

STAVBA:




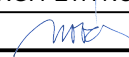
Oprava mostu v km 20,765
na trati Havlíčkův Brod - Pardubice

OBJEDNATEL:



Správa železnic, s.o.
Oblastní ředitelství Brno

Kounicova 26
611 43 Brno

 dipont DIPONT s.r.o., projektová a inženýrská činnost Klíšská 1432/18, 400 01 Ústí nad Labem, CZ E: dipont@dipont.cz T: 00420 475 201 724			Zakázka: D21005	Datum: 11/2021
ODP. PROJEKTANT SO	VYPRACOVAL	TECHNICKÁ KONTROLA	Účel PD:	DSP
ING. MARTIN PLŠEK	ING. LENKA GRESLOVÁ	ING. PETR NOVÁK	Měřítko:	
			Formát:	14xA4
OBJEKT: SO 201 Most v km 20,765			Část: D.2.1.4	Paré:
PŘÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET			Příloha: 9	

1	Technická zpráva k výpočtu	2
1.1	Identifikační údaje mostu Identifikační údaje stavby.....	2
1.1.1	Stavba	2
1.1.2	Objednatel	2
1.1.3	Údaje o zpracovateli dokumentace	2
1.2	Předmět přepočtu	3
1.3	Podklady pro zpracování statického výpočtu	3
1.4	Přehled využívaných norem a použité literatury	3
1.5	Geometrie konstrukce a materiály.....	3
1.6	Výpočetní pomůcky	3
1.7	Úplná identifikace autora statického výpočtu	4
2	Grafické přílohy statického výpočtu	5
3	Výpočet	7
3.1	Model konstrukce.....	7
3.2	Zatížení.....	8
3.2.1	Zatížení stálé	8
3.2.1.1	Vlastní tíha nosné konstrukce (ZS 1)	8
3.2.1.2	Ostatní stálé zatížení (ZS2)	8
3.2.1.3	Zatížení zeminou (ZS3)	9
3.2.2	Zatížení proměnné	9
3.2.2.1	LM-71	9
3.2.3	Kombinace zatížení	10
3.3	Stanovení zatížitelnosti klenby.....	11
3.3.1	Mezní stav omezení napětí.....	11
3.3.2	Mezní přetvoření	13
3.4	Stanovení přechodnosti klenby	13
4	Přehled zatížitelností	14

1 Technická zpráva k výpočtu

1.1 Identifikační údaje mostu Identifikační údaje stavby

1.1.1 Stavba

<i>Stavba</i>	Oprava mostu v km 20,765 na trati Havlíčkův Brod - Pardubice
<i>Katastrální území</i>	Chotěboř (652 831), Bílek (652873)
<i>Obec</i>	Chotěboř (568 759)
<i>Kraj</i>	Kraj Vysočina

1.1.2 Objednatel

<i>Název</i>	Správa železnic, státní organizace
<i>IČ</i>	70 99 42 34
<i>Adresa</i>	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
<i>Zastoupená</i>	Oblastní ředitelství Brno Kounicova 26, 611 43 Brno

1.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

<i>Název</i>	DIPONT s.r.o.
<i>IČ</i>	28693094
<i>Adresa:</i>	Klíšská 1432/18, 400 01 Ústí nad Labem
<i>Osoby s autorizací</i>	Ing. Martin Plšek autorizovaný inženýr v oboru „mosty a inženýrské konstrukce“ č. autorizace: 0400623
<i>Odpovědný projektant stavby</i>	Ing. Martin Plšek Vedoucí projektant mosty a inženýrské konstrukce T: 777 085 097, E: plsek@dipont.cz
<i>Zpracovatel objektu:</i>	Ing. Lenka Greslová projektant mosty a inženýrské konstrukce T: 608 764 677, E: greslova@dipont.cz

1.2 Předmět přepočtu

V rámci rekonstrukce mostu je potřeba určit zatížitelnost stávající konstrukce a rozhodnout o přechodnosti pro traťové třídy D4/70. Mostní konstrukce je tvořena polokruhovou klenbou tl. 0,9 m (ve vrcholu) se světlostí 11,95 m. Zatížitelnost bude určena na základě únosnosti samotné klenby. Zatížitelnost je stanovena v kategorii C. Přepočet nezohledňuje žádné závady na konstrukci, jelikož se předpokládá celková oprava mostního objektu včetně spárování zdiva klenby.

