

# PO PŘIPOMÍNKÁCH

## VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	Aktualizace	09/2020
02	-	-
03	-	-

Objednatel:



SŽDC, s.o.  
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1  
tel.: +420 222 335 777  
e-mail: szdc@szdc.cz

Generální projektant:



SUDOP PRAHA a.s.  
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3  
tel.: +420 267 094 111  
e-mail: praha@sudop.cz

Zpracovatel části:

**PRISTA s.r.o.**

Hviezdoslavova 614/16  
400 03, Ústí nad Labem  
IČ: 067 60 163  
tel.: +420 724 227 712  
e-mail: cerny.prista@gmail.com

Hlavní inženýr projektu:

ING. JIŘÍ PROKÚPEK

Garant profese:

DLE PŘÍLOH

Středisko:

**ELEKTROTECHNIKY, TRAKCE, SDĚLOVACÍ A ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY**

Vedoucí střediska:

ING. MARTIN RAIBR

Odpovědný projektant SO, IO, PS:

Ing. Martin Klomínský

Vypracoval:

Ing. Martin Klomínský

Kontroloval:

Ing. Martin Klomínský

Název akce:

**Zlepšení provozních parametrů trati Jaroměř - Stará Paka**

Číslo smlouvy:

17 291 208

Projektový stupeň:

PD

Část:

MOSTY, PROPUSTKY A ZDI  
SO 11-14-02 Propustek ev. km 41,463

Datum:

06/2018

Číslo části:

E.1.4

Název přílohy:

**STATICKÝ VÝPOČET**

Měřítko:

Počet formátů:

11xA4

Číslo přílohy:

5

<b>1</b>	<b>Technická zpráva ke statickému přepočtu.....</b>	<b>2</b>
1.1	Základní údaje .....	2
1.2	Předmět stanovení zatížitelnosti a přechodnosti .....	2
1.3	Technický popis jednotlivých stavebních konstrukcí .....	2
<b>2</b>	<b>Předpoklady výpočtu .....</b>	<b>3</b>
2.1	Obecné předpoklady výpočtu.....	3
2.2	Přehled využívaných norem a použité literatury .....	3
2.3	Podklady pro zpracování statického přepočtu.....	3
2.4	Výpočetní pomůcky .....	3
2.5	Kategorie zatížitelnosti.....	3
2.6	Geometrie .....	3
2.6.1	Konstrukce propustku .....	3
2.6.2	Kolej na propustku .....	4
2.7	Model konstrukce .....	4
2.8	Úplná identifikace autora výpočtu .....	4
<b>3</b>	<b>Zatížení konstrukce .....</b>	<b>5</b>
3.1	Stálé zatížení .....	5
3.1.1	Vlastní tíha nosné konstrukce (ZS 1).....	5
3.1.2	Ostatní stálá zatížení (ZS 2) .....	5
3.1.3	Ostatní stálá zatížení – tlak zeminy (ZS 3) .....	5
3.2	Nahodilá zatížení.....	5
3.2.1	Model zatížení 71 .....	5
3.2.2	Boční přitížení vlakem .....	7
3.3	Kombinace zatížení pro MSÚ .....	7
3.4	Kombinace zatížení pro MSP.....	7
<b>4</b>	<b>Stanovení zatížitelnosti betonové klenby.....</b>	<b>7</b>
4.1	Stanovení pevnosti zdiva v tlaku.....	7
4.2	Vykreslení napětí pro jednotlivé kombinace.....	8
<b>5</b>	<b>Vyhodnocení přechodnosti .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Tabulka zatížitelnosti .....</b>	<b>11</b>

