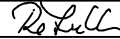


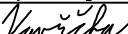
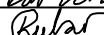


# D SO 201

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM : JTSK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM : Bpv

VEDOUcí PROJEKTANT	Ing. Martin ŘEHULKA		 PROJEKČNÍ KANCELÁŘ PRIS spol. s r. o. OSOVÁ 20, 625 00 BRNO
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	Ing. Svatopluk ZOBEL		
VYPRACOVAL	Ing. Lukáš VAVŘIČKA		
KONTROLOVAL	Ing. Jiří ŠRUBAŘ		
KRAJ: MORAVSKOSLEZSKÝ K.Ú.: TYRA		DATUM	11/2023
NÁZEV AKCE:  Most Holý, ev.č. XII-06m přes Tyru Třinec-Tyra - rekonstrukce SO 201 Most Holý, ev.č. XII-06m přes Tyru		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	-
		ÚČEL	PDPS
		ČÍS. ZAKÁZKY	22062
		ARCHIVNÍ ČÍS.	201_17_SV
NÁZEV PŘÍLOHY:  STATICKÝ VÝPOČET		ČÍS. SOUPRAVY	PŘÍLOHA 17

# 1 ÚVOD

## 1.1 PŘEDPISY A LITERATURA

ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou
ČSN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

## 1.2 PROGRAMY

SCIA Engineer	- deskostěnový model, prutový model, prostorový prutový model
FIN EC – Beton	- posouzení dílčích prvků konstrukce

## 1.3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

Dle ČSN 736200

Podle druhu převáděné komunikace  
Podle překračované překážky

pozemní komunikace  
přes vodoteč – potok Tyra  
(místně Tyrka)

Podle počtu mostních polí  
Podle počtu úrovní mostovek  
Podle výškové polohy mostovky  
Podle přesypávky  
Podle měnitelnosti základní polohy  
Podle plánované doby trvání  
Podle průběhu trasy na mostě

o 1 polí  
s mostovkou v jedné úrovni  
s horní mostovkou  
bez přesypávky  
nepohyblivý  
trvalý

Podle úhlu křížení  
Podle materiálu  
Podle statické f-ce hlavní nosné konstrukce  
Podle volné výšky na mostě

směrově v přímé,  
výškově v přímé  
šikmý 85,0° (94,4g)  
železobetonová deska  
prostě uložená deska  
s neomezenou volnou výškou

Podle uspořádání příčného řezu

otevřeně uspořádaný

Délka přemostění

9,75 m

Délka mostu

12,70 m

Délka nosné konstrukce

11,75 m (v ose)

Rozpětí polí

10,75 m

Šikmost mostu

pravá

Šířka vozovky

proměnná 12,75-5,5 m

Volná šířka mostu

proměnná 12,75-5,5 m (mezi obrubami)

Šířka průchozího prostoru

-

Šířka mostu

proměnná 12,75-7,0 m

Šířka nosné konstrukce

proměnná 12,75-6,0 m

Výška mostu

2,85 m (dno toku)

Stavební výška mostu

0,54 m

Konstrukční výška

0,45 m (max. 0,50 m)

Volná výška pod mostem

1,87 m

Plocha NK

91,59 m<sup>2</sup>

Zatížení mostu

podle ČSN EN 1991-2 (národní příloha pro ČR), regulační součinitele pro skupinu pozemních komunikací 2

## 1.4 POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Nový most je navržen jako jednopolový, šikmost je vzhledem nábrežní zdi rozdílná u OP1 a OP2. ŽB desková konstrukce o rozpětí 10,75 m (v ose). Most bude zhotoven ve 2 etapách pro zajištění přístupu na pravý břeh Tyry.

ŽB deska je navržena tl. 450 mm v levostranném sklonu 2,5%, který kopíruje sklon vozovky. Na levé straně je navržen proti spád 6,0%, který tvoří úžlabí NK 150 mm od hrany obruby.

Mostovka je uložena pomocí liniových vrubových kloubů.

Vzhledem k navržené integrované konstrukci nejsou navrženy mostní závěry, bude provedeno pouze naříznutí vozovky nad rubem opěr se zalitím EMZ zálivkou.

Na novém mostě jsou navrženy nepochozí římsy šířky 750 mm, na kterých bude osazeno ocelové zábradlí se svislou výplní výšky 1,10 m.

Svah na pravém břehu koryta Tyry bude opevněn kamennou rovnalinou s vyklínováním spár. Do koryta nebude zasahováno.

Dopravní značení a dopravní zařízení bude provedeno a umístěno v souladu se stávajícím dopravním značením dle platných zákonů, vyhlášek, technických předpisů a norem.

## 1.5 MATERIÁLY

ŽB nosná konstrukce	C35/45
ŽB opěra, úložný práh	C30/37
ŽB křídla	C30/37
ŽB monolitická římsa	C30/37
Betonářská výztuž	B 500B

## 1.6 VÝPOČTOVÉ MODEL Y

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení základních dimenzí mostu ev.č XII-06m přes Tyru.

V rámci statického výpočtu byla posouzena nosná konstrukce a navrženo základní vyztužení nosné konstrukce.

Dále byl posouzen vrubový kloub a mikropilotové založení.

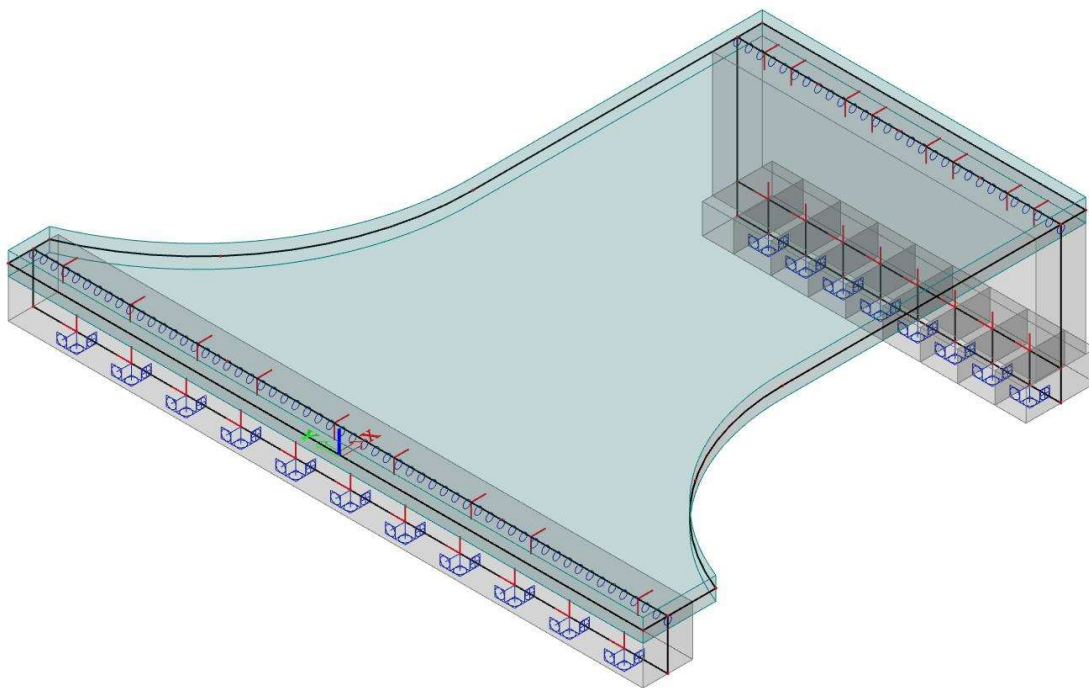
Pro posouzení a ověření účinků na most byl proveden deskostěnový model nosné konstrukce v programu Scia Engineer. V rámci zjištění maximálního namáhání byli v rámci výpočtu provedeno posouzení během jednotlivých etap.