1.3 Podklady pro zpracování statického výpočtu

- (1) Fotodokumentace mostního objektu
- (2) Rozpracovaná projektová dokumentace
- (3) Geodetické zaměření

1.4 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 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou, vč. Změny Z1 – 02/2010, Změny Z2 – 03/2010
- [4] 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
- [5] 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
- [6] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- [7] Technicko – kvalitativní podmínky staveb státních drah, v platném znění
- [8] Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti mostních objektů (díle jen „Metodický pokyn“)

1.5 Geometrie konstrukce a materiály

Jedná se o půlkruhovou kamennou klenbu tloušťky 900 mm. Světlost klenby je 11,95 m. Klenba je vetknuta do masivních kamenných opěr. Dle provedeného průzkumu je zdivo z kamenů z ortoruly s pevností 48,63 až 74,83 MPa.

1.6 Výpočetní pomůcky

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

- SCIA Engineer 21, © 2021 Nemetschek Scia,
- Microsoft 365, © Microsoft Corporation.

Zakázka: D21005

Stavba: Oprava mostu v km 20,765 na trati Havlíčkův Brod - Pardubice

Objekt: SO 201 Most v km 20,765

Stupeň PD: DSP

1.7 Úplná identifikace autora statického výpočtu

Ing. Lenka Greslová

Projektant – mosty a inženýrské konstrukce

Kontrola:

