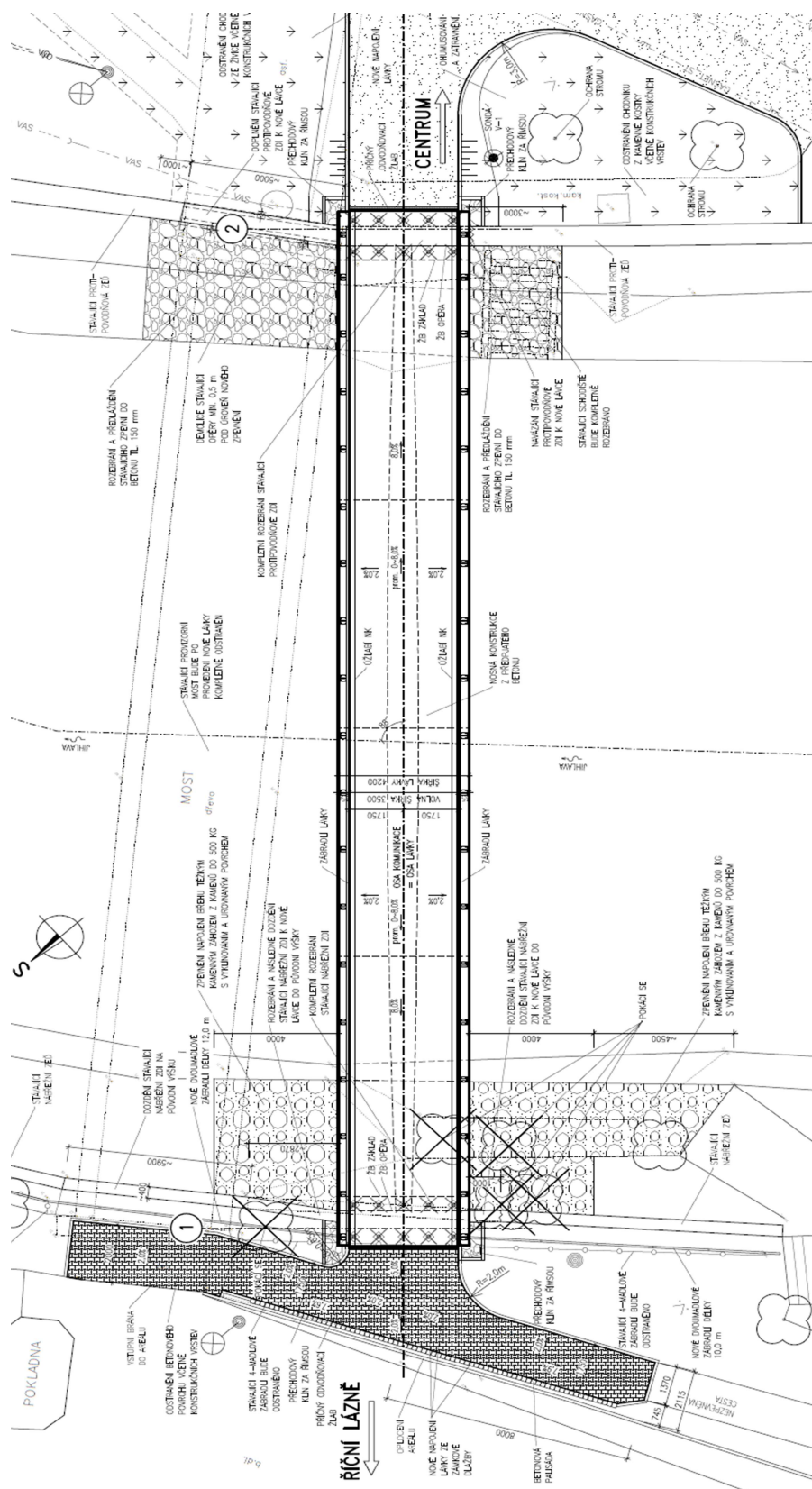
## VÝPOČTOVÝ MODEL, POSOUZENÍ

Pro výpočet vnitřních sil byl vytvořen prutový model v programu Scia Engineer.

Detailní soubory vstupních dat jsou uloženy u projektanta, včetně podrobných výpisů vnitřních sil.