Pro posouzení průřezu byl použit program FIN EC - Beton

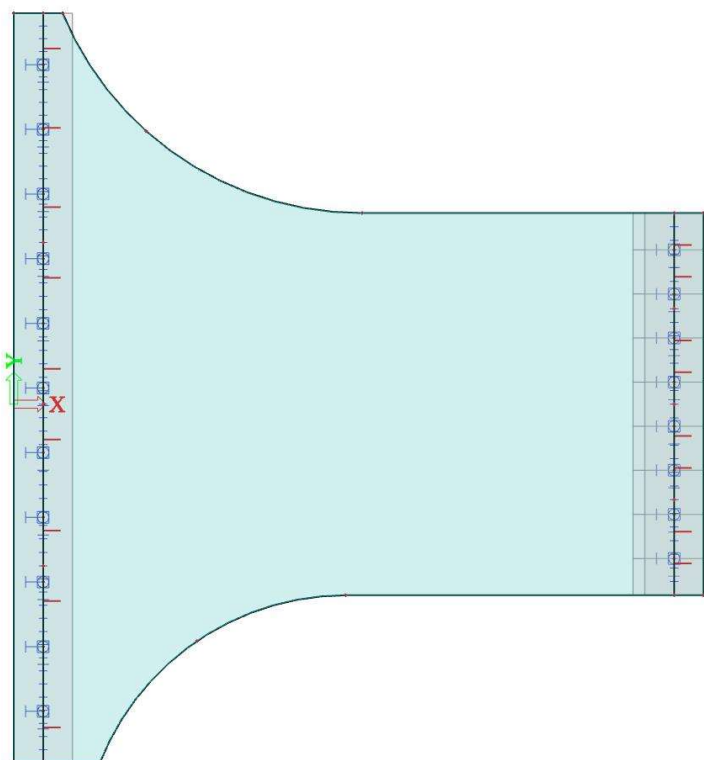
V tomto statickém výpočtu jsou uvedeny výstupy výpočtů. Detailní soubory vstupních i výstupních dat, včetně použitých modelů jsou uloženy u projektanta.