## 1 Technická zpráva ke statickému přepočtu

### 1.1 Základní údaje

<i>Evidenční km</i>	<b>41,463</b>
<i>Trat'</i>	<b>Jaroměř – Liberec (kategorie dráhy celostátní), č. 500 dle Prohlášení o dráze</b>
<i>Trat'ový úsek</i>	1601 Hradec Králové hl. n. – Stará Paka
<i>Definiční úsek</i>	DÚ 08
<i>Počet převáděných kolejí</i>	1
<i>Přemostovaná překážka</i>	Pěší komunikace
<i>Počet otvorů</i>	1
<i>Druh spodní stavby</i>	Masivní kamenné opěry
<i>Prostorová úprava (šikmost)</i>	Kolmý
<i>Členění konstrukcí</i>	Půlkruhová kamenná klenba na kamenných opěrách
<i>Geometrická poloha koleje</i>	Kolej v oblouku $R = 549,0$ m
<i>Návrhová trat'ová rychlost</i>	100 km/h
<i>Uvažované zatížení</i>	Trat'ová třída zatížení C3
<i>Prostorové uspořádání</i>	Bez omezení

### 1.2 Předmět stanovení zatížitelnosti a přechodnosti

Předmětem stanovení zatížitelnosti je stávající propustek tvořený kamennou klenbou na kamenných opěrách. Propustek se nachází na trati Jaroměř-Liberec v km 41,463.

Součástí dokumentu je také ověření přechodnosti stávajícího propustku pro uvažovanou trat'ovou třídu C3/100.

### 1.3 Technický popis jednotlivých stavebních konstrukcí

Jedná se o propustek tvořený půlkruhovou kamennou klenbou na kamenných opěrách z řádkového zdiva. Světlost propustku činí 1,88 m. Výška přesypávky ke spodní hraně pražce koleje činí cca 5,75 m. Propustek je na pravé straně zakončen kamenným čelem s kolmými křídly. Vlevo na konstrukci klenby navazuje železobetonová desková konstrukce, která převádí vlečku. Stávající konstrukce budou sanovány. Stav konstrukce je hodnocen stupněm 1. Propustek převádí celostátní jednokolejnou neelektrifikovanou železniční trat' přes komunikaci pro pěší. Propustek se nachází v širé trati. Šířka propustku je 27,79 m, úhel křížení 90 °.

V majetku SŽDC je pouze klenbová konstrukce, která vykazuje následující závady. Klenba a opěry mají místy popraskané spárování. Křídla a čelní zeď mají spárování popraskané a místy vypadané. Krycí desky na čele i křídlech jsou uvolněné.

## 2 Předpoklady výpočtu

### 2.1 Obecné předpoklady výpočtu

Jedná se o přepočet stávajícího objektu s drobnými poruchami, které nemají vliv na celkovou zatížitelnost objektu. Výpočet je proto proveden pro konstrukci bez poruch.

### 2.2 Přehled využívaných norem a použité literatury

Při pracích na přepočtu byly používány zejména následující normy a předpisy, všechny v posledním platném znění včetně příslušných změn, oprav a dalších souvisejících předpisů.

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- [4] Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti mostních objektů, SŽDC, s. o., 07/2015
- [5] ČSN EN 15528 Železniční aplikace – Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidly
- [6] Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah

### 2.3 Podklady pro zpracování statického přepočtu.

- Fotodokumentace.
- Výpis z údajů propustků správce propustku.
- Běžná prohlídka správce propustku.

### 2.4 Výpočetní pomůcky

Pro posouzení propustku byly použity tyto programy:

- SciaEngineer 2016, © 2016NemetschekScia,
- MS OFFICE 365, © Microsoft Corporation,
- GEO 5, © Fine Ltd.

### 2.5 Kategorie zatížitelnosti

Zatížitelnost určená tímto přepočtem spadá dle SR 5 do kategorie zatížitelnosti C, zatížitelnost stanovená přepočtem stávajícího mostního objektu.

Pro určení přechodnosti se uvažuje traťová třída C3 a rychlost 100 km/h.