Ing. Martin Plšek

Vedoucí projektant – mosty a inženýrské konstrukce


.....
Ing. Lenka Greslová
.....
Ing. Martin Plšek

V Ústí nad Labem, leden 2021

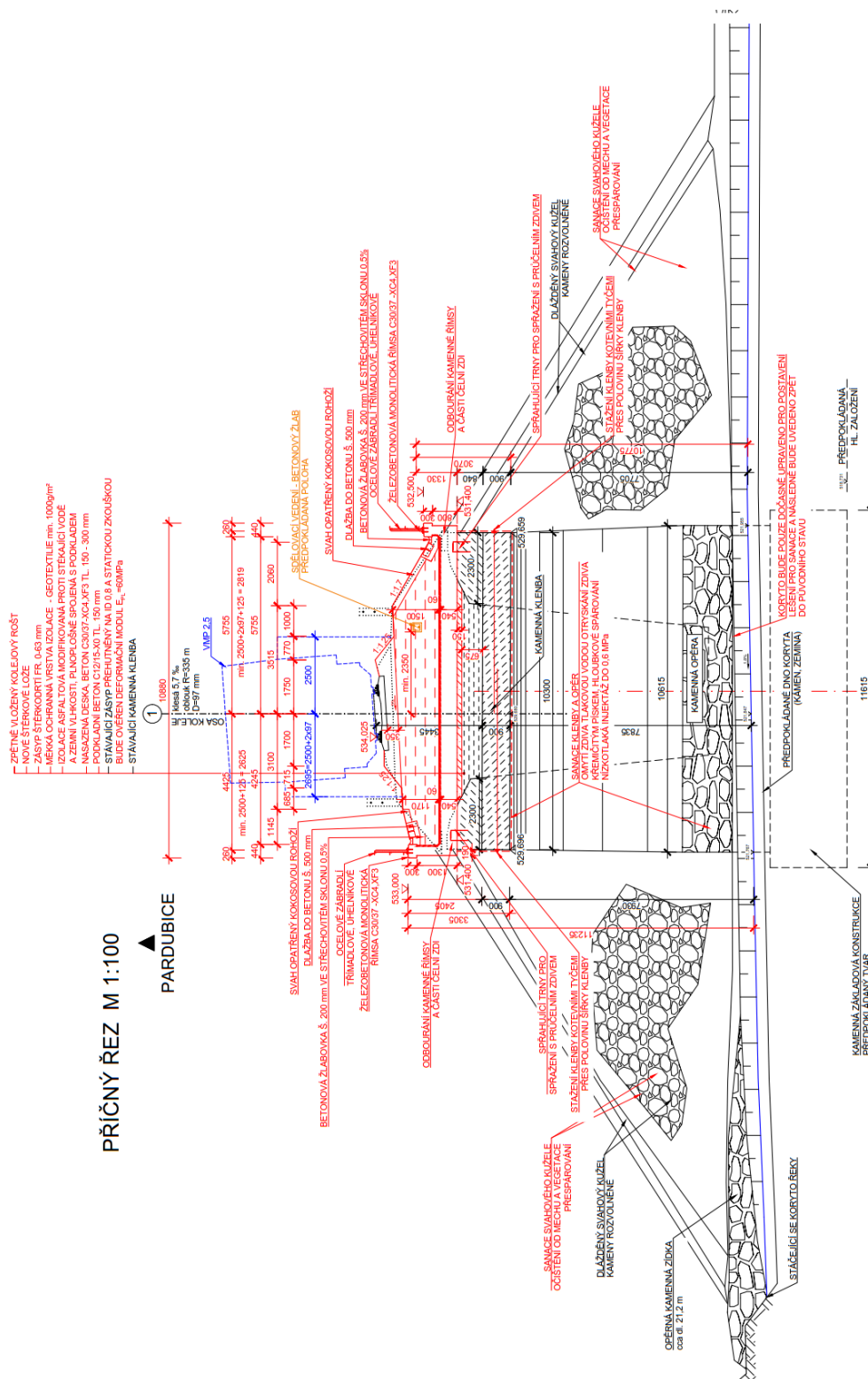
Stupeň PD: DSP

Zakázka: D21005

Stavba: Oprava mostu v km 20,765 na trati Havlíčkův Brod - Pardubice

Objekt: SO 201 Most v km 20,765

Stupeň PD: DSP



Statický výpočet

DIPONT s.r.o. | Ústí nad Labem | Datum: 11/2021

STRANA 6/14

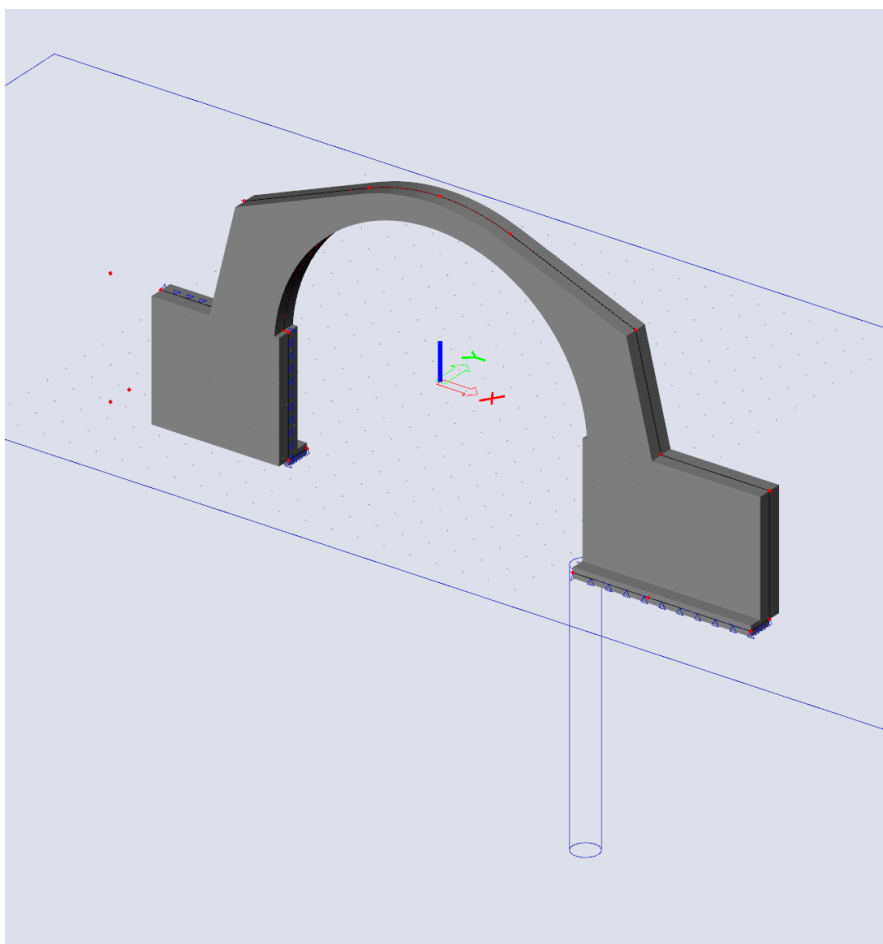
www.dipont.cz

3 Výpočet

3.1 Model konstrukce

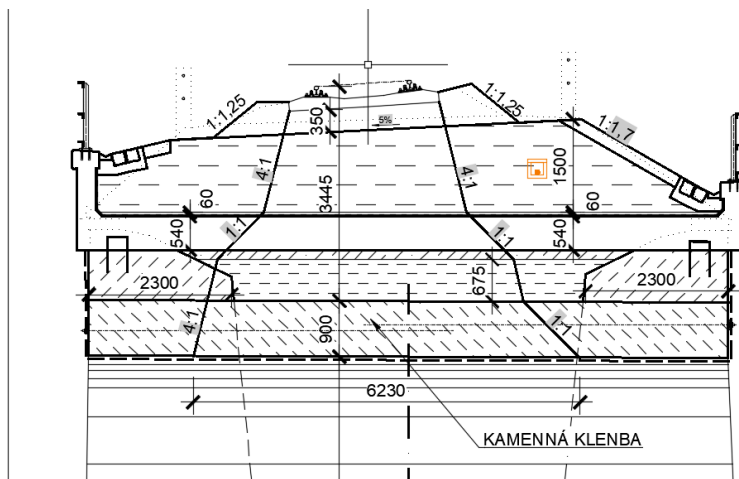
Byl vytvořen plošný stěnový model mostu. Výpočet vnitřních sil je proveden nelineárně s vyloučením tahu ve zdivu. Průřezové a materiálové charakteristiky odpovídají reálné klenbě. Uložení klenby je modelováno na pružném podloží. Tuhost podloží je určena na základě provedeného IG vrtu modulem Soilin v programu Scia engineer.

Dle článku D.2.3.2 (Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů) nemá tlakové napětí v charakteristické kombinaci zatížení překročit hodnotu $0,45 f_{ck}$ a současně má být otevření spáry menší než polovina tloušťky posuzovaného průřezu.