## 1.7 OBRÁZKY

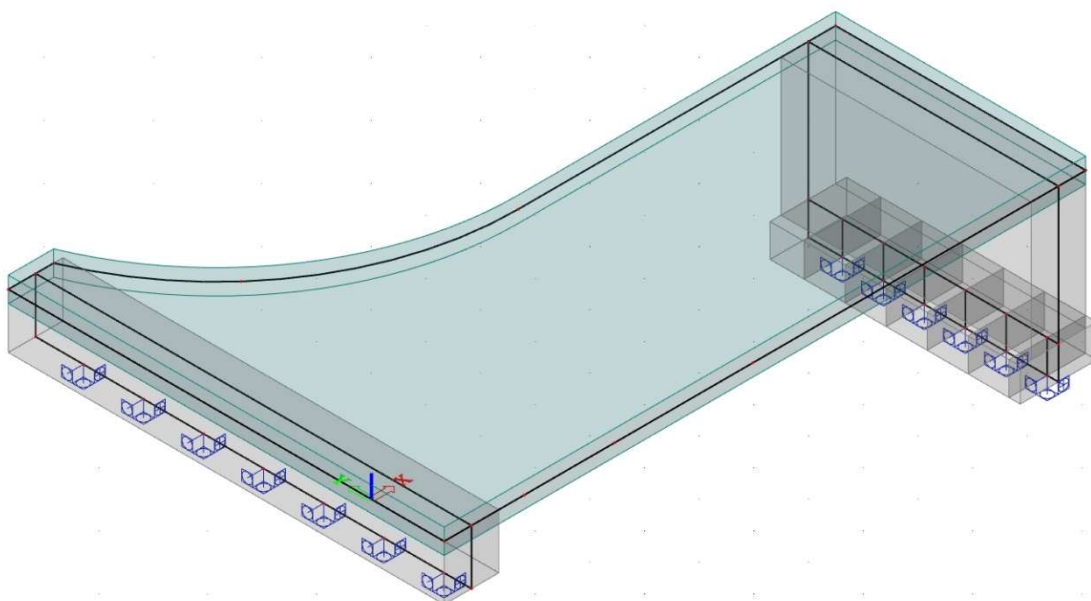
Obr. 1) Axonometrický pohled na model



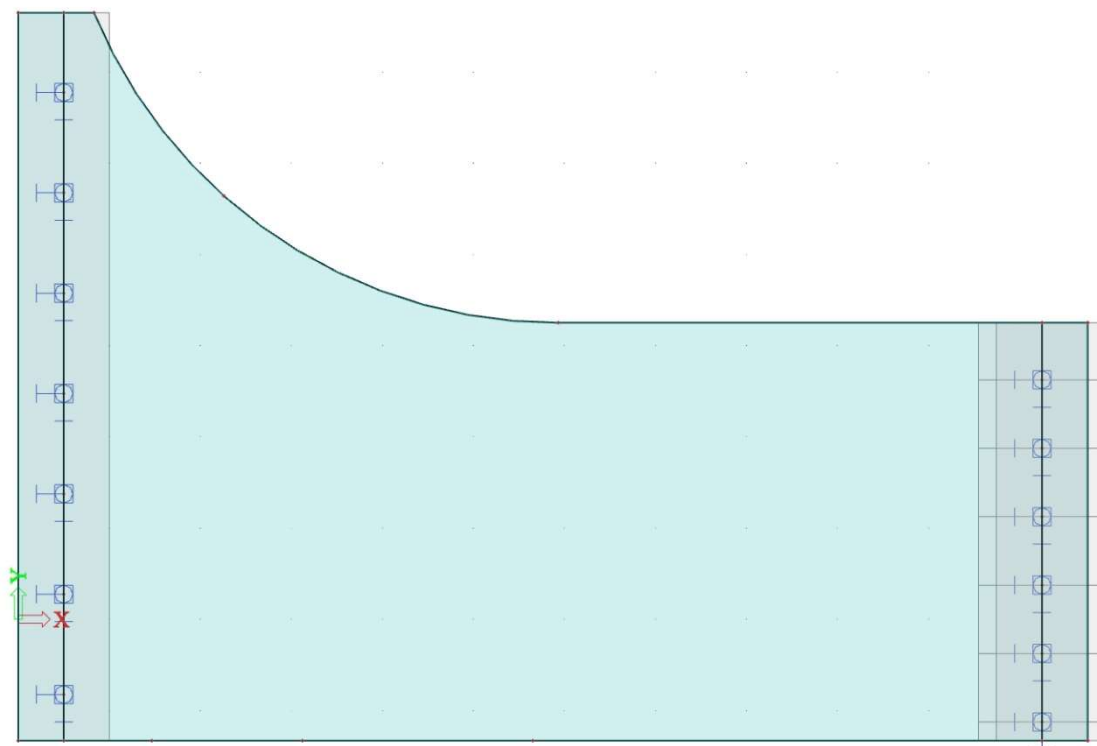
Obr. 2) Půdorys modelu



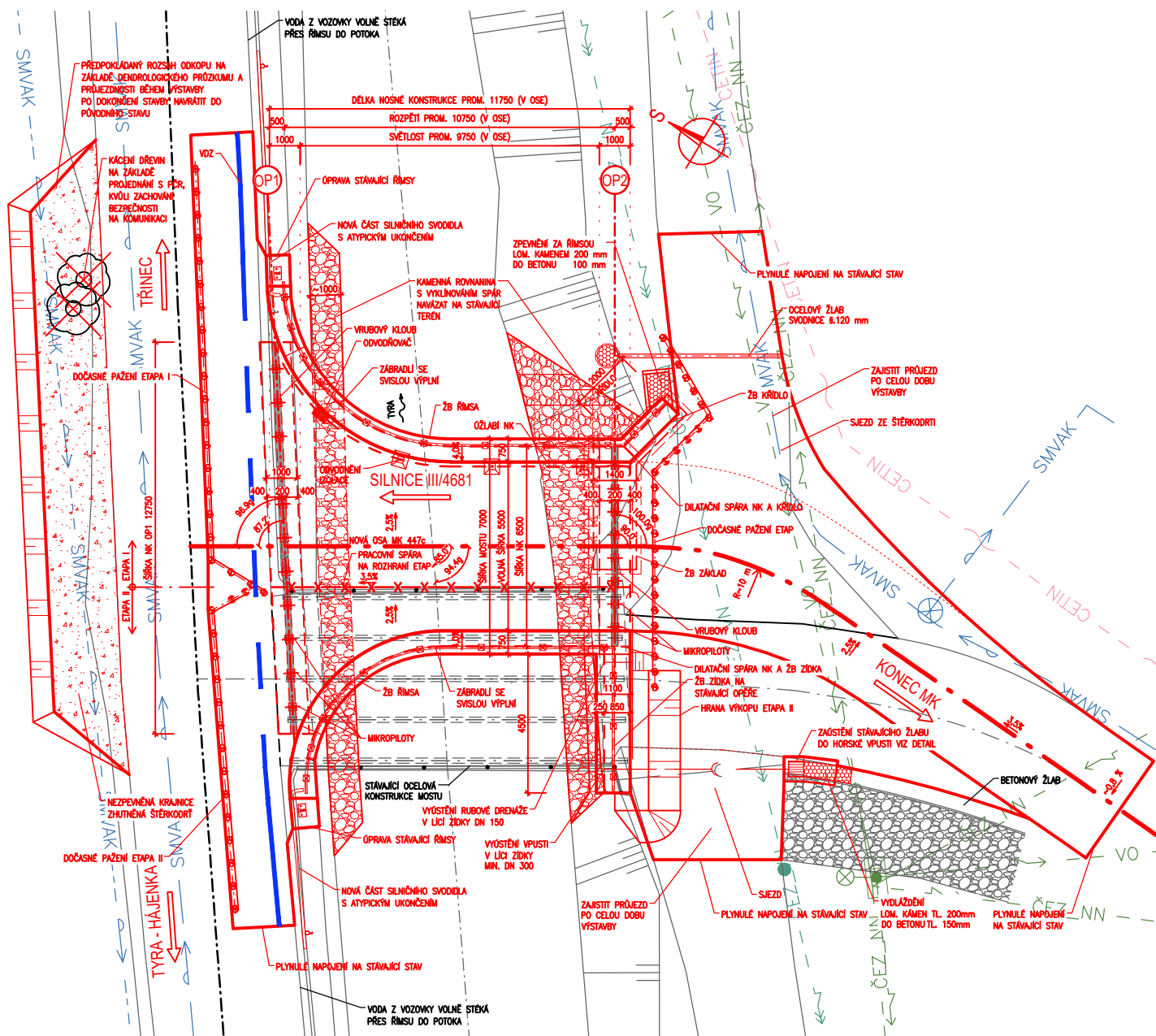
Obr. 3) Axonometrický pohled na model etapy 1



