

# ViaCon ČR s.r.o.

**Realizace prvků plánu společných zařízení KoPÚ v k. ú. Vlčice  
u Javorníka  
SO 106 – Polní cesta C26 - Most**

Statické posouzení flexibilní ocelové přesýpané konstrukce  
Super Cor, typ SC 19B

## 1. Stručná charakteristika

Předmětem statického posouzení je flexibilní ocelová konstrukce SuperCor rámového profilu o světlém rozpětí 6130 mm a světlé výšce 1495 mm. Výška nadnásypu je proměnná od 660 mm do 740 mm, šikmost mostu je 66°, konce tubusu jsou zakotveny do železobetonové čelní zdi pomocí kotevních šroubů.

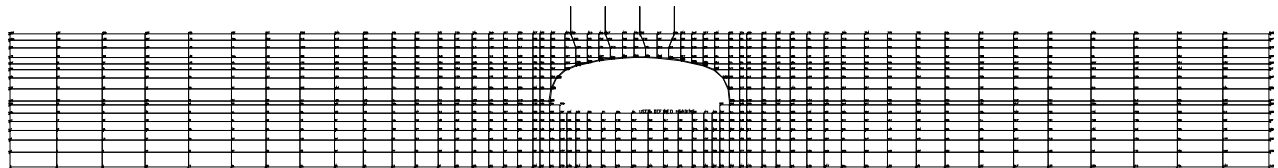
Statické posouzení flexibilní ocelové konstrukce je provedeno programem CandeCad (autor Mark C. Webb, vyvíjeným od roku 1976. Tento program umožňuje vyšetřovat rovinné, nelineární problémy a při analýze se uvažuje s deformacemi konstrukce v jednotlivých fázích výstavby a s interakcí konstrukce s okolním zásypem.

Program je primárně určen pro navrhování přesýpaných konstrukcí.