3.2 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Roznos zatížení násypem je uvažován se sklonem 4:1 a roznos nasazenou deskou pod úhlem 45° dle následujícího schématu. Roznášecí šířka je stanovena na 6,23 m.



3.2.1 Zatížení stálé

3.2.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce (ZS 1)

Dle provedeného stavebně-technického průzkumu je zdivo klenby a opěr tvořeno migmatitovými, žulovými a ortorulovými bloky a kameny. Pevnost kamene je ověřena v rozmezí hodnot 34 až 74 MPa v prostém tlaku. Objemová tíha zdiva je uvažována hodnotou 25 kN/m³. Vlastní tíha je generována automaticky programem SCIA Engineer.

3.2.1.2 Ostatní stálé zatížení (ZS2)

šterkové lože (žula, rula...20kN/m³)

nominální hodnota zatížení: $2,0 \text{ m}^2 \times 20 \text{ kN/m}^3 = 40,0 \text{ kN/m}$

kolej (2 kolejnice, dřevěné pražce)

nominální hodnota zatížení: $= 3,1 \text{ kN/m}$

zásyp šterkodrtí:

$1,3 \text{ m} \times 6,23 \text{ m} \times 21 \text{ kN/m}^3 = 170,1 \text{ kN/m}$

nasazená deska + izolace s ochranou:

$0,54 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 6,23 \text{ m} = 84,1 \text{ kN/m}$

Na pás klenby šířky 6,23 m působí zatížení o velikosti (nominální): 297,3 kN/m.