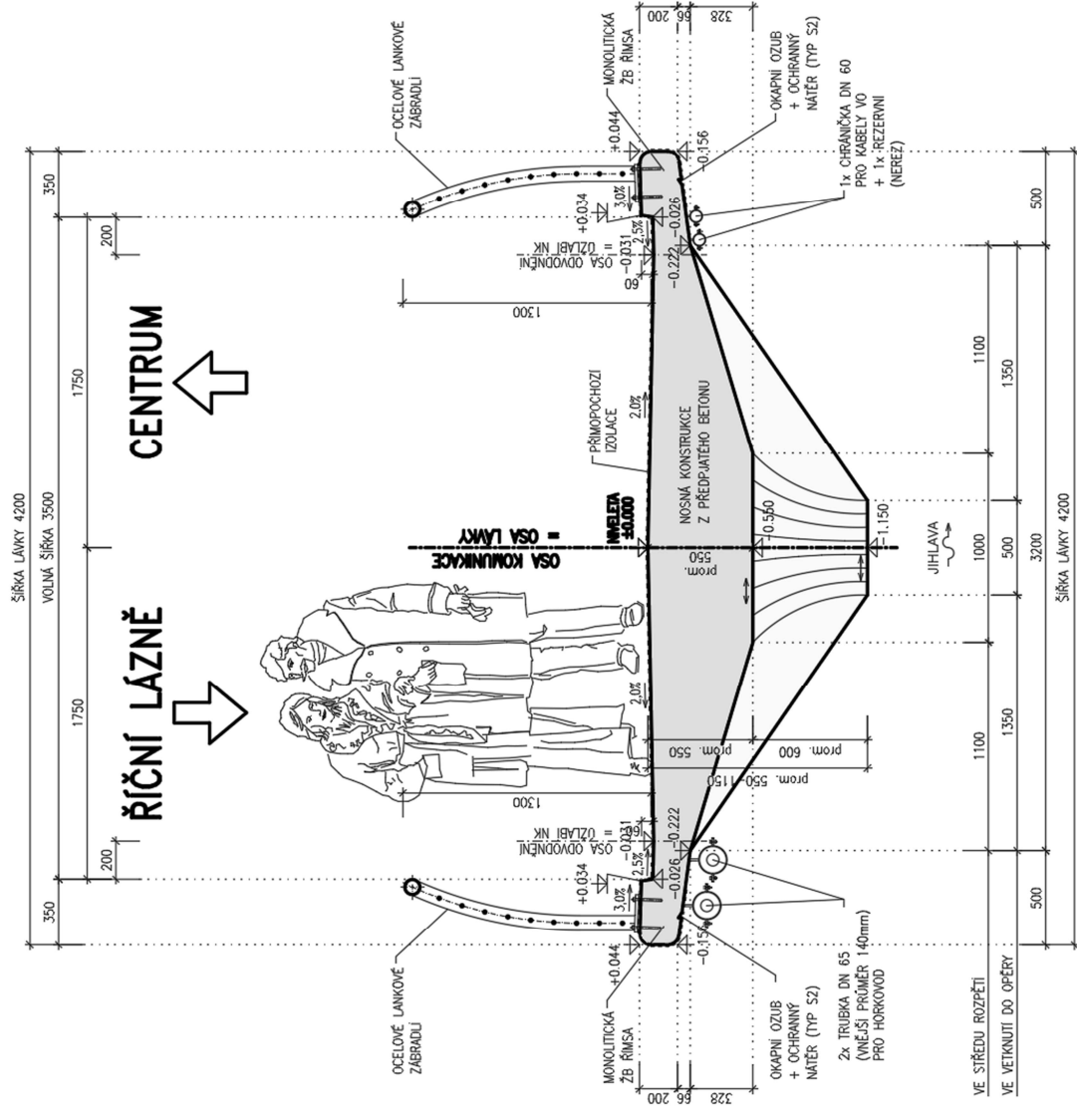
# PŮDORYS



[illegible]



# PŘÍČNÝ ŘEZ



# ZATÍŽENÍ

## 1. ZATÍŽENÍ STÁLÁ

### 1.1. VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

Generována systémem Scia Engineer 19.1

Dána tvarovými charakteristikami nosné konstrukce mostu a objemovou hmotností betonu.

tj.  $2600 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow$

$\gamma_b = 26 \text{ kN/m}^3$

... předpjatý beton

### 1.2. ZATÍŽENÍ OSTATNÍ STÁLÉ

#### 1.2.1) Zábradlí

Liniové zatížení  $2 \times 0.5 \text{ kN}$ :

$q = 1.00 \text{ kN/m}$

## 2. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÁ

### 2.1) Chodci (gr1)

$$q_{fk} = 2,0 + 120 / (L + 30) \quad 2,0 + 120 / (36,08 + 30) = 3,82 \text{ kN/m}^2$$

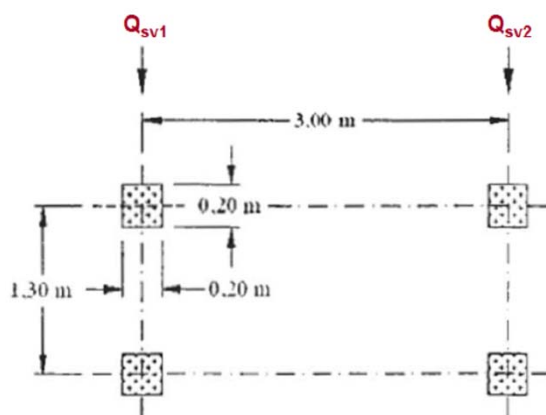
Zatěžovací šířka

$$s = 3,54 \text{ m}$$

Liniové zatížení

$$\sim 13,51 \text{ kN/m}$$

### 2.2) Obslužné vozidlo hmotnosti 12t (gr2)



$$Q_{sv1} = 80 \text{ kN}$$

$$Q_{sv2} = 40 \text{ kN}$$

### 2.3) Vodorovná síla

$$Q_{fk} = \max \{ 10\% \text{ rovn. zatížení ; } 60\% \text{ obslužného vozidla } \}$$

$$\max \{ 0,1 \times 13,51 ; 0,6 \times 80 (40) \}$$

$$\max \{ 1,36 \text{ kN/m ; } 48 \text{ kN (24 kN) } \}$$

## 2.2) TEPLOTA

Typ konstrukce: 3

Součinitel tepelné roztažnosti betonu  $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

### 2.2.1) Rovnoměrná složka teploty

Maximální teplota vzduchu ve stínu  $T_{\max} = 38.0^{\circ}\text{C}$

Minimální teplota vzduchu ve stínu  $T_{\min} = -34.0^{\circ}\text{C}$

Maximální teplota mostu ve stínu  $T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 = 39.5^{\circ}\text{C}$

Minimální teplota mostu ve stínu  $T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -26.0^{\circ}\text{C}$

Výchozí teplota mostu  $T_0 = 10.0^{\circ}\text{C}$

Charakteristické hodnoty:

- prodloužení  $\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 29.5^{\circ}\text{C}$

- zkrácení  $\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = -36.0^{\circ}\text{C}$