### 2.6 Geometrie

#### 2.6.1 Konstrukce propustku

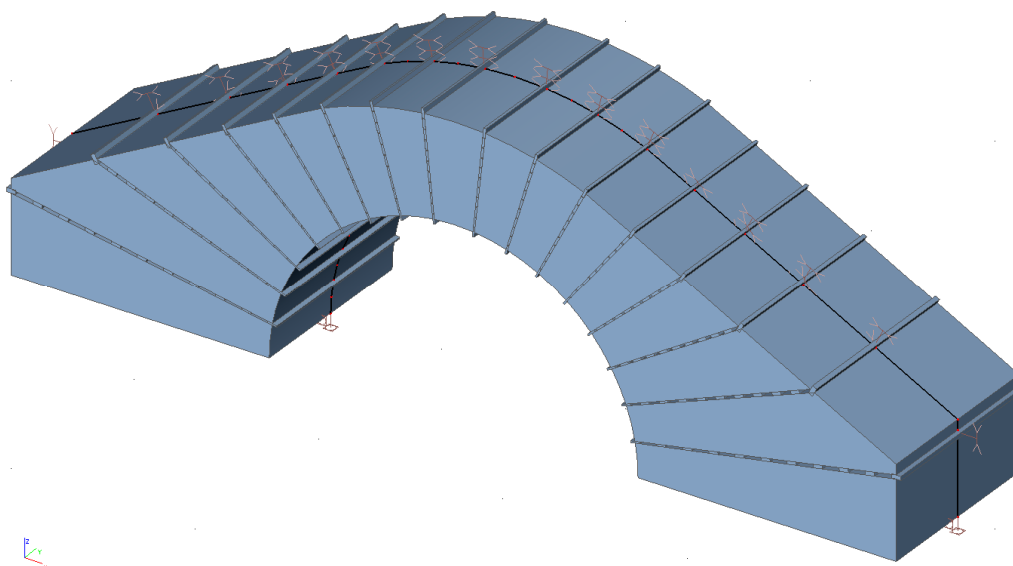
K řešenému propustku se nedochovala archivní dokumentace. Tvar a geometrie konstrukce byla geodeticky zaměřena, dimenze skrytých částí byly odborně odhadnuty.

## 2.6.2 Kolej na propustku

<i>Počet převáděných kolejí</i>	1
<i>Směrové vedení</i>	Kolej v oblouku $R = 549$ m (navržený stav)
<i>Výškové vedení</i>	Klesá 1,515 ‰
<i>Převýšení</i>	90 mm (navržený stav)
<i>Traťová rychlost</i>	100 km/h (návrhová)
<i>Kvalita jízdní dráhy</i>	Standardně udržovaná kolej

## 2.7 Model konstrukce

V souladu s Pokynem byl vytvořen dvourozměrný model, kdy je konstrukce rozdělena na jednotlivé kamenné dílce, které jsou spojeny prutovými nelineárními prvky. Tyto pruty přenášejí pouze tlakové síly a nikoliv tahové. Tímto opatřením je zajištěno vyloučení tažené malty v konstrukci. Jedenáct prutů ve spáře je zvoleno proto, aby se dala prokázat podmínka D.2.3.2, která požaduje rozevření spáry na méně než polovinu tloušťky průřezu. Pokud je tedy šestý prut rozhodujícího průřezu tlačенý, je tato podmínka splněna.



Interakce zděné klenby s materiálem zásypu je zanedbána. Zásyp je zohledněn pouze statickým zatížením (svislá a vodorovná složka). Uložení klenby je modelováno jako úplné vetknutí. Následně uvedené zatěžovací stavy byly sestaveny do kombinací a proveden nelineární výpočet konstrukce.

## 2.8 Úplná identifikace autora výpočtu

Ing. Martin Klomínský

Autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

Číslo autorizace: 0402181

### 3 Zatížení konstrukce

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Roznos zatížení násypem je uvažován se sklonem 4:1 až do poloviny tloušťky klenby. Z pražce se zatížení roznese na pás klenby o šířce 5,50 m.

#### 3.1 Stálé zatížení

Při určování zatížitelnosti propustku bude použit součinitel stálého zatížení  $\gamma_G = 1,30$  (dle 4.3.6 směrnice).