3.2.1.3 Zatížení zeminou (ZS3)

Jako materiál zásypu je uvažován štěrk špatně zrněný (uvažován zásyp ze štěrkodrti) (G2). Tíha zeminy je zvolena 20 kN/m^3 , úhel vnitřního tření pak $\phi = 35,5^\circ$.

Postup je zvolen dle návrhového přístupu 2 – materiálové charakteristiky nejsou redukovány. Zemní tlak je uvažován klidový. Odpor zeminy je do výpočtu zohledněn uvažováním pasivním tlakem v klidu nad nezatíženou částí klenby, která se deformuje směrem do zásypu.

$$K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 35,5 = 0,42$$

Zatížení násypem 1,0 m:

Svislé zatížení u vrcholu klenby:

$$h_1 = 0,67 \text{ m} \quad \sigma_{0,H1} = 0,67 \cdot 20 = 20,00 \text{ kN/m}^2$$

Svislé zatížení v rohu:

$$h_2 = 3,1 \text{ m} \quad \sigma_{0,H} = 3,1 \cdot 20 = 62,00 \text{ kN/m}^2$$

Vodorovné zatížení v horním rohu opěry:

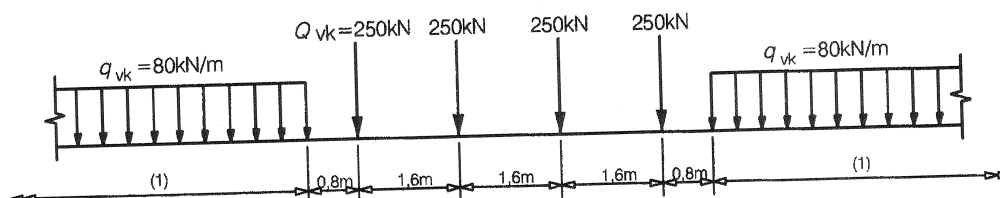
$$h_1 = 3,1 \text{ m} \quad \sigma_{0,H1} = 3,1 \cdot 20 \cdot 0,42 = 26,04 \text{ kN/m}^2$$

Vodorovné zatížení u základu:

$$h_2 = 12,67 \text{ m} \quad \sigma_{0,H} = 12,67 \cdot 20 \cdot 0,42 = 106,43 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2 Zatížení proměnné

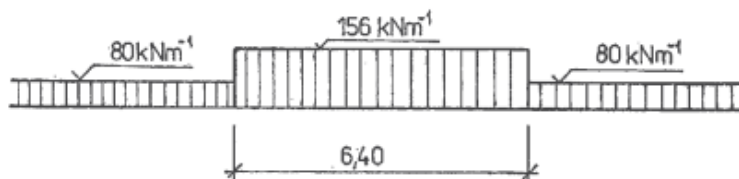
3.2.2.1 LM-71



Svislé proměnné zatížení železniční dopravou se při přepočtu mostního objektu zohledňuje modelem zatížení 71 podle 6.3.2 v ČSN EN 1991-2 se součinitelem $\alpha = 1,00$. Toto zatížení se na mostní objekt umísťuje v nejnepříznivější poloze pro každý jeho nosný prvek. Odlehčujících účinků tohoto zatížení se nedbá.