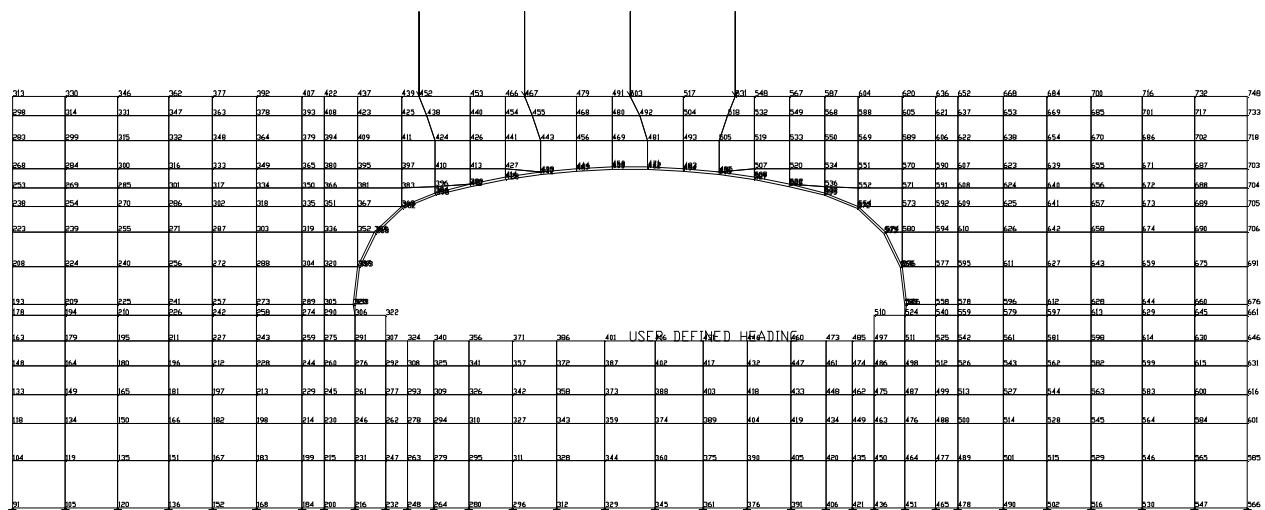
## 2. Výpočtový model

Výpočtový model se sítí konečných prvků je vidět na Obr. 1, 2. Interakce mezi prvky zeminy a ocelové konstrukce je modelována pomocí kontaktních prvků, které zohledňují omezenou interakci mezi zeminou a OK po překročení určité meze smykového napětí na rozhraní těchto vrstev. Prvky zásypové zeminy jsou fyzikálně nelineární s hyperbolickým pracovním diagramem podle Duncana-Seliga. Zásypová zemina se uvažuje nesoudržná, dobře zrněná (šterkopísek nebo šterkodrt') zhutněná na 98 % optimální objemové hmotnosti zjištěné standardní Proctorovou zkouškou.

Uložení OK je uvažováno jako kloubové.



Obr. 1 Výpočtový model

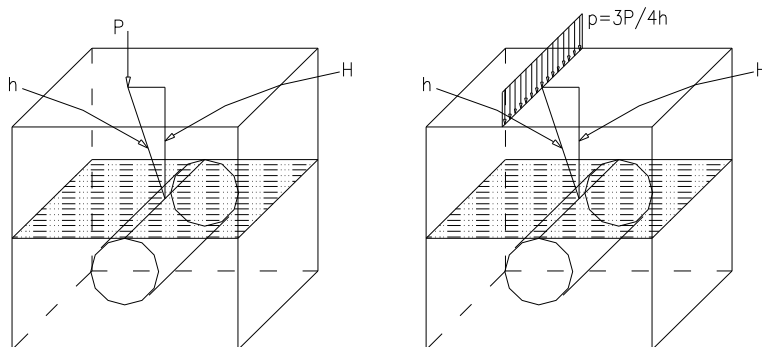


Obr. 2 Výpočtový model – detail

## 2.1. Idealizace zatížení

Program je určen pro řešení rovinných problémů a vyšetřuje se pouze výseč konstrukce o délce 1 m. Zatímco zatížení od zásypu je možné modelovat přímo, kolová zatížení dopravou je třeba nejprve převést na rovnoměrné liniové zatížení. Při této idealizaci se vychází z podmínky rovnosti zemního tlaku v určitém bodě s danou vzdáleností od působíště osamělé síly, resp. liniového zatížení na povrchu (Obr. 3).

Umístění zatěžovacího vozidla (čtyřnáprava 80t) bylo zvoleno tak, aby bylo dosaženo maximálního ohybového momentu a průhybu ve vrcholu a na bocích OK, resp. maximálních hodnot reakcí v základovém pasu.



Obr. 3 Náhrada osamělého břemene rovnoměrným liniovým zatížením

## 2.2. Geometrie, průřezy

Posuzovaná OK je modelována jako kruhový oblouk o rozpětí 20822 mm a výšce 10419 mm (účinné rozměry měřené na neutrálnou osu). V příčném řezu se profil skládá ze tří dílců, spoje jsou přibližně v místech nulových ohybových momentů od zatížení nadnásypem.

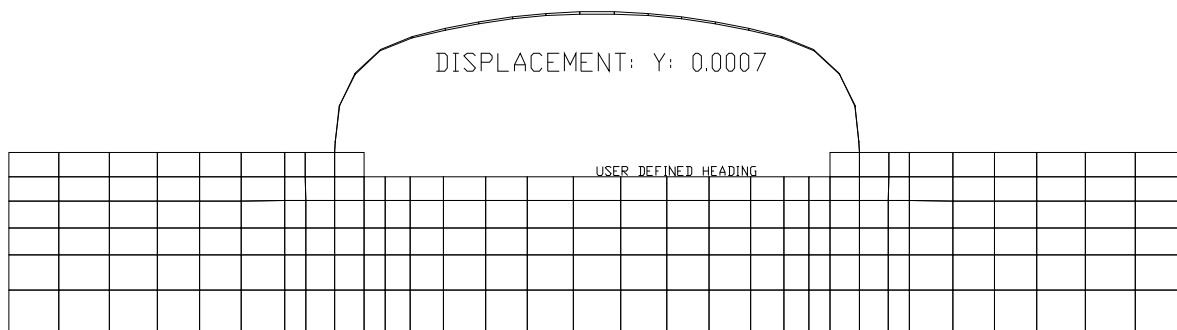
Průřez je uvažován z vlnitého plechu tl. 7 mm o vlně 380 x 140 mm, bez výztužných žeber. Průřezové charakteristiky jsou následující:  $A = 9,77 \text{ mm}^2/\text{mm}$ ,  $I = 24159 \text{ mm}^4/\text{mm}$ ,  $W_{el} = 322,2 \text{ mm}^3/\text{mm}$ .