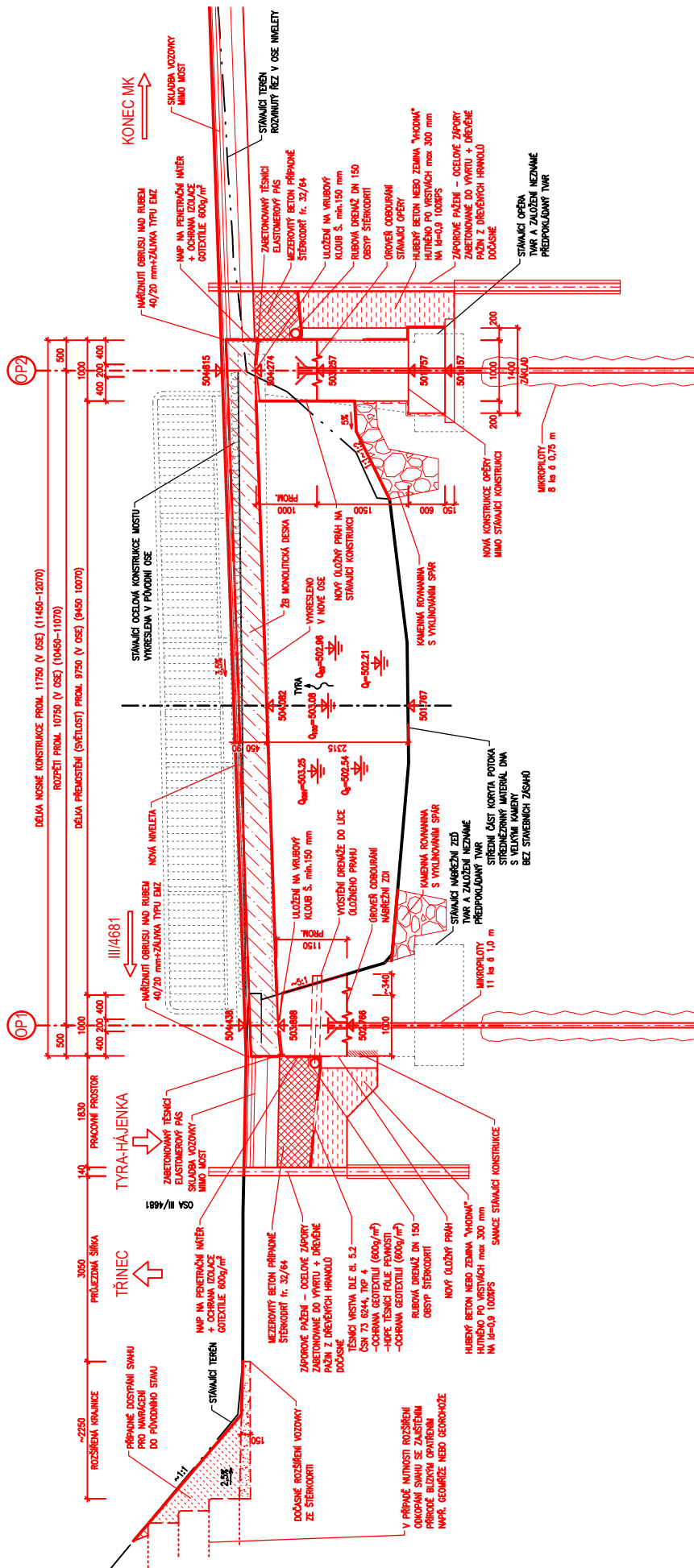
Obr. 4) Půdorys modelu etapy 1



## 2.1 PUDORYS



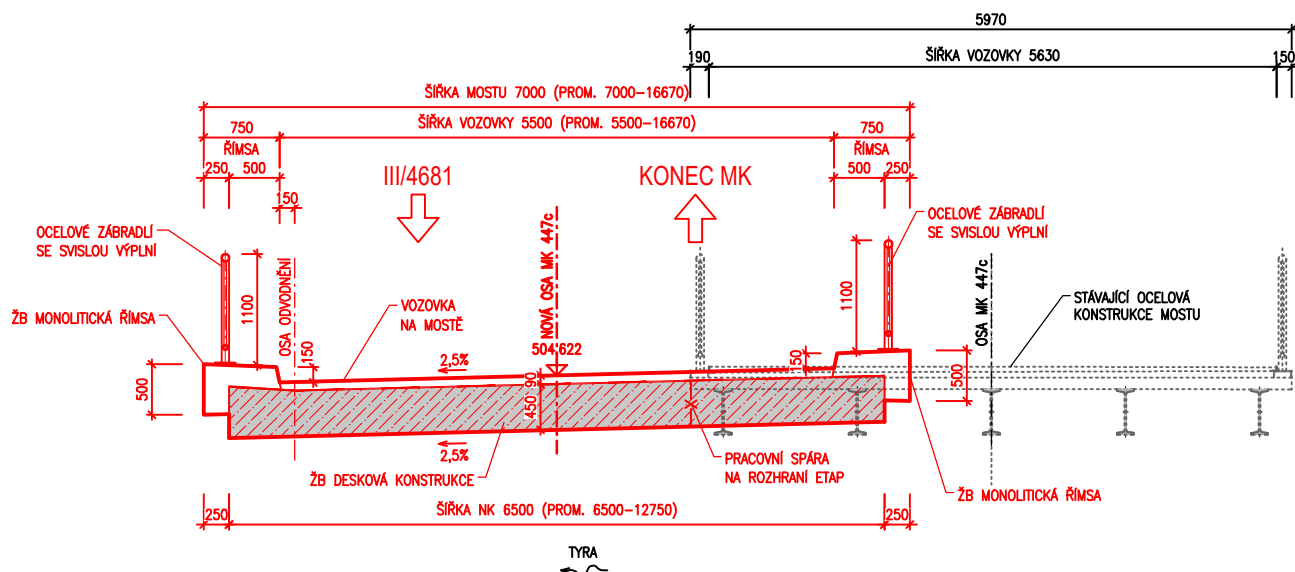
## 2.2 PODÉLNÝ ŘEZ



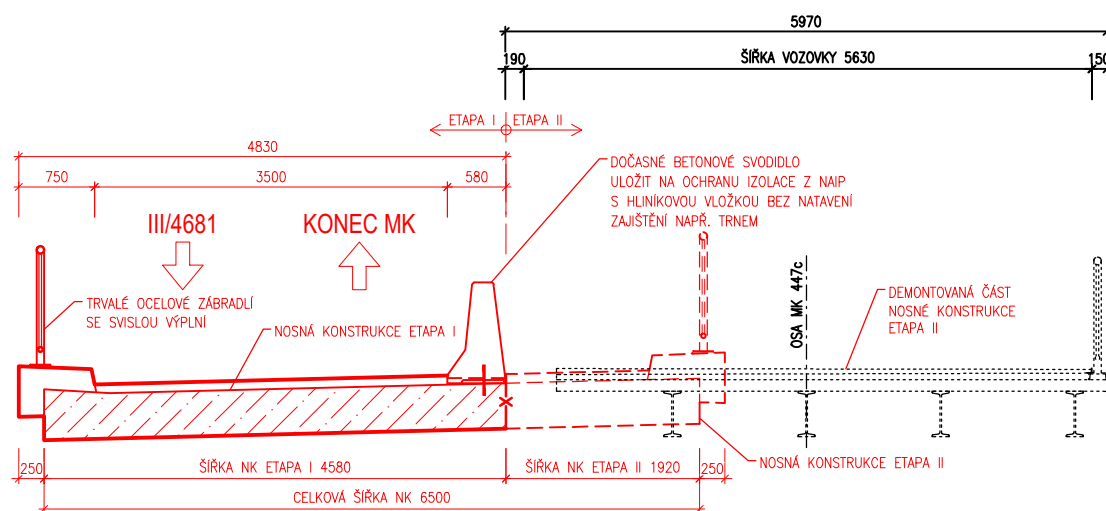


## 2.3 PŘÍČNÉ ŘEZY

### PŘÍČNÝ ŘEZ KONEČNÝ STAV



## PŘÍČNÝ ŘEZ ETAPA 1



### 3 ZATÍŽENÍ

**Třída spolehlivosti stavby:** RC3

Zatížení je stanovena na deskostěnový model, pro levou mostní konstrukci.  
Pravá mostní konstrukce je zrcadlově symetrická podle osy silnice.

#### 3.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ

##### 3.1.1) Vlastní tíha nosné konstrukce

... dle ČSN EN 1991-1-1

Uvažováno jako o stálé, pevné zatížení.

Generována systémem (Scia Engineer)

Dána tvarovými charakteristikami nosné konstrukce mostu a objemovou

hmotností použitých betonů:

tj. 2600 kg/m<sup>3</sup> =>  $\gamma_C = 26 \text{ kN/m}^3$  ... předpjatý beton  
tj. 2500 kg/m<sup>3</sup> =>  $\gamma_C = 25 \text{ kN/m}^3$  ... železobeton

##### 3.1.2) Tíha říms

... dle ČSN EN 1991-1-1

Uvažováno jako stálé, pevné zatížení.

###### 1.2.1) Levá římsa

Plocha řezu římsy	$A_C =$	0.237 m <sup>2</sup>	
Objemová tíha ŽB	$\gamma_C =$	25.0 kN/m <sup>3</sup>	
Šířka uložení římsy v příčném řezu	$b =$	0.500 m	... od kraje NK
... od kraje NK		$g_k =$	11.85 kN/m <sup>2</sup>

###### 1.2.1) Pravá římsa

Plocha řezu římsy	$A_C =$	0.237 m <sup>2</sup>	
Objemová tíha ŽB	$\gamma_C =$	25.0 kN/m <sup>3</sup>	
Šířka uložení římsy v příčném řezu	$b =$	0.500 m	
... od kraje NK		$g_k =$	11.85 kN/m <sup>2</sup>

##### 3.1.4) Tíha Zábradlí

... dle ČSN EN 1991-1-1

Uvažováno jako stálé, pevné zatížení, působící rovnoměrně po délce v ose zábradlí.

Uvažováno zatížení	$g_k =$	1.00 kN/m	
Vzdálenost od hran NK	$e =$	0.000 m	... na NK
... Působí na vnějších hranách NK		$g_k =$	1.00 kN/m

### 3.1.5) Tiha vozovky

... dle ČSN EN 1991-1-1

Uvažováno jako stálé, pevné zatížení, působící rovnoměrně po délce.  
(Nepředpokládá se rozdílná tloušťka vozovky vůči projektu a není tedy aplikována odchylka od charakteristických (resp. nominálních) hodnot dle 5.2.3 (4)).

Tloušťka vozovky	t =	0.100 m	
Objemová tíha	$\gamma_c =$	25.0 kN/m <sup>3</sup>	... pro asfaltový beton
... od levého i pravého kraje NK 0.5 m			$g_k = 2.50 \text{ kN/m}^2$

### 3.1.6) Tiha dočasného betonového svodidla

... dle ČSN EN 1991-1-1

Uvažováno jako stálé, pevné zatížení, působící rovnoměrně v dosedací ploše svodidla

Uvažováno zatížení	$g_k =$	10.00 kN/m	
Šířka uložení římsy v příčném řezu	b =	0.580 m	
... Působí na vnějších hranách NK			$g_k = 17.24 \text{ kN/m}^2$

### 3.1.7) Násypy a obsypy - zemní tlak

Základní údaje:

Objemová tíha zeminy	$\gamma_z =$	20.0 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření (cca)	$\phi_{ef} =$	30 °
Součinitel zemního tlaku v klidu	$K_r = 1 - \sin \phi_{ef} =$	0.50

Zatížení zemním tlakem (lineárně roste s hloubkou)

$$\sigma_H = K_r \cdot \gamma_z \cdot h$$

Zemní tlak na rub stěn, resp. křídel v patě:

h	$\sigma_H$
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
3.500	35.00

Poznámka: Stěna nesmí být zasypána před provedením příčle.