##### 3.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce (ZS 1)

Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce je v programu vygenerováno ze zadaných průřezových a materiálových charakteristik z databanky programu.

Objemová tíha zdiva je uvažována hodnotou  $23,0 \text{ kN/m}^3$ .

##### 3.1.2 Ostatní stálá zatížení (ZS 2)

šterkové lože (žula, rula...  $20 \text{ kN/m}^3$ )  $2,25 \text{ m}^2 \times 20 \text{ kN/m}^3 = 45,0 \text{ kN/m}$

kolej (2 kolejnice UIC60, předpjaté betonové pražce)  $= 6,0 \text{ kN/m}$

Na pás klenby šířky 1m působí zatížení o velikosti:  $(45,0+6,0)/5,50 = 9,27 \text{ kN/m}$ .

##### 3.1.3 Ostatní stálá zatížení – tlak zeminy (ZS 3)

Jako materiál zásypu je uvažován písek s příměsí jemnozrnné zeminy (S3-SF). Tíha zeminy je zvolena  $18,0 \text{ kN/m}^3$ , úhel vnitřního tření pak  $\varphi = 30^\circ$ .

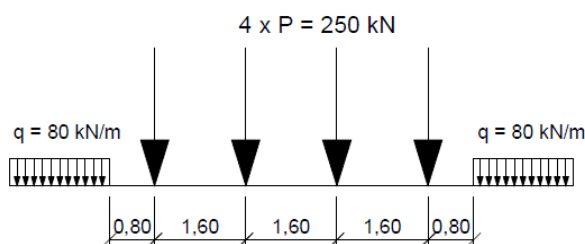
Postup je zvolen dle návrhového přístupu 2 – materiálové charakteristiky nejsou redukovány. Zemní tlak je uvažován klidový. Odpor zeminy do výpočtu není zohledněn.

$$K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 30^\circ = 0,50$$

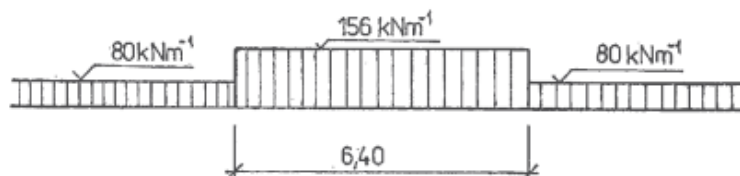
### 3.2 Nahodilá zatížení

#### 3.2.1 Model zatížení 71

Při určování zatížitelnosti propustku bude použit součinitel proměnného zatížení  $\gamma_{Q, LM71} = 1,30$  (dle 4.3.13 směrnice).



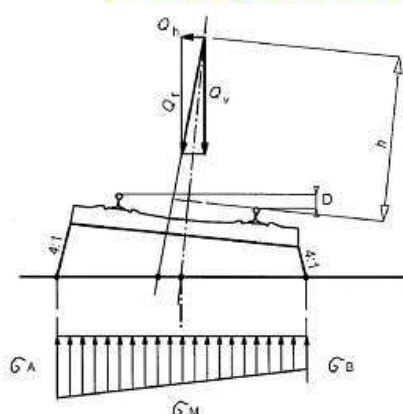
Jelikož se jedná o mostní objekt s průběžným kolejovým ložem a přesypávkou, je výše uvedené zatížení zjednodušeně uvažováno dle následujícího schématu.



Dynamický součinitel je stanoven pro standardně udržovanou kolej:

$\Phi = 2,16/(L_\Phi^{0,5} - 0,2) + 0,73 = 1,96 \dots$  Dále bude redukováno z důvodu přesypávky  
 Náhradní délka je uvažována hodnotou  $L_\Phi = 3,76 \text{ m}$