### 2.2.2) Nerovnoměrná složka teploty

Charakteristické hodnoty lineárních rozdílů teplot pro svršek tloušťky 50mm

$\Delta T_{M,\text{heat}} = 15.0^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_{M,\text{cool}} = 8.0^{\circ}\text{C}$

Součinitele pro lávku **bez svršku**  $k_{\text{sur,heat}} = 0.8 -$

$k_{\text{sur,col}} = 1.1 -$

Charakteristické hodnoty lineárních rozdílů teplot pro lávku **bez svršku**

$\Delta T_{M,\text{heat}} \cdot k_{\text{sur,heat}} = 12.0^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_{M,\text{cool}} \cdot k_{\text{sur,cool}} = 8.8^{\circ}\text{C}$

$\omega_N = 0.35 -$

$\omega_M = 0.75 -$

### 2.2.3) Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty

$$\Delta T_{M,\text{heat}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N,\text{exp}}$$

$$\Delta T_{M,\text{cool}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N,\text{con}}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M,\text{heat}} + \Delta T_{N,\text{exp}}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M,\text{cool}} + \Delta T_{N,\text{con}}$$

## 2.3. SMRŠŤOVÁNÍ

$\alpha_{ds1} =$	6	$f_{ck} =$	30 MPa
$\alpha_{ds2} =$	0.11	$f_{cm} =$	38 MPa
$RH =$	80 %	$f_{cm,0} =$	10 MPa
$RH_0 =$	100 %		

Byly uvažovány tyto **časové okamžiky**:

Vybetonování NK	$t_0 =$	2 dny
Vnesení ostatního stálého zatížení	$t_1 =$	30 dní
Ukončení smršťování (životnost 100let)	$t_{\infty} =$	36500 dní

### 2.3.1) Smršťování vysycháním

#### 2.3.1.1) Základní poměrné přetvoření vysycháním

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot [1 - (RH/RH_0)^3] = 0.76$$

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \cdot (f_{cm} / f_{cm0}))] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = \underline{\underline{0.000372}}$$

Průřezová plocha betonu	$A_c =$	1.55 m <sup>2</sup>	... střed rozpětí
		2.58 m <sup>2</sup>	... vetknutí
Obvod vystavený vysychání	$u =$	8.95 m	... střed rozpětí
		9.43 m	... vetknutí
Náhradní rozměr průřezu $h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1.55 / 8.95 =$		346 mm	... střed rozpětí
		547 mm	... vetknutí

#### 2.3.1.2) Vývoj vysychání v čase

Stáří betonu v uvažovaném okamžiku	$t$
Stáří betonu na počátku smršťování	$t_s = t_0$

Součinitel záležitosti na náhradní tloušťce	$k_h =$	0.78	... střed rozpětí
		0.71	... vetknutí

$$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 \cdot (h_0^3)^{0,5}]$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

Tabulka vývoje vysychání v čase:

čas	$\beta_{ds}(t, t_s)$	$\varepsilon_{cd}(t)$	
$t_1$	0.098	0.000028	... střed rozpětí
	0.052	0.000014	... vetknutí
$t_{\infty}$	0.993	0.000289	... střed rozpětí
	0.986	0.000261	... vetknutí

### 2.3.2) Autogenní smršťování

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 \cdot t^{0,5})$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$$

Tabulka vývoje autogenního smršťování v čase:

čas	$\varepsilon_{ca}(\infty)$	$\beta_{as}(t)$	$\varepsilon_{ca}(t)$
$t_1$	0.000050	0.666	<b>0.000033</b>
$t_{\infty}$		1.000	<b>0.000050</b>

### 2.3.3) Celkové smrštění

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

Tabulka celkového smršťování v čase:

čas	$\varepsilon_{cd}(t)$	$\varepsilon_{ca}(\infty)$	$\varepsilon_{cs}$	
$t_1$	0.000028	0.000033	<b>0.000062</b>	... střed rozpětí
	0.000014		<b>0.000014</b>	... vetknutí
$t_{\infty}$	0.000289	0.000050	<b>0.000339</b>	... střed rozpětí
	0.000261		<b>0.000311</b>	... vetknutí

# Předpětí

## Výpočtové hodnoty:

$$\begin{aligned}f_{pk} &= 1860 \text{ MPa} \\f_{p0,1k} &= 1640 \text{ MPa} \\\sigma_{pa,max} &= \min \{ 0.75 \cdot f_{pk} ; 0.85 \cdot f_{p0,1k} \} \\&= 1394 \text{ MPa} \quad (\text{napětí po zakotvení}) \\A_{p1} &= 150 \text{ mm}^2 \quad (\text{lano typu VSL 0.6"S}) \\P_{a1} &= 209.1 \text{ kN} \\ \text{výrobní ztráty} &= 15 \% \quad (\text{střed rozpětí}) \\&= 13 \% \quad (\text{vetknutí}) \\ \text{dlouhodobé ztráty} &= 10 \%\end{aligned}$$

## Odhad potřebné předpínací síly v závislosti na zvoleném trasování kabelu:

$$\begin{aligned}P_{\text{primární}} &= 1000 \text{ kN} \\P_{\text{celková}} &= 698.7 \text{ kN} \\P_{\infty} &= 2790 \text{ kN} \\P_a &= \frac{P_{\infty}}{1 - \text{ztráty}} = \frac{2790 \cdot 1000 / 698.7}{0.85 \cdot 0.9} = 5220 \text{ kN}\end{aligned}$$