## 3.2. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

### 3.2.1 Zatížení mostů dopravou

... dle ČSN EN 1991-2

Rozdělení mostovky do zatěžovacích pruhů:

(poznámka: zvýšený obrubník  $\geq 120 \text{ mm}$  dle ČSN EN 1991-2/NA ... NA.2.10,  
=> šířka vozovky pro zatížení je uvažována mezi zvýšenými obrubami, nikoliv svodidly)  
(poznámka: dynamické zvětšení je již zahrnuto v modelech)

**Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů** (dle 4.2.3 a Tabulky 4.1)

... dle čl. 4.2.3 (2) je číslování a umístění pruhů voleno tak,

aby účinek od modelů zatížení byl co nejnepříznivější => 3 varianty číslování a poloh pruhů

... číslování je určeno podle nepříznivosti účinků (viz také 4.2.4 (4))

(1 ... nejnepříznivější)

Dle tabulky ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.1 jsou dále uvažovány následující **regulační součinitelé** (pro skupinu pozemních komunikací 2):

Skupina	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Q3}$	$\alpha_{q1}$	$\alpha_{q2}$	$\alpha_{qi} (i \geq 2)$
1	1	1	1	1	2.4	1.2
2	0.8	0.8	0.8	0.45	1.6	1.6

$$\beta_Q = 0.65$$

... dle NA.2.14

#### Roznášení soustředných zatížení

... dle 4.3.6

Roznášení vozovkou a betonovou deskou mostovky je uvažováno pod úhlem 45° až do střednicové plochy desky mostovky.

Dotykový tlak kola je v celé ploše rovnoměrný.

### 3.2.1.1.) SVISLÁ zatížení

... dle ČSN EN 1991-2

#### 3.2.1.1.1) Model zatížení 1 (LM1)

Soustředěná a rovnoměrná zatížení, která zahrnují většinu účinků dopravy osobními a nákladními vozidly.

... pro lokální i celkové ověření

... pro jakoukoliv návrhovou situaci

Skládá se ze 2 dílčích sestav:

- soustředěné zatížení od dvounápravy (TS), každá náprava je o tize  $\alpha_Q \cdot Q_k$
- rovnoměrné zatížení (UDL) o velikosti  $\alpha_q \cdot q_k$   
(pouze v nepříznivých částech příčinkových ploch)

V každém pruhu pouze 1 kompletní dvounáprava pohybující se v ose pruhu pro celkové ověření.

Pro lokální ověření může jet mimo osu.

Každé kolo nápravy vyvoluje zatížení  $0,5 \cdot \alpha_Q \cdot Q_k$

Kontaktní plocha kola 0,4x0,4 m.

Vzdálenost kol dvounáprav ve dvou sousedních pruzích, nesmí být menší než 0,5 m.

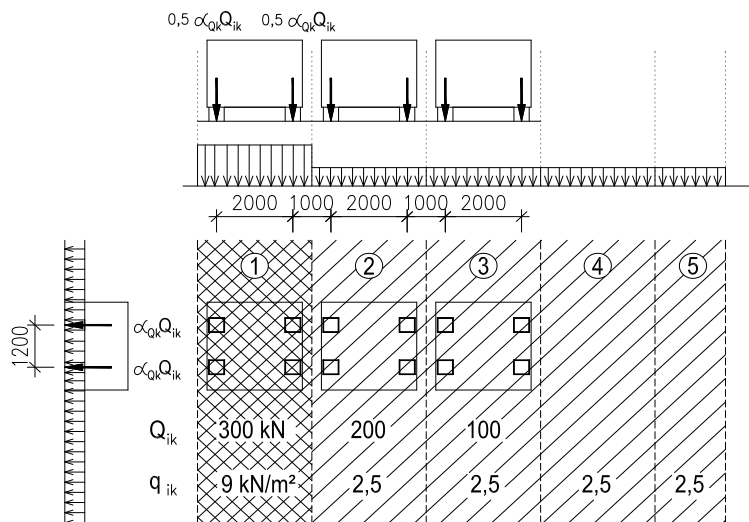
#### Zatížení jednotlivých pruhů

(charakteristické hodnoty včetně dynamického součinitele)

Umístění	Dvounáprava (TS)	Rovn. zat. (ULD)
	$Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ (nebo $q_{rk}$ ) [kN/m <sup>2</sup> ]
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

po přenásobení regul. Součiniteli:

Umístění	Dvounáprava (TS)	Rovn. zat. (ULD)
	$Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ (nebo $q_{ik}$ ) [kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č. 1	240	4.0
Pruh č. 2	160	4.0
Pruh č. 3	80	4.0



### 3.2.1.1.2) Model zatížení 3 (LM3)

dle ČSN EN 1991-2 národní přílohy NA.2.16 pro pozemní komunikace ve skupině II se zatížení zvláštními vozidly neuplatňuje

### 3.2.1.2.) VODOROVNÁ zatížení

... dle ČSN EN 1991-2

#### 3.2.1.2.1) Brzdné a rozjezdové síly

Brzdná síla  $Q_{ik}$  se musí uvažovat jako podélná síla působící v úrovni povrchu vozovky. Působí v ose kteréhokoliv zatěžovacího pruhu. Pokud nejsou účinky excentricity významné, předpokládá se působíště v ose vozovky, a rovnoměrné rozdělení po zatěžovací délce. Charakteristická hodnota  $Q_{ik}$  se počítá jako část celkového max. svislého zatížení LM1 na zatěžovacím pruhu č. 1:

$$\begin{aligned}
 L &= 11.750 \text{ m} && \dots \text{ délka NK nebo její uvažované části} \\
 \alpha_{Q1} &= 0.8 && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1} \\
 \alpha_{q1} &= 0.45 && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2/NA ... tabulka NA.2.1} \\
 Q_{1k} &= 300.0 \text{ kN} && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2 pro LM1} \\
 q_{1k} &= 9.0 \text{ kN/m}^2 && \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2 pro LM1} \\
 w_l &= 3.000 \text{ m} && \dots \text{ šířka pruhu} \\
 Q_{ik} &= 302.28 \text{ kN} && \dots = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_l \cdot L \\
 &\geq 180 \cdot \alpha_{Q1} = 144 \text{ kN} && \text{Vyhovuje} \\
 &\leq 900 \text{ kN} && \text{Vyhovuje} \dots \text{ dle ČSN EN 1991-2/NA ... NA2.17}
 \end{aligned}$$

Dle ČSN EN 1991-2/NA ... NA.2.18 pokud se vozidla LM3 pohybují rychlostí menší než 5 km/hod neuvažují se brzdné a rozjezdové síly, pokud se pohybují normální rychlostí (max 70km/hod) uvažují se brzdné a rozjezdové síly 900 kN v kombinaci se zatížením LM3.

Dle ČSN EN 1991-2/NA ... NA.2.19 je síla přenášena mostními závěry:

$$Q_{ik} = 144.00 \text{ kN} \dots = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot Q_{1k}$$

### 3.2.1.3.) Sestavy zatížení dopravou

... dle ČSN EN 1991-2

Dle 4.5.1 se každá sestava považuje za charakteristickou hodnotu zatížení pro kombinace se zatížením jiným než od dopravy.

**Charakteristické hodnoty vicsložkových zatížení (tabulka 4.4a)**

Zatěžovací systém		Vozovka						Chodníky a cyklistické pruhy
		Svislé síly				Vodorovné síly		jen svislé síly rovnoměrné zatížení
		LM1	LM2	LM3	LM4	brzdné a rozjezdové	odstředivé a příčné	
SESTAVY ZATÍŽENÍ	gr1a	charakter. hodnoty						3 kN/m <sup>2</sup>
	gr1b		charakter. hodnota					
	gr2	časté hodnoty				charakter. hodnota	charakter. hodnota	
	gr3							charakter. hodnota
	gr4				charakter. hodnota			charakter. hodnota
	gr5	časté hodnoty		charakter. hodnota				

 ... Hlavní složka zatížení (označovaná jako složka příslušející sestavě)

Poznámky: gr3 ... nemá praktický význam, pokud se uvažuje kombinace gr4.  
gr5 ... pokud se jedná o nápravové síly větší než 240 kN (včetně) uvažovány jsou pouze charakteristické hodnoty LM3 (*provoz na mostě je mimo LM3 vyloučen*)  
Pokud je účinek od zatížení pouze jednoho chodníku nepříznivější než při zatížení obou, uvažuje se pouze zatížení na jednom chodníku.