**Roznos spojitěho zatížení pražci a ložem s uvažováním odstředivé síly a excentricity**



rozchod kolejnic .....	$L_{kol} = 1,5 \text{ m}$
převýšení koleje .....	$D_{kol} = 90 \text{ mm}$
délka pražce .....	$L_{pr} = 2,41 \text{ m}$
šířka pražce .....	$S_{pr} = 0,27 \text{ m}$
výška přesypávky .....	$T_{loze} = 5,75 \text{ m}$
výška pražce s kolejnicí .....	$H_{kol} = 0,355 \text{ m}$
svislá spojitá síla .....	$q_v = 231,66 \text{ kN/m}$
maximální rychlost .....	$v_{tr} = 27,8 \text{ m/s}$
poloměr oblouku .....	$R_{obl} = 549 \text{ m}$
redukční součinitel .....	$f_{red} = 1,00$

Stanovení odstředivé síly:

$$q_{tk} = \left( \frac{v_{tr}^2}{g \cdot R_{obl}} \right) \cdot (f_{red} \cdot q_v) = 33,254 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Odstředivé síly působí vodorovně ven z oblouku ve výšce 1,80 m nad temenem kolejnice.

Stanovení šířky a délky nosné konstrukce, na kterou se roznese zatížení:

$$\text{šířka: } L_{roz} = L_{pr} + 0,25 \cdot T_{loze} + 0,25 \cdot \left[ \left( \frac{D_{kol} \cdot L_{pr}}{L_{kol}} \right) + T_{loze} \right] = 5,321 \text{ m}$$

Excentricita zatížení:

Dle ČSN EN 1991-2 se musí uvažovat boční posunutí svislých zatížení u všech náprav až do poměru 1,25 : 1,00. Dle kapitoly 6.3.5 je maximální excentricita 1/18 rozchodu koleje.

Výsledné napětí pod pražcem pod bodovou silou:

$$\sigma_A = \left( \frac{q_v}{L_{roz}} \right) + \left[ \frac{\left( \frac{L_{kol}}{18} \right) q_v + q_{tk} \cdot (1,8 \text{ m} + H_{kol})}{0,166666 \cdot L_{roz}^2} \right] \quad \sigma_A = 62,812 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_B = \left( \frac{q_v}{L_{roz}} \right) - \left[ \frac{\left( \frac{L_{kol}}{18} \right) q_v + q_{tk} \cdot (1,8 \text{ m} + H_{kol})}{(0,16666) \cdot L_{roz}^2} \right] \quad \sigma_B = 24,238 \text{ kN/m}^2$$

Dle čl. D.2.1.14 „Pokynu“ jsou uvažovány pouze dvě polohy zatížení:

- pohyblivé zatížení na celé délce klenby (**ZS 4**)
- pohyblivé zatížení na polovině klenby (**ZS 5**)

### 3.2.2 Boční přitížení vlakem

Zemní tlak je uvažován jako klidový. Svislé hodnoty zatížení budou násobeny součinitelem klidového zemního tlaku dle kapitoly „Zatížení zeminou“.  $K_0 = 0,5$ .

### 3.3 Kombinace zatížení pro MSÚ

K1:  $1,30ZS1 + 1,30ZS2 + 1,30ZS3 + 1,30ZS4$

K2:  $1,30ZS1 + 1,30ZS2 + 1,30ZS3 + 1,30ZS5$

### 3.4 Kombinace zatížení pro MSP

K3:  $ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4$

K4:  $ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS5$

## 4 Stanovení zatížitelnosti betonové klenby

V MSÚ bude kamenná klenba zatěžována modelem 71, dokud nedojde k dosažení návrhové pevnosti zdiva v tlaku, za vyloučeného tahu a předpokladu, že tlačená část průřezu není menší než 20%. Reakce z MSÚ budou použity pro ověření napětí v základové spáře.

V MSP bude klenba zatěžována modelem 71, dokud nedojde k rozevření spáry do poloviny tloušťky vyšetřovaného průřezu.