## Návrh předpětí:

$$\begin{aligned}\text{počet lan} &= 24 \text{ ks} \quad (4+4+4+4+4+4) \quad (\text{kotevní napětí: } 1450 \text{ MPa}) \\ \boxed{\nabla} P_a &= \text{počet lan} \cdot P_{a1} = 5220 \text{ kN} \quad (\text{síla vnášená do kotvy}) \\ \boxed{\nabla} P_{\infty} &= P_a \cdot 0.9 \cdot 0.85 = 3993 \text{ kN} \quad (\text{střed rozpětí}) \\ &P_a \cdot 0.9 \cdot 0.87 = 4087 \text{ kN} \quad (\text{vetknutí})\end{aligned}$$

## Napětí od kvazistálé kombinace:

střed rozpětí		
horní vlákno:	-2.80	MPa
dolní vlákno:	-2.39	MPa

vetknutí		
horní vlákno:	-1.19	MPa
dolní vlákno:	-2.28	MPa

# Vnitřní síly

		stálé	smršťování		předpětí	gr1		gr2	teplota							
			t <sub>1</sub> 1měs	t <sub>∞</sub> 100let	t <sub>∞</sub>				rovnom.		nerovn.		společně r&nr			
									char.	ψ <sub>0</sub> , ψ <sub>1</sub>	exp	con	heat	cool	exp + cool	con + heat
<b>příčel</b> (vetknutí)	M / kNm	-3693	4	40	3437	-1097	-439	-442	-36	44	287	-222	-249	-114	321	145
	N / kN	-1484	18	176	-2769	-441	-176	-180	-161	196	41	-78	-199	-188	189	211
<b>příčel</b> (střed rozpětí)	M / kNm	960	23	221	-1157	307	123	279	-203	247	330	-303	-455	-309	516	363
	N / kN	-1409	18	176	-2858	-421	-168	-176	-161	197	42	-79	-200	-189	189	212

$0.75 \cdot Tr + Tn$

$Tr + 0.35 \cdot Tn$

$0.75 \cdot Tr + Tn$

$Tr + 0.35 \cdot Tn$

# Kombinace MSÚ

		$\gamma_{G,sup} \cdot G_{k,sup} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$							MSÚ		
									MIN	MAX	
<b>příčel</b> <i>(vetknutí)</i>	M / kNm	6.10a :	$1.35 \cdot -3654 + 1.00 \cdot 3437 + 1.35 \cdot 0.4 \cdot ##### + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -249 =$							-1799 kNm	-2312 kNm
	N / kN		$1.35 \cdot -1308 + 1.00 \cdot -2769 + 1.35 \cdot 0.4 \cdot -441 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -199 =$							-4604 kN	-4953 kN
<b>příčel</b> <i>(střed rozpětí)</i>	M / kNm	6.10a :	$1.35 \cdot 1181 + 1.00 \cdot -1157 + 1.35 \cdot 0.4 \cdot 279 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -455 =$							178 kNm	1052 kNm
	N / kN		$1.35 \cdot -1233 + 1.00 \cdot -2858 + 1.35 \cdot 0.4 \cdot -176 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -200 =$							-4797 kN	-4447 kN

		$\xi \cdot \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,sup} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$										MSÚ		
												MIN	MAX	
<b>příčel</b> <i>(vetknutí)</i>	M / kNm	6.10b :	$0.85 \cdot 1.35 \cdot -3654 + 1.00 \cdot 3437 + 1.35 \cdot -1097 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -249 =$										-1948 kNm	-3200 kNm
	N / kN		$0.85 \cdot 1.35 \cdot -1308 + 1.00 \cdot -2769 + 1.35 \cdot -441 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -199 =$										-4696 kN	-5310 kN
<b>příčel</b> <i>(střed rozpětí)</i>	M / kNm	6.10b :	$0.85 \cdot 1.35 \cdot 1181 + 1.00 \cdot -1157 + 1.35 \cdot 279 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -455 =$										165 kNm	1038 kNm
	N / kN		$0.85 \cdot 1.35 \cdot -1233 + 1.00 \cdot -2858 + 1.35 \cdot -176 + 1.50 \cdot 0.6 \cdot -200 =$										-4690 kN	-4339 kN



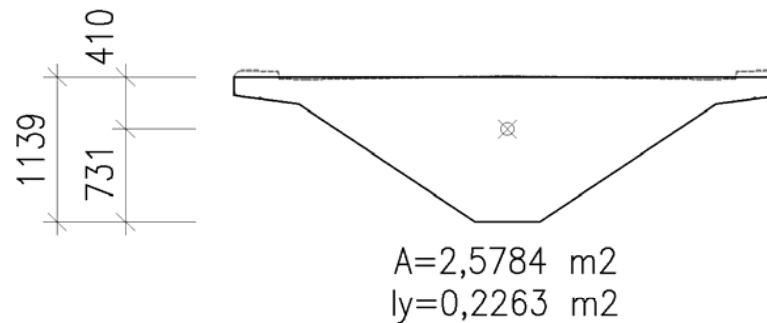
# Kombinace MSP

		kvazistálá		častá				charakteristická			
				MIN		MAX		MIN		MAX	
příčel (vetknutí)	M / kNm	-217	kNm	-24	kNm	-780	kNm	104	kNm	-1463	kNm
	N / kN	-4078	kN	-3965	kN	-4354	kN	-3889	kN	-4638	kN
příčel (střed rozpětí)	M / kNm	24	kNm	405	kNm	-249	kNm	640	kNm	-431	kNm
	N / kN	-4091	kN	-4165	kN	-4211	kN	-4398	kN	-4291	kN