Dle 4.5.2 ... Pokud národní příloha uvádí občasné hodnoty proměnných zatížení, lze použít pravidlo jako v tab. 4.4a. Charakteristické hodnoty se nahradí občasnými hodnotami dle ČSN EN 1990, Příloha A2.

#### Sestavy zatížení v dočasných návrhových situacích

Platí kombinace dle tabulek 4.4a a 4.4b, pouze charakteristické zatížení od dvounápravy se uvažují 0,8 ·  $\alpha_{Q1}$  ·  $Q_{k1}$ . Všechny ostatní charakteristické, časté a kvazistálé hodnoty jsou beze změny.

### 3.2.2 Teplotní změny u mostů

... dle ČSN EN 1991-1-5

Dle ČSN EN 1991-1-5 se jedná o **typ konstrukce 3.c: betonová deska**

Dle 6.1.2 se reprezentativní hodnoty zatížení teplotou stanovují pomocí rovnoměrné složky teploty a rozdílových složek teploty.

Dle NA.2.3. se pro určení rozdílové složky teploty má použít nelineární průběh teploty po průřezu (Postup 2).

Dle ČSN EN 1991-1-5 ... Příloha C: Součinitel teplotní délkové roztažnosti  $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

#### 3.2.2.1.) Rovnoměrná složka teploty $\dots \Delta T_N [^\circ\text{C}]$

*Dle 6.1.3.1 závisí na minimální a maximální teplotě mostu, které může most v předepsaném časové období dosáhnout. Výsledkem je řada rovnoměrných teplotních změn, které mohou způsobit délkové změny prvků, jejich přetvoření nejsou v konstrukci omezena.*

Dále budou uváženy následující účinky:

- omezení společného prodloužení nebo zkrácení ovlivněné typem konstrukce
- tření v ložiskách

Dle NA.2.4 se maximální a minimální rovnoměrné teploty mostu  $T_{e,min}$ ,  $T_{e,max}$  se stanovuje z izoterm minimálních a maximálních teplot vzduchu ve stínu dle obrázku 6.1 ČSN EN 1991-1-5. *(hodnoty jsou založeny na denním teplotním rozsahu, které byly ověřeny jako vhodné pro ČR)*

Pro konstrukce - Typ 3:

$T_{max} = 38.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  ... na základě národní mapy izoterm

$T_{min} = -36.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  ... na základě národní mapy izoterm

$T_{e,max} = 39.5 \text{ } ^\circ\text{C}$  ...  $= T_{max} + 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$  ... pro  $30^\circ\text{C} \leq T_{max} \leq 50^\circ\text{C}$

$T_{e,min} = -28.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  ...  $= T_{min} + 8 \text{ } ^\circ\text{C}$  ... pro  $-50^\circ\text{C} \leq T_{min} \leq 0^\circ\text{C}$

Výchozí teplota mostu

$T_0 = 10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Pro **výpočet zkrácení** (charakteristická hodnota max. rozsahu rovnoměrné složky teploty):

$\Delta T_{N,con} = 38.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  ...  $= T_0 - T_{e,min}$

Pro **výpočet prodloužení** (charakteristická hodnota max. rozsahu rovnoměrné složky teploty):

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

Celkový rozsah účinků rovnoměrné teploty:

$\Delta T_N = 67.5 \text{ } ^\circ\text{C}$  ...  $= T_{e,max} - T_{e,min}$

Dle NA.2.6 se pro ložiska stanovuje následující rozsah rovnoměrné složky teploty:

*(pokud se pro projekt nepožadují další opatření)*

- zkrácení

$\Delta T'_{N,con} = 58.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  ...  $= \Delta T_{N,con} + 20^\circ\text{C}$

- prodloužení

$\Delta T'_{N,exp} = 49.5 \text{ } ^\circ\text{C}$  ...  $= \Delta T_{N,exp} + 20^\circ\text{C}$

### 3.2.2.2.) Rozdílové složky teploty

3.2.2.2.1) Svislá lineární složka (postup 1) ...  $\Delta T_M$  [°C]

*Dle 6.1.4.1 se uvažují pomocí ekvivalentních lineárních složek teploty  $\Delta T_{M,heat}$  a  $\Delta T_{M,cool}$  hodnoty se použijí mezi horní a dolním povrchem NK.*

Dle tabulky 6.1 ČSN EN 1991-1-5:

$k_{sur,heat}$ =	0.7	... dle tab. 6.2	... tl. mostního svršku než 100 mm
$k_{sur,cool}$ =	1.0	... dle tab. 6.2	... tl. mostního svršku než 100 mm
$\Delta T_{M,heat}$ =	15.0 °C	... dle tab. 6.1	... tl. mostního svršku než 100 mm
$\Delta T_{M,cool}$ =	8.0 °C	... dle tab. 6.1	... tl. mostního svršku než 100 mm

#### A) Horní povrch teplejší než dolní

$$\Delta T_{M,heat} = 10.5 \text{ °C} \quad \dots = k_{sur,heat} \cdot \Delta T_{N,heat}$$

#### B) Dolní povrch teplejší než horní

$$\Delta T_{M,cool} = 8.0 \text{ °C} \quad \dots = k_{sur,cool} \cdot \Delta T_{N,cool}$$



## 4 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

HODNOTY SOUČINITELŮ  $\psi$

... dle ČSN EN 1990/A1... Tabulka A2.1

$\psi_0$  ... součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

$\psi_1$  ... součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

$\psi_2$  ... součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Zatížení	Značka		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Zatížení dopravou (dle ČSN EN 1991-2, Tabulka 4.4)	gr1a (LM1+chodci nebo cyklisti)	TS (dvounápravy)	0.75	0.75	0
		UDL (rovnoměrné zatížení)	0.40	0.40	0
		chodci a cyklisti	0.40	0.40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0.75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatížení chodci)		0	0.40	0
	gr4 (LM4 (Zatížení davem lidí))		0	0.75	0
	gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))		0	0	0
Zatížení větrem	$F_{wk}$				
	- Trvalé návrhové situace		0.60	0.20	0
	- Provádění		0.80	-	0
	$F_w^*$		1.00	-	-
Zatížení teplotou	$T_k$		0.60	0.60	0.50
Zatížení sněhem	$Q_{sn,k}$ (během provádění)		0.80	-	-
Staveništní zatížení	$Q_c$		1.00	-	1.00

### MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI

ČSN EN 1990/A1 - tabulka A2.4(B) - Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO) (Soubor B)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější	Ostatní
(Výraz 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf}$	$\gamma_P \cdot P$	$\gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,1}$
(Výraz 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf}$	$\gamma_P \cdot P$		$\gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,1}$
(Výraz 6.10b)	$\xi \cdot \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf}$	$\gamma_P \cdot P$	$\gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,1}$

(\*) Proměnná zatížení viz A2.1

Na základě NA2.20 nejsou uvažovány kombinace dány vzorcem 6.10 souboru "B".