### 4.1 Stanovení pevnosti zdiva v tlaku

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta = 4,11 \text{ MPa}$$

$K = 0,4$  .... je konstanta dle tab. 3.3 v 3.6.1.2 ČSN EN 1996-1-1

$f_b = 14 \text{ MPa}$  .... pevnost pískovce klenby v tlaku (odhadnuto)

$f_m = 5 \text{ MPa}$  .... pevnost malty v tlaku (odhadnuto)

$\alpha = 0,7$  .... exponent uvažovaný v souladu s ČSN ISO 13822

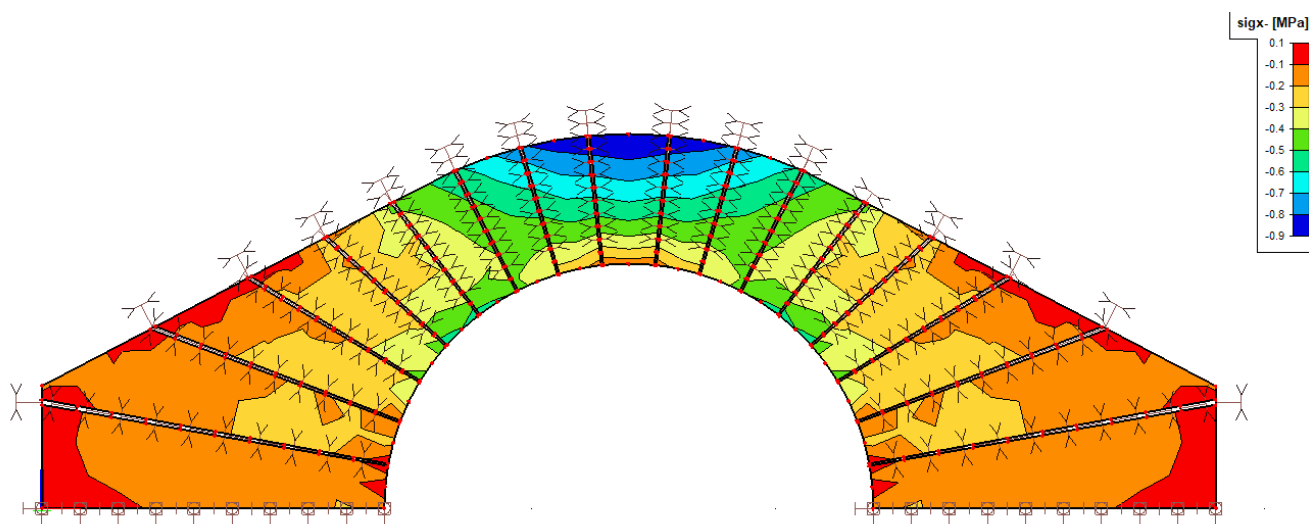
$\beta = 0,3$  .... platí pro obyčejnou maltu

$$f_d = f_k / \gamma_m = 4,11 / 2,00 = 2,05 \text{ MPa}$$



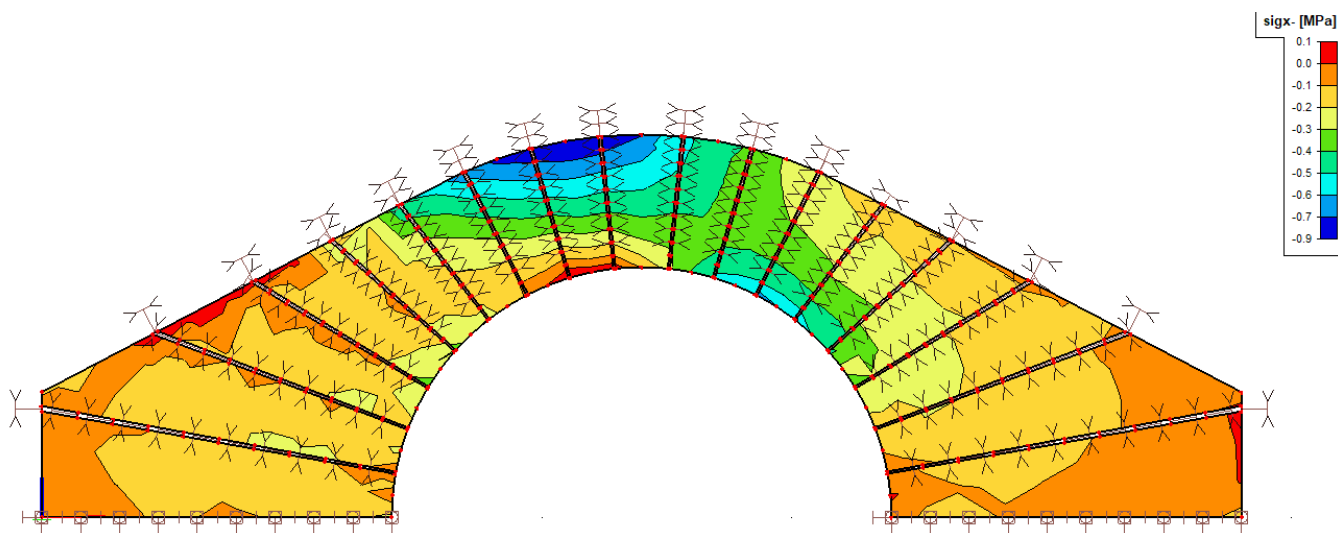
## 4.2 Vykreslení napětí pro jednotlivé kombinace