Na mostním objektu s průběžným kolejovým ložem se osamělé síly modelu zatížení 71 mohou roznášet v podélném směru rovnoměrně dle 6.3.6.2 v ČSN EN 1991-2. Vzhledem k výšce nadnáspy jsou svislé nápravové síly modelu zatížení LM71 nahrazeny rovnoměrným zatížením:

Takto roznesené bodové zatížení pak vypadá následovně:



Dynamický součinitel dle ČSN EN 1991-2 pro standardně udržovanou kolej

$$\Phi = (2,16 / (\sqrt{L_d} - 0,2)) + 0,73 = 1,19$$

Náhradní délka je uvažována jako dvojnásobek světlosti klenby $L_d = 23,92 \text{ m}$

Redukovaný dynamický součinitel pro mosty s přesypávkou dle čl. 6.4.5.4 ČSN EN 1991-2:

$$red\phi = \phi - \frac{h - 1,0}{10} = 1,19 - 0,23 = 0,96 \text{ (pro } h = 3,3 \text{ m)} \Rightarrow red\phi = 1,0$$

Dle čl. D.2.1.14 (Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů) je možné při přepočtu sávací zděné klenby a určení její zatížitelnosti uvažovat pouze dvě zatěžovací polohy:

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

3.2.3 Kombinace zatížení

Pro určení zatížitelnosti z průhybu byla sestavena nelineární kombinace K1. Pro zatížitelnost určenou tlakovým namáháním klenby a rozevřením spáry byla vytvořena na základě zkušeností pouze jedna nelineární kombinace K2, a sice s proměnným zatížením na polovině klenby.

K1: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4

K2: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS5

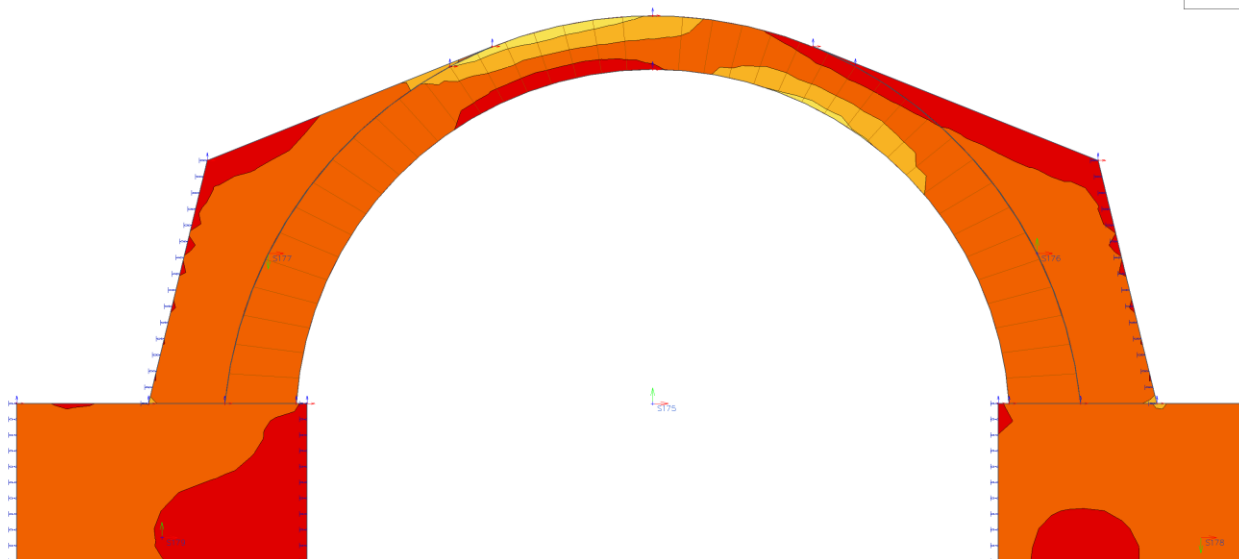
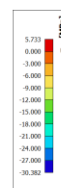
3.3 Stanovení zatížitelnosti klenby

Zatížitelnost klenby byla stanovena iteračním postupem do dosažení maximálního povoleného talkového napětí ve zdivu, přičemž rozevření spáry v nejvíce namáhaném průřezu nesmí přesáhnout polovinu výšky tohoto průřezu. Stav maximálního dovoleného napětí bylo dosaženo při $Z_{LM71} = 1,65$. Dále jsou tedy prezentovány výstupy pro $Z_{LM71} = 1,65$.

Pro zatížitelnost na základě přetvoření je limitní průhyb klenby v polovině rozpětí na hodnotu $L/500$. V našem případě je tedy mezní průhyb $11950/500 = 24$ mm.