# MSP - napětí

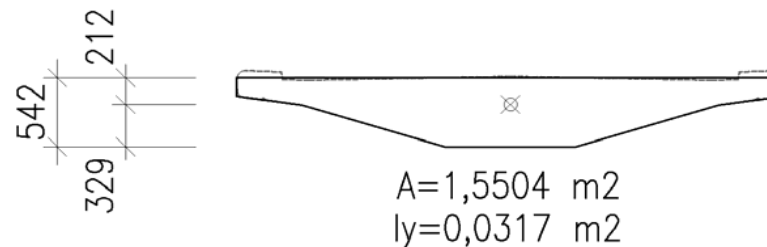
## vetknutí

$$\begin{aligned} A &= 2.5784 \text{ m}^2 \\ I_y &= 0.22632 \text{ m}^4 \\ h &= 1.141 \text{ m} \\ z_1 &= 0.410 \text{ m} \\ z_2 &= 0.731 \text{ m} \end{aligned}$$



## střed rozpětí

$$\begin{aligned} A &= 1.5504 \text{ m}^2 \\ I_y &= 3.17\text{E-}02 \text{ m}^4 \\ h &= 0.541 \text{ m} \\ z_h &= 0.212 \text{ m} \\ z_d &= 0.329 \text{ m} \end{aligned}$$



		kvazistálá		častá				charakteristická			
				MIN		MAX		MIN		MAX	
<b>příčel</b> (vetknutí)	horní vlákno	-1.19	MPa	-1.49	MPa	-0.28	MPa	-1.70	MPa	0.85	MPa
	dolní vlákno	-2.28	MPa	-1.62	MPa	-4.21	MPa	-1.17	MPa	-6.52	MPa
<b>příčel</b> (střed rozpětí)	horní vlákno	-2.80	MPa	-5.39	MPa	-1.05	MPa	-7.12	MPa	0.11	MPa
	dolní vlákno	-2.39	MPa	1.51	MPa	-5.30	MPa	3.80	MPa	-7.23	MPa

$$0,45 \times f_{ck} = 0,45 \times -35,0 = -14,0 \text{ MPa}$$

(lineární dotvarování)

$$0,60 \times f_{ck} = 0,60 \times -35,0 = -21,0 \text{ MPa}$$

omezení vzniku podélných trhlin - VYHOVUJE

## Projekt

Akce : Lávka na Polance, Třebíč  
Část : Lávka na Polance  
Popis : Posouzení příčle  
Datum : 11.12.2020  
Číslo zakázky : 19055

## Norma

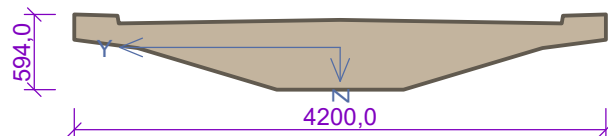
Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

## 1 Příčel - střed

### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník  
Prostředí: XC4, XD3, XF2

#### Průřez



#### Beton, obecný polygon - obecný polygon

Souřadnice bodů polygonu ( počet bodů 13 )

Bod č.1 [Y: -500,0 mm, Z: 0,0 mm]
Bod č.2 [Y: -1600,0 mm, Z: 328,0 mm]
Bod č.3 [Y: -2100,0 mm, Z: 394,0 mm]
Bod č.4 [Y: -2100,0 mm, Z: 594,0 mm]
Bod č.5 [Y: -1760,0 mm, Z: 584,0 mm]
Bod č.6 [Y: -1750,0 mm, Z: 524,0 mm]
Bod č.7 [Y: 0,0 mm, Z: 550,0 mm]
Bod č.8 [Y: 1750,0 mm, Z: 524,0 mm]
Bod č.9 [Y: 1760,0 mm, Z: 584,0 mm]
Bod č.10 [Y: 2100,0 mm, Z: 594,0 mm]
Bod č.11 [Y: 2100,0 mm, Z: 394,0 mm]
Bod č.12 [Y: 1600,0 mm, Z: 328,0 mm]
Bod č.13 [Y: 500,0 mm, Z: 0,0 mm]

#### Materiály

##### Beton: C 35/45

$f_{ck} = 35,0$  MPa;  $f_{ctm} = 3,2$  MPa;  $E_{cm} = 34000$  MPa

##### Ocel podélná: B500B

$f_{yk} = 500,0$  MPa;  $E_s = 200000$  MPa

##### Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500,0$  MPa;  $E_s = 200000$  MPa

#### Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Edy}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	6.10a MIN	-4797,00	178,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
2	6.10a MAX	-4447,00	1052,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
3	6.10b MIN	-4690,00	165,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
4	6.10b MAX	-4339,00	1038,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000

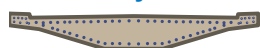
#### Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Char MIN	-4398,00	640,00	0,00	1,000

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	QP koef. [-]
2	Char MAX	-4291,00	-431,00	0,00	1,000

**Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)**

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]
1	Kvazistálá	-4091,00	24,00	0,00

**Podélná výztuž**

622x22-kr.149,9+5x20-kr.136,3+2x12-kr.149,9

S tlačnou výztuží je počítáno.

**Smyková výztuž**

Průřez bez smykové výztuže.