### Kombinace K1 při $Z_{LM71} = 2,00$



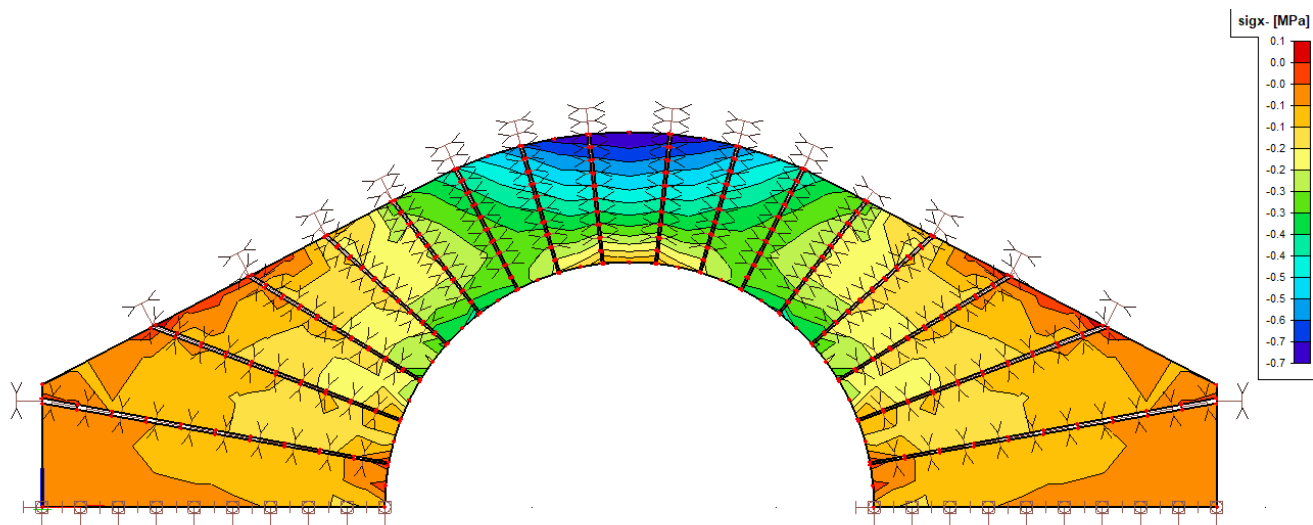
Při  $Z_{LM71} = 2,00$  bylo v nejkritičtějších místě dosaženo normálového napětí 0,9 MPa. Tato hodnota je nižší než přípustných 2,05 MPa.