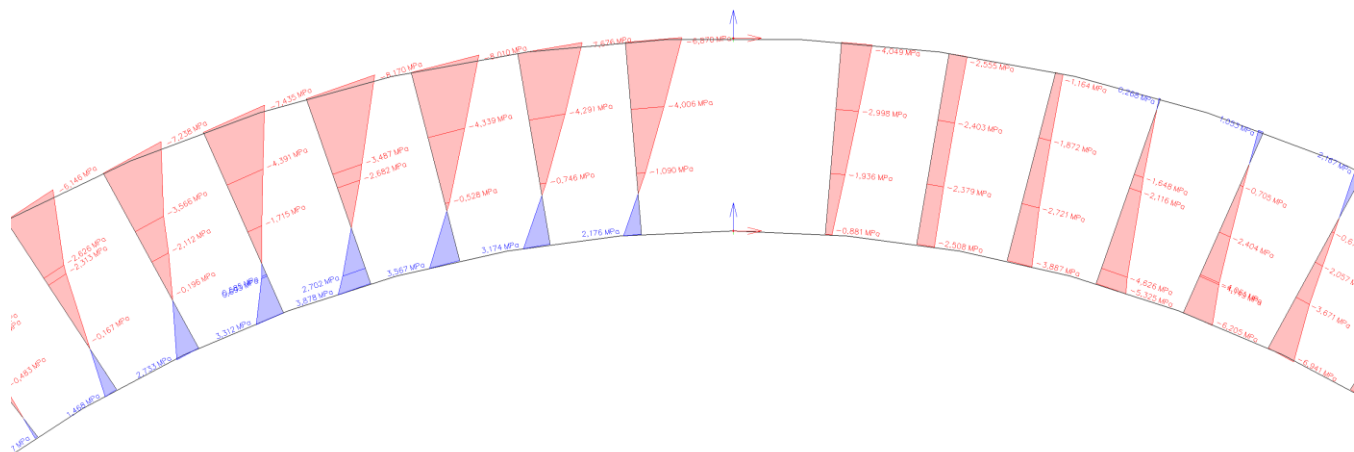
3.3.1 Mezní stav omezení napětí

2D napětí/přetvoření
Hodnoty: div.
Nelineární výpočet
Nelineární kombinace: NC2 (1,65)
Extrém: Ne
Výběr: Vše
Poloha: V sítích a průměrování na
makro. Systém: LSS prvku síť



- hodnoty při $Z_{LM71} = 1,65$ -

2D napětí/přetožení
 Hodnoty: da-
 Nelineární výpočet
 Nelineární kombinace: NC2 (1,65)
 Extrém: Ne
 Výběr: Vše
 Plocha: V úzlech s průměrováním na
 makro. Systém: LSS prvků síť



- normálové napětí v řezech pro při $Z_{LM71} = 1,65$ -

V mezním stavu omezení napětí nemá tlakové napětí ve zdivu překročit hodnotu $0,45f_k$. Je třeba ověřit, že tlakové namáhání zdiva $0,7$ MPa nepřekročí hodnotu $0,45f_k$.

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 34^{0,7} \cdot 0,4^{0,3} = 4,04 \text{ MPa}$$