Doporučené hodnoty součinitelů:

$$\gamma_{G,sup} = 1.35$$

$$\gamma_{G,inf} = 1.00$$

$$\gamma_Q = 1.35$$

... pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců (0 ... pro příznivá)

$$\gamma_Q = 1.50$$

... pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení

$$\xi = 0.85$$

...tzn.  $\xi \cdot \gamma_{G,sup} = 0.85 \cdot 1.35 = \text{cca } 1.15$

$$\gamma_{G,set} = 1.20$$

... v případě lineárně pružné analýzy

(pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky, pro návrhové situace, kdy zatížení způsobené nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky se tato zatížení neuvažují)

$$\gamma_P = 1.00$$

## NÁVRHOVÉ HODNOTY ZATÍŽENÍ V MIMOŘÁDNÝCH A SEIZMICKÝCH NÁVRHOVÝCH SITUACÍCH

### ČSN EN 1990/A1 - tabulka A2.5 - Návrhové hodnoty zat. v mimořádných a seizmických kombinacích

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Mimořádná nebo seizmická situace	Vedlejší proměnná zatížení (**)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se)	Ostatní
Mimořádná (*) (Výraz 6.11a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$A_d$	$\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$ nebo $\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
Seizmická (***) (Výraz 6.12a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$A_{Ed} = \gamma_1 \cdot A_d$	$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$	

(\*) Pro mimořádné návrhové situace lze nejučinnější zatížení uvažovat častou hodnotou, kvazistálou hodnotou, nebo, jako v případě seizmické návrhové situace, kvazistálou hodnotou.

(\*\*) Proměnná zatížení viz A2.1

(\*\*\*) Zvláštní seizmické návrh. situace mohou být specifikovány v nár. příloze nebo pro konkrétní projekt.

POZNÁMKA: Pro návrhové zatížení v tabulce A2.5 jiná než seizmická se doporučuje hodnota  $\gamma = 1,0$ .

Na základě NA2.22 se zvláštní seizmické návrhové situace v ČR neuvažují.

### MEZNÍ STAVY POUŽITELNOSTI

#### ČSN EN 1990/A1 - tabulka A2.6 - Návrhové hodnoty zatížení použité v kombinacích zatížení

Kombinace	Stálá zatížení $G_d$		Předpětí	Proměnná zatížení $Q_d$	
	Nepříznivá	Příznivá		Nejúčinnější (pokud se)	Ostatní
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

$$P = \max / \min \{P_{k,sup}; P_{k,inf}\}$$

$$P_{k,sup} = r_{sup} \cdot P_{m,t}$$

$$P_{k,inf} = r_{inf} \cdot P_{m,t}$$

$$r_{sup} = 1.1$$

$$r_{inf} = 0.9$$

# Projekt

Akce : Most Holý ev.č. XII-06m přes Tyru, Třinec-Tyra - rekonstrukce  
Část : SO 201 Most Holý ev.č. XII-06m přes Tyru  
Popis : Statický výpočet  
Vypracoval : Ing.Lukáš Vavříčka  
Datum : 03.02.2023  
Číslo zakázky : 22062

## Norma

Norma **EN 1992-2/Uživatelská.**

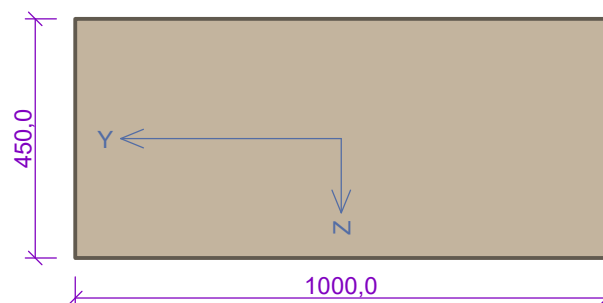
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,500$   
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,150$   
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,200$   
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,000$   
Modul pružnosti betonu :  $\gamma_{cE} = 1,200$   
Tlaková pevnost betonu :  $\alpha_{cc} = 0,900$   
Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

## 1 Deska - Ohyb 1/2 Rozpětí

### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska  
Prostředí: XC4, XD1, XF2

#### Průřez



#### Materiály

##### Beton: C 35/45

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 35,0$  MPa  
Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 3,2$  MPa  
Modul pružnosti  $E_{cm} = 34000$  MPa

##### Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa  
Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

##### Ocel příčná: B500

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa  
Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

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

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	6.10b-1	0,00	759,16	3,36	1,000
2	6.10b-2	0,00	746,97	99,31	1,000
3	6.10b-3	0,00	540,80	162,81	1,000

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	32	55,0	dolní výztuž
5	25	42,5	dolní výztuž



32/200,0-kr.55,0+25/200,0-kr.42,5

S tlačnou výztuží je počítáno.

#### Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

## Minimální krytí

Třída konstrukce: S5  
Návrhová životnost: 100 let  
Výsledná třída konstrukce: S6

## 1.2 Výsledky

### Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 5,882$   
Průřezová plocha:  $A = 488 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$   
Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):  
 $y_t = 500 \text{ mm}$ ;  $z_t = 212,5 \text{ mm}$   
Moment setrvačnosti:  
 $I_y = 8,50 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  $I_z = 41,0 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$   
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:  
 $S_{y,s} = 80,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,0168 \geq \rho_{s,min} = 0,00166$   
 $\rho_{s,t,CSN} = 0,0144 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$   
 $\rho_s = 0,0144 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

### Posouzení vzdáleností vložek

**Vzdál. vložek 1 a 6 = -12,1mm < 32,0mm - Nevhovuje**

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Posouzení
1	6.10b-1	0,00	0,00	759,16	892,70	3,36	309,28	Vyhovuje
2	6.10b-2	0,00	0,00	746,97	892,70	99,31	309,28	Vyhovuje
3	6.10b-3	0,00	0,00	540,80	892,70	162,81	309,28	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE**

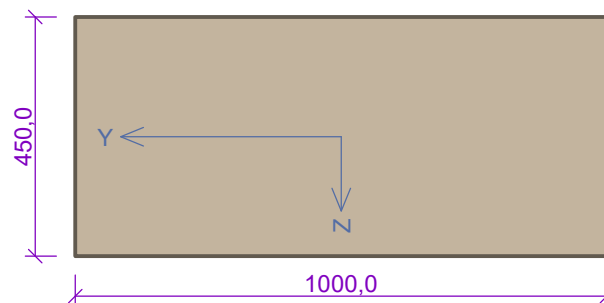
**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

## 2 Deska - Smyk u Opěry

### 2.1 Vstupní data

Typ prvku: deska  
Prostředí: XC4, XD1, XF2

#### Průřez



#### Materiály

##### Beton: C 35/45

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$   
Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$

##### Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

##### Ocel příčná: B500

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

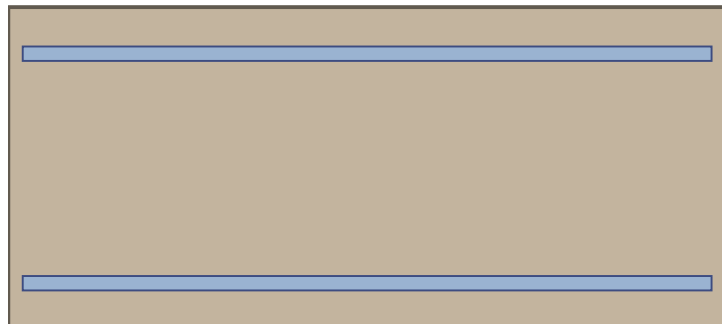
### Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	6.10b-4	0,00	38,31	191,77	1,000
2	6.10b-5	0,00	34,08	408,15	1,000

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
3	6.10b-6	0,00	34,08	358,13	1,000

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	20	55,0	horní výztuž
5	20	55,0	dolní výztuž



20/200,0-kr.55,0

20/200,0-kr.55,0

S tlačnou výztuží je počítáno.