### Kombinace K2 při $Z_{LM71} = 2,00$



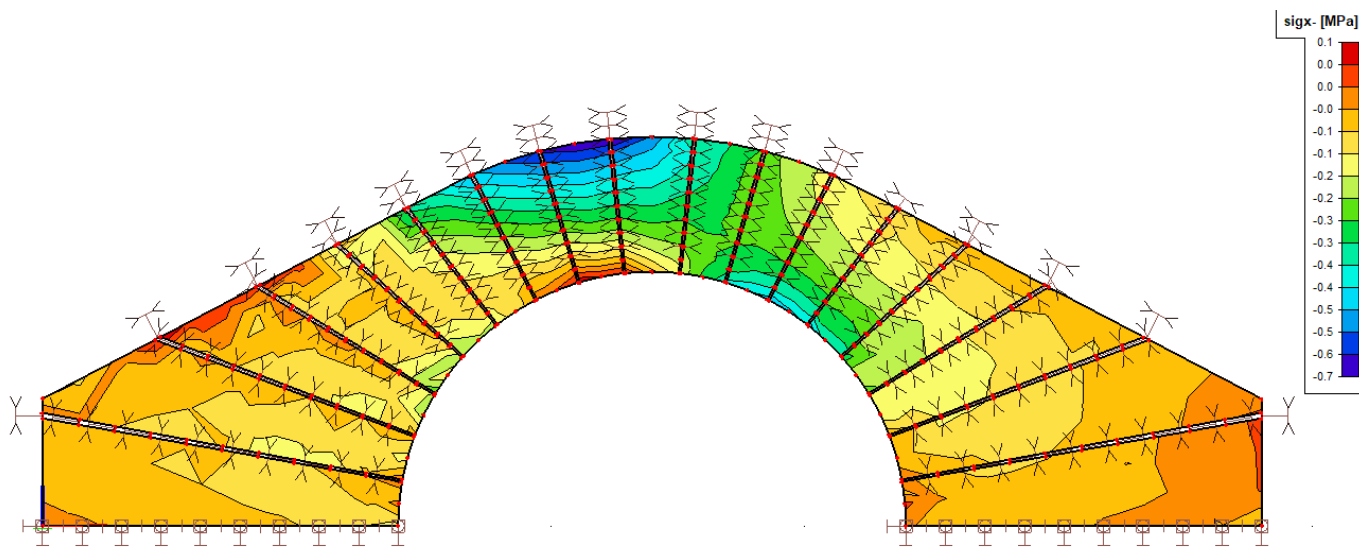
Při  $Z_{LM71} = 2,00$  bylo v nejkritičtějších místě dosaženo normálového napětí 0,9 MPa. Tato hodnota je nižší než přípustných 2,05 MPa.

Kombinace K3 při  $Z_{LM71} = 2,00$



Z výše uvedeného výstupu je zřejmé, že ani při  $Z_{LM71} = 2,00$  nedochází k rozevření trhliny do poloviny výšky průřezu. Tlakové napětí musí být omezeno na hodnotu  $0,45f_k$ , což je bezpečně splněno.

Kombinace K4 při  $Z_{LM71} = 2,00$



Z výše uvedeného výstupu je zřejmé, že ani při  $Z_{LM71} = 2,00$  nedochází k rozevření trhliny do poloviny výšky průřezu. Tlakové napětí musí být omezeno na hodnotu  $0,45f_k$ , což je bezpečně splněno.

## 5 Vyhodnocení přechodnosti

Jelikož je hodnota zatížitelnosti větší než 1,00, lze v souladu s čl. 5.3.3 Pokynu konstatovat, že mostní objekt vyhovuje pro traťovou třídu zatížení C3 s přidruženou rychlostí až 160 km/hod.

## 6 Závěr

V provedených výpočtech byla stanovena zatížitelnost a přechodnost stávajícího propustku. Jelikož konstrukce nevykazuje žádné významné poruchy, byl koeficient stavebního stavu uvažován hodnotou 1,0.

**Propustek vyhovuje pro traťovou třídu zatížení C3 s přidruženou rychlostí 100 km/hod.**

**V dalším stupni projektové přípravy je třeba ověřit pevnost zdících prvků a malty klenby. Dále se doporučuje prověřit dimenze konstrukce a charakter zemin v základové spáře.**