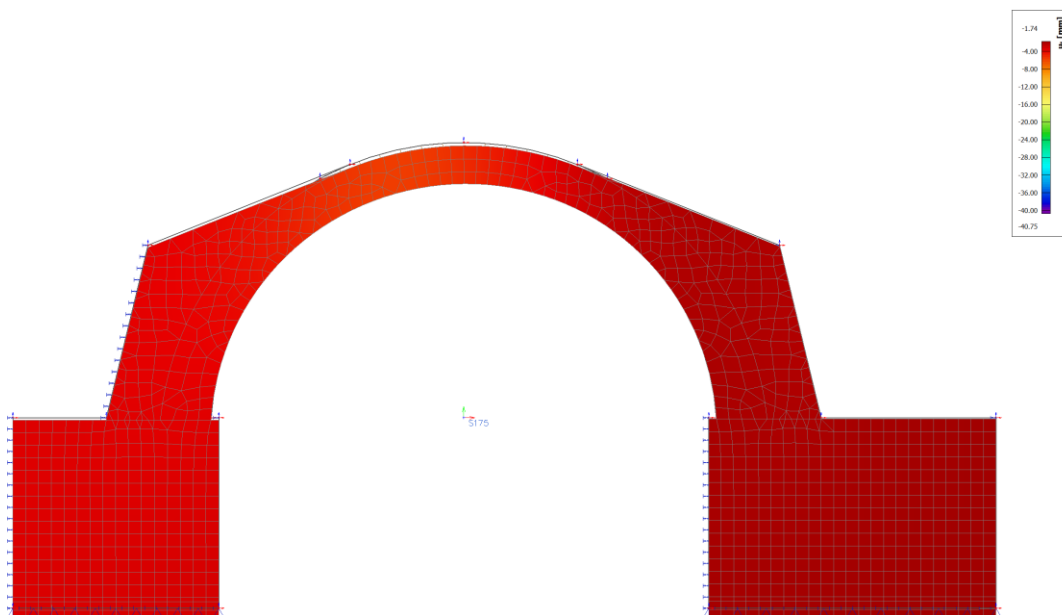
f_b ... pevnost v tlaku zdíciho prvku (uvažována nejmenší hodnota ze zkoušek – 34 MPa)

f_m ... pevnost malty (uvažována vápenná)

$0,45 \cdot f_k = 4,04 \text{ MPa} \geq 0,7 \text{ MPa}$ – tlakové namáhání zdiva vyhovuje

3.3.2 Mezní přetvoření

3D přemístění
Hodnoty: u_x
Nelineární výpočet
Nelineární kombinace: NC2 (1,65)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním
System: Globální



-hodnoty při $Z_{LM71} = 1,65$
 $24 \text{ mm} \geq 4 \text{ mm}$ – deformace vyhovuje

3.4 Stanovení přechodnosti klenby

Jelikož je zatížitelnost $Z_{LM71} \geq 1,00$, lze v souladu s článkem 5.3.3 (Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů) konstatovat, že mostní objekt je přechodný pro traťovou třídu zatížení D4 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 120 km/hod a pro traťovou třídu zatížení D2 s přidruženou rychlostí 160 km/h.

Zakázka: D21005

Stavba: Oprava mostu v km 20,765 na trati Havlíčkův Brod - Pardubice

Objekt: SO 201 Most v km 20,765

Stupeň PD: DSP

4 Přehled zatížitelností

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): **1611 Havlíčkův Brod (mimo)(via ZETOR H.B.)-Pardubice-Rosice nad Labem** DÚ: **06** km: **20,765**

B. Identifikace části mostu

část mostu: **nosná konstrukce / opěra** / poř. číslo (ve směru staničení): ... , pod kolejí č. 1

C. Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočetní model: **dvojměrná analýza metodou konečných prvků**

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	335 [m]	335 [m]	335 [m]
převýšení koleje	97 [mm]	97 [mm]	97 [mm]
excentricita vůči ose mostu	1,235 [m]	0,760 [m]	0,135 [m]

Popis závad uvažovaných v přepočtu: ... ----- ...

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu - orgány SŽDC: ...---.../.../... - zpracovatelem přepočtu: ...--.../.../...

Poznámka k části mostu: **Mostní objekt projde opravou, zatížitelnost proto nezohledňuje žádné závady.**

Poř. č.	Prvek (vč. umístění)	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	ϕ_i	L_ϕ	viz. str.	Poznámky	Z_{LM71}
1	2	3	4		6	7	8	9	10	11	12
1	Nosná konstrukce	Klenba	Excentrický tlak	1,0	S	-	1,00	23,92	11		1,65
2	Nosná konstrukce	Klenba	Svislá deformace	1,0	S	-	1,00	23,92	12		1,65

Dne: **28/01/22**

zatížitelnost určil: **Ing. Martin Pišek**

Dne: 28/01/22

do databáze zadal: ...