## 3. Výpočet

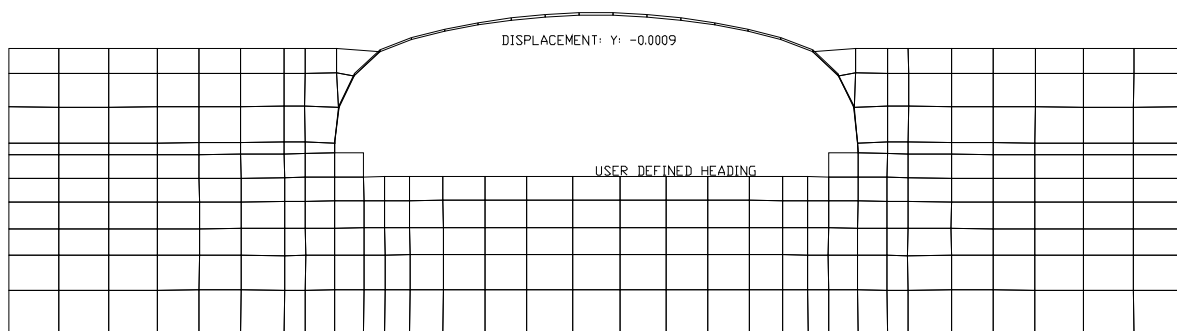
Ve výpočtu bylo uvažováno s deseti fázemi odpovídajícími pokládce a hutnění vrstev zásypu.

První fáze odpovídá stavu, kdy se do připravených základů osadí smontovaná ocelová konstrukce. V dalších fázích (2-8) se uvažuje s postupným přidáváním vrstev zhutněného zásypu symetricky po obou stranách. Fáze 9 odpovídá stavu, kdy je položen zásyp i vozovka. Fáze 10 pak odpovídá zatížení čtyřnápravovým vozidlem (80t) dle ČSN 736203.

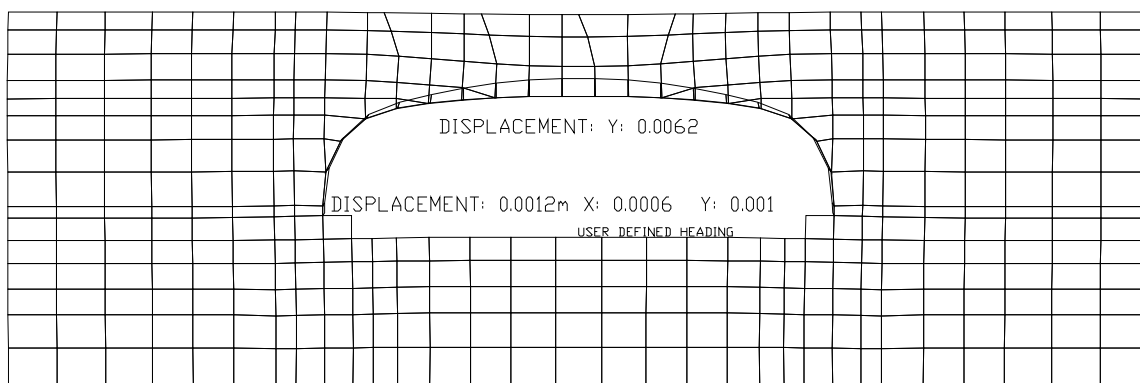
Průběhy charakteristických hodnot deformací ve fázi 1, 4, 9 a 10, resp. výpočtových (návrhových) hodnot ohybových momentů a normálových sil ve fázi 9 a 10 (hotový zásyp a položená vozovka, hotový zásyp s položenou vozovkou a zatížení čtyřnápravovým vozidlem) jsou na následujících obrázcích (Obr. 4a–d, obr. 5a–b, obr. 6a–b). Součinitele zatížení i dynamický součinitel byly uvažovány dle ČSN 736203.