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

Návrhová životnost: 100 let

Výsledná třída konstrukce: S6

**1.2 Výsledky****Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

 $\rho_{s,t} = 0,00671 \geq \rho_{s,min} = 0,00166 \Rightarrow$  **Vyhovuje** $\rho_s = 0,0149 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  **Vyhovuje****Posouzení mezního stavu únosnosti**

č.	Název	$N_{Ed}$ $N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ $M_{Rdy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ $M_{Rdz}$ [kNm]	$V_{Edz}$ $V_{Rdz}$ [kN]	$V_{Edy}$ $V_{Rdy}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	6.10a MIN	-4797,00	178,00	0,00	0,00	0,00	10,4	Vyhovuje
		-45964,49	2388,38	0,00	0,00	0,00		
2	6.10a MAX	-4447,00	1052,00	0,00	0,00	0,00	45,1	Vyhovuje
		-45964,49	2349,48	0,00	0,00	0,00		
3	6.10b MIN	-4690,00	165,00	0,00	0,00	0,00	10,2	Vyhovuje
		-45964,49	2376,49	0,00	0,00	0,00		
4	6.10b MAX	-4339,00	1038,00	0,00	0,00	0,00	44,7	Vyhovuje
		-45964,49	2337,48	0,00	0,00	0,00		

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 45,1 %****Posouzení mezního stavu použitelnosti****Mezní stav omezení napětí**

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	Char MIN	-4398,00	640,00	0,00	9,15	33,91	40,78	43,6	Vyhovuje
2	Char MAX	-4291,00	-431,00	0,00	6,43	-1,72	32,18	30,6	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					21,00	400,00			

**Mezní stav omezení šířky trhlin**

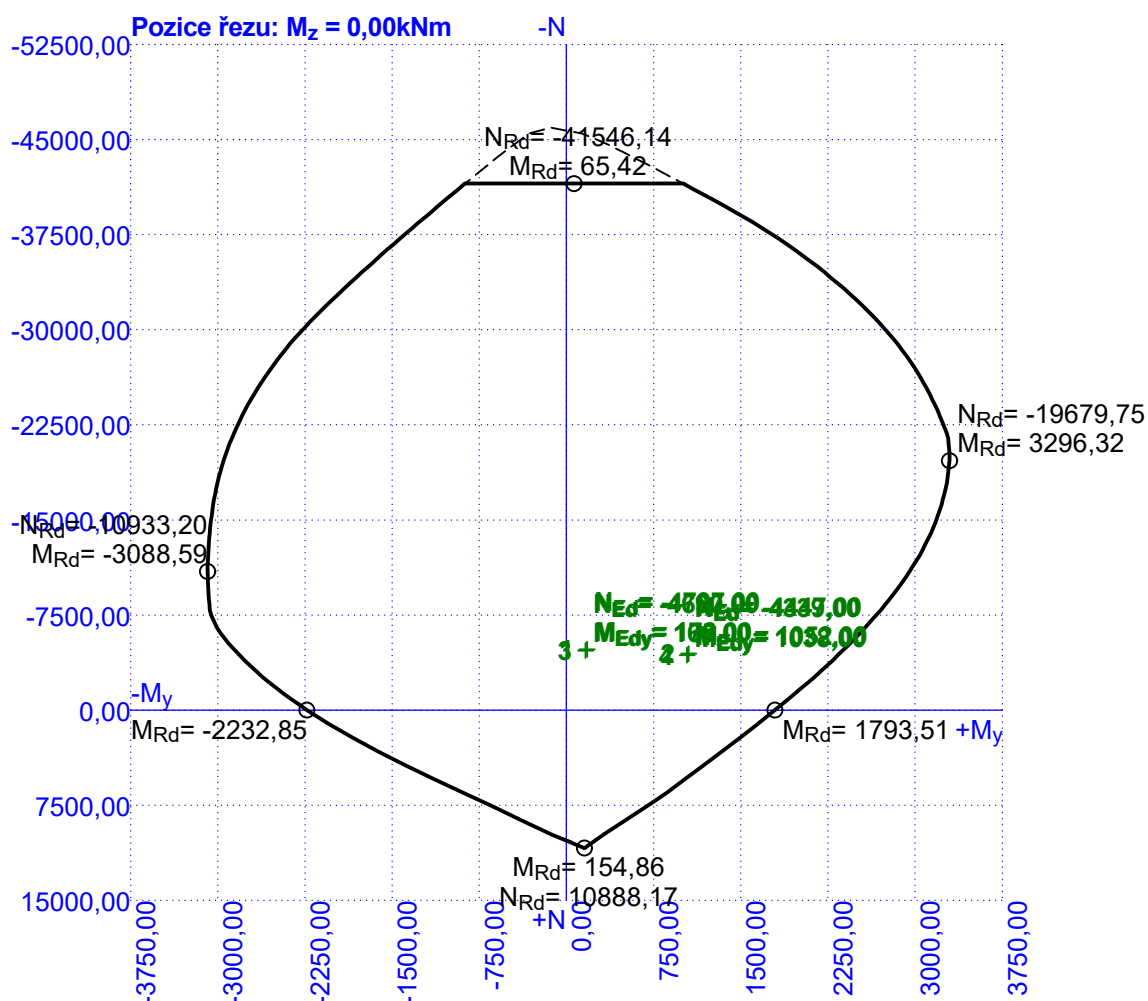
č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	$w$ [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Kvazistálá	-4091,00	24,00	0,00	-	-	0,000	0,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka $w_{max}$							0,300		

**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 43,6 %**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 45,1 %

**Interakční diagram N- $M_y$**

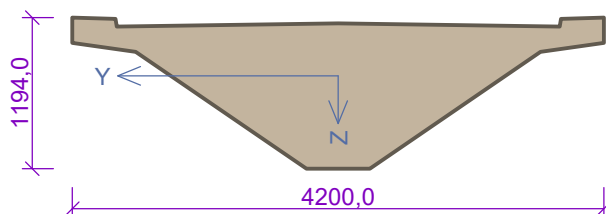


## 2 Příčel - vetknutí

### 2.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník  
Prostředí: XC4, XD3, XF2

## Průřez



## Beton, obecný polygon - obecný polygon

Souřadnice bodů polygonu ( počet bodů 13 )

Bod č.1 [Y: -250,0 mm, Z: 0,0 mm]

Bod č.2 [Y: -1600,0 mm, Z: 924,0 mm]