#### Smyková výztuž

##### Spony

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 200,0 mm; Střihy: 5

##### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

Návrhová životnost: 100 let

Výsledná třída konstrukce: S6

## 2.2 Výsledky

#### Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 5,882$

Průřezová plocha:  $A = 468 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$ ;  $z_t = 225 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 8,07 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  $I_z = 39,2 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 0 \text{ mm}^4$ ;  $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

#### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00408 \geq \rho_{s,min} = 0,00166$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00349 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

#### Posouzení vzdáleností vložek

**Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.**

#### Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min} = 0,000947 \leq \rho_w = 0,00126 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{l,max} = 288,8 \text{ mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost větví třmínků  $s_{t,max} = 577,5 \text{ mm}$

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Posouzení
1	6.10b-4	0,00	0,00	38,31	264,66	191,77	495,03	Vyhovuje
2	6.10b-5	0,00	0,00	34,08	264,66	408,15	495,03	Vyhovuje

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Posouzení
3	6.10b-6	0,00	0,00	34,08	264,66	358,13	495,03	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

## 6 POSOUZENÍ ULOŽENÍ (VRUBOVÉ KLOUBY)

### 6.1 POSOUZENÍ NA SOUSTŘEDNÝ TLAK

dle ČSN EN 1992-1-1

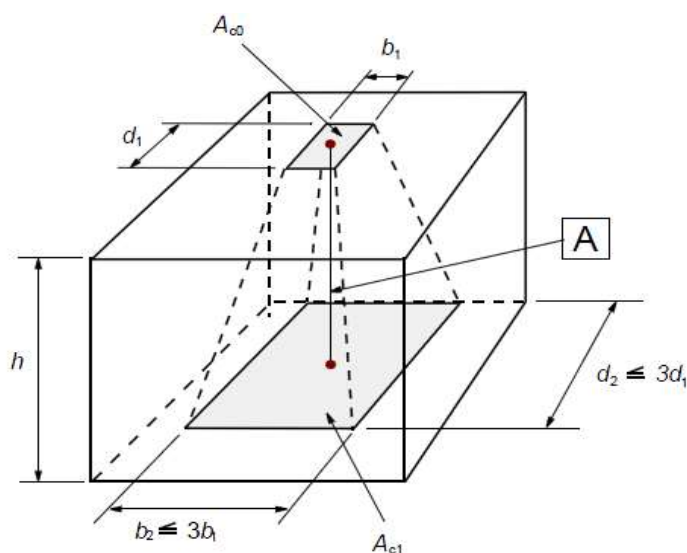
$b_1 =$	0.20 m			
$d_1 =$	6.50 m			
$b_2 =$	0.60 m	$\leq$	$3 \cdot b_1 =$	0.60 m <b>Vyhovuje</b>
$d_2 =$	6.50 m	$\leq$	$3 \cdot d_1 =$	19.50 m <b>Vyhovuje</b>
$h =$	0.50 m	$\geq$	$b_2 - b_1 =$	0.40 m <b>Vyhovuje</b>
$A_{c0} =$	1.300 m <sup>2</sup>			
$A_{c1} =$	3.900 m <sup>2</sup>			
$f_{ck} =$	35 MPa		... beton C35/45	
$\gamma_c =$	1.5			
$\alpha_{cc} =$	0.9			
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	21.0 MPa			

Maximální síla od ložiska  $F_{Ed,max} =$  1987 kN ... max. síla na ložisko na OP1 a OP2

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

Soustř. síla na mezi únosnosti  $F_{Rdu} =$  47285 kN  $\leq$   $3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} =$  81900 kN **Vyhovuje**

Maximální síla od ložiska  $F_{Ed,max} =$  1987 kN  $<$   $F_{Rdu} =$  47285 kN **Vyhovuje**



A - osa zatížení

$$h \geq (b_2 - b_1) \text{ a } \geq (d_2 - d_1)$$

## 6.2 NÁVRH VÝZTUŽE POD VRUBOVÝM KLOUBEM

V oblasti pod vrubovým kloubem je nutné navrhnout příčnou výztuž.

$$\begin{aligned}
 F_{Ed} &= 1987 \text{ kN} && \dots \text{ maximální reakce} \\
 a &= 0.20 \text{ m} && \dots \text{ rozměr kontaktní plochy} \\
 a' &= 6.50 \text{ m} && \dots \text{ rozměr kontaktní plochy} \\
 c &= 1.00 \text{ m} && \dots \text{ rozměr roznášecí plochy} \\
 c' &= 6.50 \text{ m} && \dots \text{ rozměr roznášecí plochy} \\
 h &= 0.50 \text{ m} && \dots \text{ výška roznosu} \\
 c/a &= 1.00 \leq 1,25 * [(c*c')/(a*a')]^{0.5} = 2.80 && \text{Vyhovuje} \\
 T_{bu} &= 795 \text{ kN} && \dots = 1/4 * F * (c-a)/h \\
 f_{yd} &= 250 \text{ MPa} && (\dots \text{při } 250 \text{ MPa se nemusí posuzovat trhliny}) \\
 A_{s,req} = T_{bu} / f_{yd} &= 0.0031798 \text{ m}^2 && A_{s,min} = 0.15 * F / f_{yd} = 0.0012 \text{ m}^2 \\
 A_{s,req} &= 0.0032 \text{ m}^2 && \text{OK}
 \end{aligned}$$

### Navržená výztuž

prof. [mm]	řad min. [ks]	počet stříhů [ks]	Vzdál. řad [mm]	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup>	f <sub>yd</sub> MPa	F <sub>Rd,tah</sub> kN
16	30	2	200	0.01206	250	3016

Vyhovuje

Navrženo:

Příčné: Min. 2-střížné třmínky, v 30-ti řádách, á 200 mm, profil min. 16 mm

## 6.3 POSOUZENÍ VÝZTUŽE VRUBOVÉHO KLOUBU

$$\begin{aligned}
 \sigma_{s,dov} &= 180 \text{ MPa} \\
 \text{Navržená výztuž: } & 33 \times \Phi 20 \\
 A_s &= 0.0103673 \text{ m}^2 && \dots \text{ plocha výztuže} \\
 H_{Ed,y} &= 70 \text{ kN} && \dots \text{ maximální smyková síla podélná} \\
 H_{Ed,z} &= 233 \text{ kN} && \dots \text{ maximální smyková síla příčná} \\
 H_{Ed} &= 244 \text{ kN} && \dots \text{ maximální smyková síla } = (F_{Ed,y,i}^2 + F_{Ed,z,i}^2)^{0.5} \\
 \sigma_{s,H} &= 24 \text{ MPa} && \dots = H_{Ed} / A_s \\
 &&& \dots \text{ maximální napětí od smykové síly} \\
 \sigma_{s,H} &= 24 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot \sigma_{s,dov} = 108 \text{ MPa} && \text{Vyhovuje} \\
 \frac{\sigma_{s,H}}{0,6 \cdot \sigma_{s,dov}} &= \frac{24}{108} = 22\%
 \end{aligned}$$

**ZÁVĚR:** Výztuž vrubového kloubu musí být min. 33  $\Phi 20$  mm



## 7 POSOUZENÍ MIKROPILOT

Maximální svislá síla na 1 mikropilotu:

(Kombinace z účinků zatížení zjištěná programem Scia Engineer)

Kombinace (Stálé zatížení (včetně tíhy opěry) + Proměnné + Teplotní vlivy)

Reakce
$ R_z $ [ kN ]
<b>344.8</b>

Maximální reakce (návrhová hodnota)

### Únosnost mikropilot na 1 m délky základu

Předpokládaný počet mikropilot:

11 ks

(11 ks OP1 + 8 ks OP2)

### Vnější únosnost

Předpokládaná délka mikropiloty:

7.0 m

Předpokládaná délka kořene mikropiloty:

5.5 m

Empiricky:

Únosnost 1 m kořene mikropiloty:

80.0 kN/m

$$R_{z,max} = 344.8 \text{ kN} \leq R_z = 440.0 \text{ kN}$$

... Výpočtová únosnost mikropiloty

**VYHOVUJE**

## 8 ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce mostu jako celek i všechny její části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost podle platných norem pro navrhování uvedených v kapitole 1.

Takto bylo prokázáno, že konstrukce mostu vyhovuje jak požadavkům na únosnost, tak požadavkům na mezní stavy použitelnosti.

V Brně, 11/2023

Ing. Lukáš Vavříčka