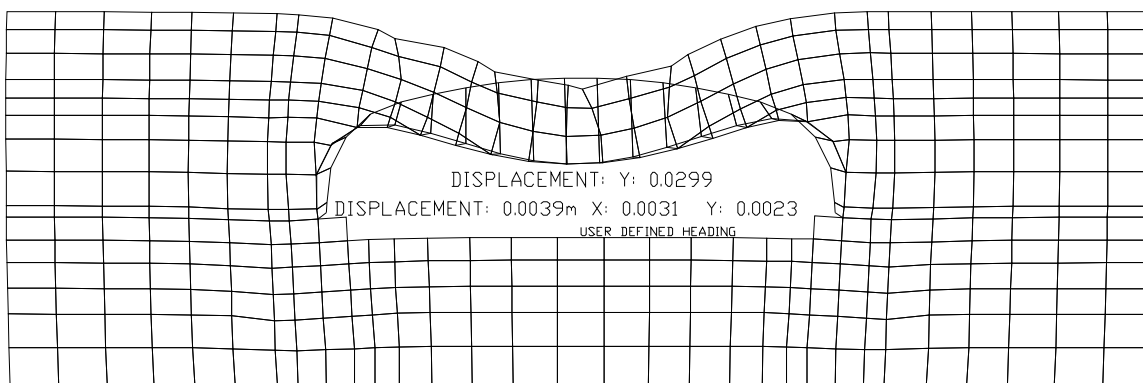
Obr. 4a) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 1



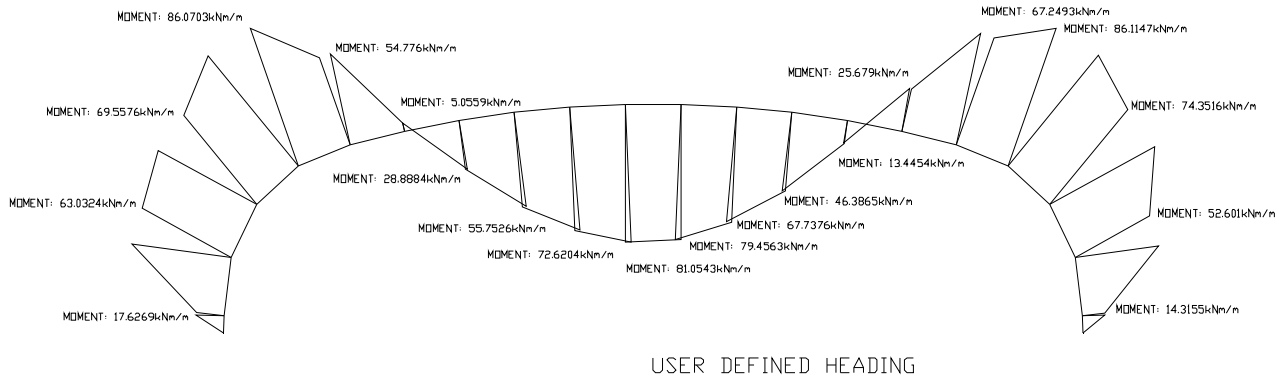
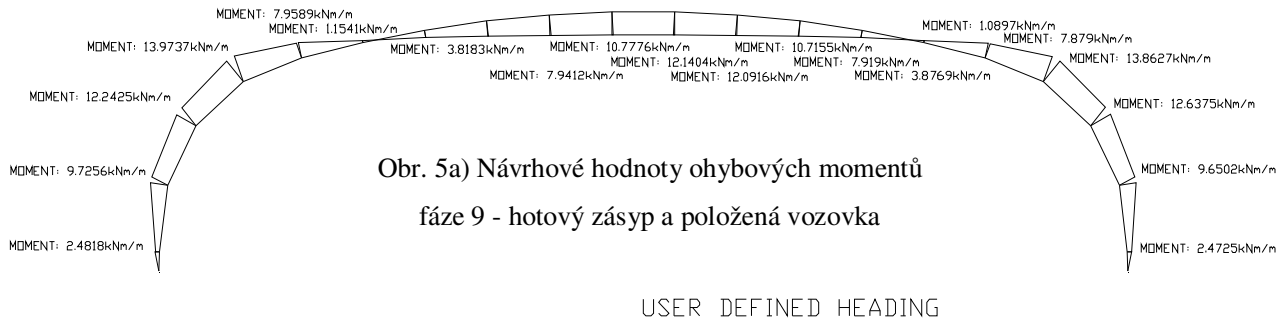
Obr. 4b) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 4