Bod č.3 [Y: -2100,0 mm, Z: 994,0 mm]

Bod č.4 [Y: -2100,0 mm, Z: 1194,0 mm]

Bod č.5 [Y: -1760,0 mm, Z: 1184,0 mm]

Bod č.6 [Y: -1750,0 mm, Z: 1124,0 mm]

Bod č.7 [Y: 0,0 mm, Z: 1150,0 mm]

Bod č.8 [Y: 1750,0 mm, Z: 1124,0 mm]

Bod č.9 [Y: 1760,0 mm, Z: 1184,0 mm]

Bod č.10 [Y: 2100,0 mm, Z: 1194,0 mm]

Bod č.11 [Y: 2100,0 mm, Z: 994,0 mm]

Bod č.12 [Y: 1600,0 mm, Z: 924,0 mm]

Bod č.13 [Y: 250,0 mm, Z: 0,0 mm]

## Materiály

## Beton: C 35/45

 $f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$ ;  $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$ 

## Ocel podélná: B500B

 $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ 

## Ocel příčná: B500

 $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ 

## Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Edy}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	6.10a MIN	-4604,00	-1799,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
2	6.10a MAX	-4953,00	-2312,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
3	6.10b MIN	-4696,00	-1948,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
4	6.10b MAX	-5310,00	-3200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000

## Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Char MIN	-3889,00	104,00	0,00	1,000
2	Char MAX	-4638,00	-1463,00	0,00	1,000

## Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]
1	Kvazistálá	-4078,00	-217,00	0,00

## Podélná výztuž



12x12-kr.150,5+1x12-kr.162,7+2x12-kr.150,5+1x12-kr.162,7

S tlačnou výztuží není počítáno.

## Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

## Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

Návrhová životnost: 100 let  
Výsledná třída konstrukce: S6

## 2.2 Výsledky

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00542 \geq \rho_{s,min} = 0,00166 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00911 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ $N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ $M_{Rdy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ $M_{Rdz}$ [kNm]	$V_{Edz}$ $V_{Rdz}$ [kN]	$V_{Edy}$ $V_{Rdy}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	6.10a MIN	-4604,00	-1799,00	0,00	0,00	0,00	22,8	Vyhovuje
		-60776,33	-7899,88	0,00	0,00	0,00		
2	6.10a MAX	-4953,00	-2312,00	0,00	0,00	0,00	29,0	Vyhovuje
		-60776,33	-7978,37	0,00	0,00	0,00		
3	6.10b MIN	-4696,00	-1948,00	0,00	0,00	0,00	24,6	Vyhovuje
		-60776,33	-7920,66	0,00	0,00	0,00		
4	6.10b MAX	-5310,00	-3200,00	0,00	0,00	0,00	39,7	Vyhovuje
		-60776,33	-8057,65	0,00	0,00	0,00		

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 39,7 %**

### Posouzení mezního stavu použitelnosti

#### Mezní stav omezení napětí

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	Char MIN	-3889,00	104,00	0,00	1,56	-7,11	9,04	7,4	Vyhovuje
2	Char MAX	-4638,00	-1463,00	0,00	6,48	5,80	34,88	30,8	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					21,00	400,00			

#### Mezní stav omezení šířky trhlin

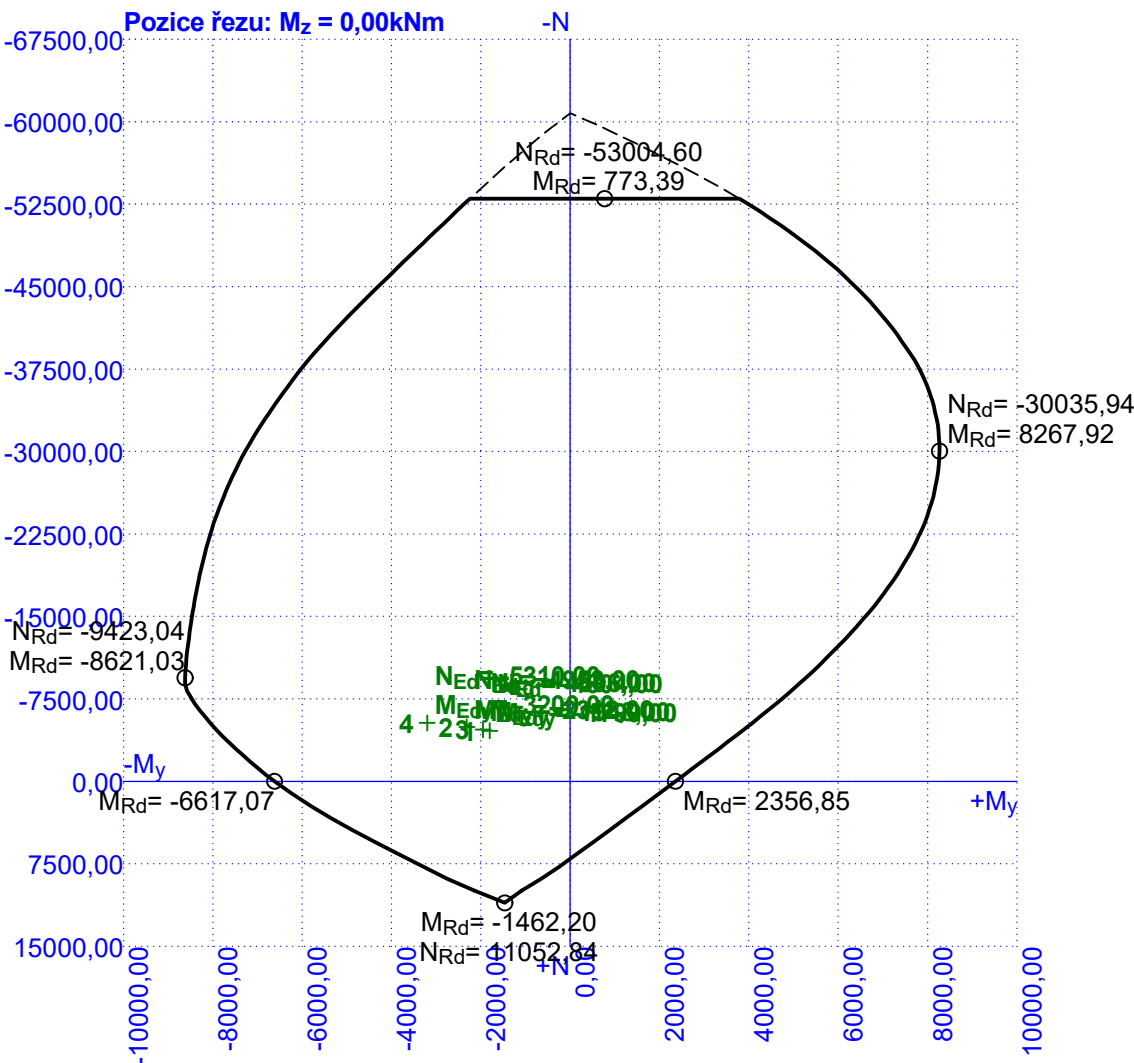
č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Kvazistálá	-4078,00	-217,00	0,00	-	-	0,000	0,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka $w_{max}$							0,300		

**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 30,8 %**

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 39,7 %

Interakční diagram N-My





## Výpočet Mikropiloty

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : Lávka na Polance, Třebíč  
Část : Lávka na Polance  
Popis : Posudek mikropilot  
Datum : 11.12.2020  
Číslo zakázky : 19055

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní  
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)  
Dílní součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$

#### Mikropiloty

Výpočet únosnosti dřívku : geometrická (Eulerova) metoda  
Výpočet únosnosti kořene : metoda Lizziho  
Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\varphi} =$	1,25	[-]
Součinitel redukce soudržnosti :	$\gamma_{mc} =$	1,40	[-]
Součinitel redukce kritické síly :	$\gamma_{mf} =$	1,00	[-]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	$\gamma_{sc} =$	1,50	[-]
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_{ss} =$	1,50	[-]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	$\gamma_r =$	1,50	[-]

#### Parametry zemin

##### Třída F4, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

##### Třída G3, ulehlá (do 5 cm)

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 36,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

##### Třída G3, ulehlá (do 7 cm)

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 36,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

##### R5

Objemová tíha :  $\gamma = 21,50 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 400,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

**R3**

Objemová tíha :  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 550,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

**Geometrie**

Průměr = 108,0 mm  
Tloušťka stěny = 16,0 mm

Volná délka mikropiloty  $l = 1,00 \text{ m}$   
Délka kořene  $l_r = 5,00 \text{ m}$   
Průměr kořene  $d_r = 0,20 \text{ m}$   
Odklon mikropiloty od svislice  $\alpha = 10,00^\circ$   
Vysazení mikropiloty nad terén  $l_a = 0,50 \text{ m}$

**Materiál konstrukce**

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

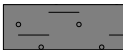




**Beton: C 25/30**

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

**Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 355**

Mez kluzu  $f_y = 355,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E = 210000,00 \text{ MPa}$

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,60	0,00 .. 1,60	Třída F4, konzistence tuhá	
2	1,90	1,60 .. 3,50	Třída G3, ulehlá (do 5 cm)	
3	1,60	3,50 .. 5,10	Třída G3, ulehlá (do 7 cm)	
4	0,20	5,10 .. 5,30	R5	
5	-	5,30 .. ∞	R3	

**Zatížení**

Číslo	Zatížení nové změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano	Zatížení č. 1	250,00	0,00

**Hladina podzemní vody**

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,20 m od původního terénu.

## Posouzení čís. 1

### Posouzení průřezu 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

#### Ve výpočtu uvažován vliv koroze

Požadovaná životnost  $t = 100$  [rok]

Typ zeminy: zeminy v přírodním uložení

#### Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda

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

Modul reakce podloží  $E_p = 150,00$  MN/m<sup>3</sup>

Spočtený počet půlvln  $n = 2,24$

Vzpěrná délka  $l_{cr} = 1,09$  m

Kritická normálová síla  $N_{crd} = 8213,21$  kN

Maximální normálová síla  $N_{max} = 250,00$  kN

#### Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE

#### Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:

Plocha ideálního průřezu  $A_i = 4,89E+03$  mm<sup>2</sup>

Moment setrvačnosti ideálního průřezu  $J_i = 4,71E+06$  mm<sup>4</sup>

Štíhlost prutu  $\lambda = 35,134$

Součinitel vzpěrnosti  $\kappa = 0,953$

Napětí v oceli  $= 57,77$  MPa

Výpočtová pevnost oceli  $= 236,67$  MPa

#### Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE

## Posouzení čís. 1

### Posouzení kořene

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.

Součinitel vlivu průměru kořene  $= 0,85$

#### Plášťové tření na kořeni

Číslo	Pořadnice [m]	Tření [kPa]
1	0,00	50,00
2	4,00	250,00
3	5,00	250,00

#### Posouzení tlačené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty  $R_s = 453,96$  kN

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty  $R_d = 302,64$  kN

Maximální normálová síla  $N_{max} = 250,00$  kN

#### Únosnost tlačené mikropiloty VYHOVUJE

## **Závěr**

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce mostu jako celek i všechny její části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost dle metodiky mezních stavů a platných norem.

Brno, září 2020

Ing. Jakub Ilčík