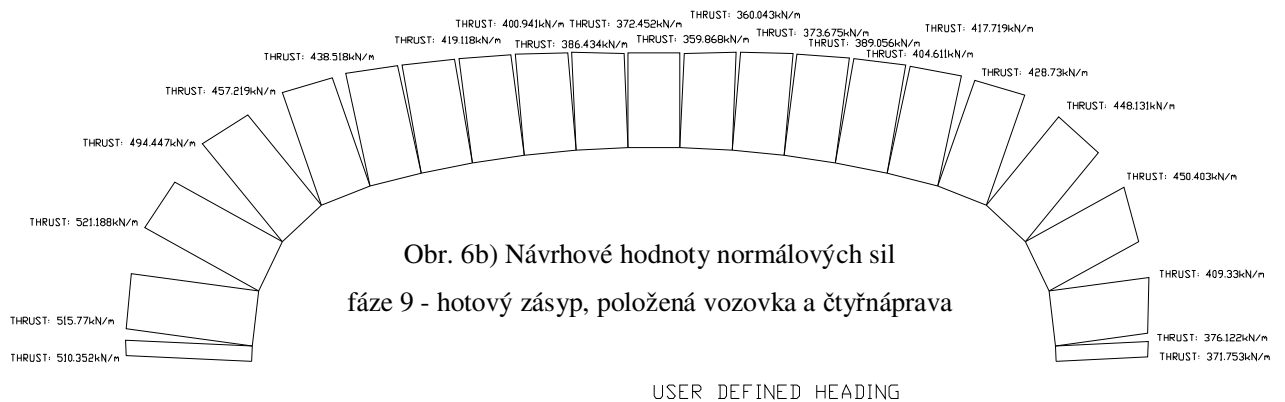
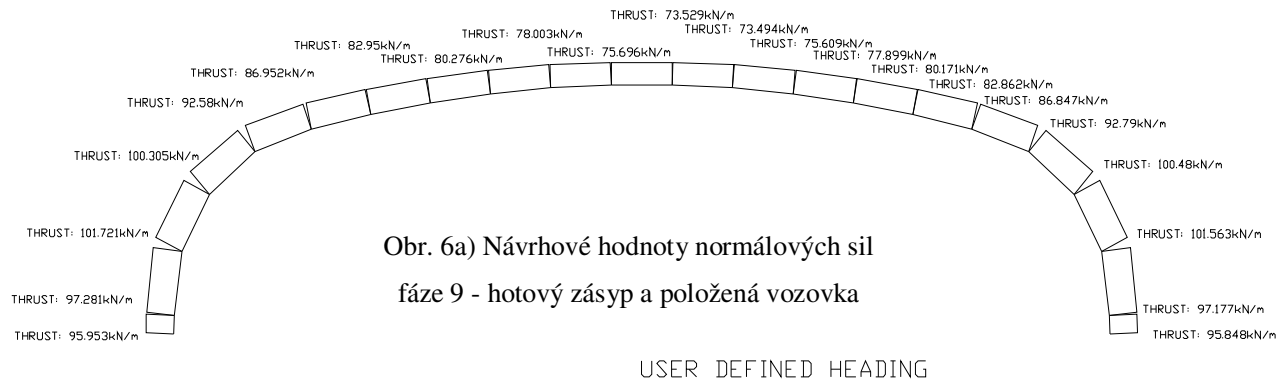
Obr. 4c) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 9 – hotový zásyp a položená vozovka



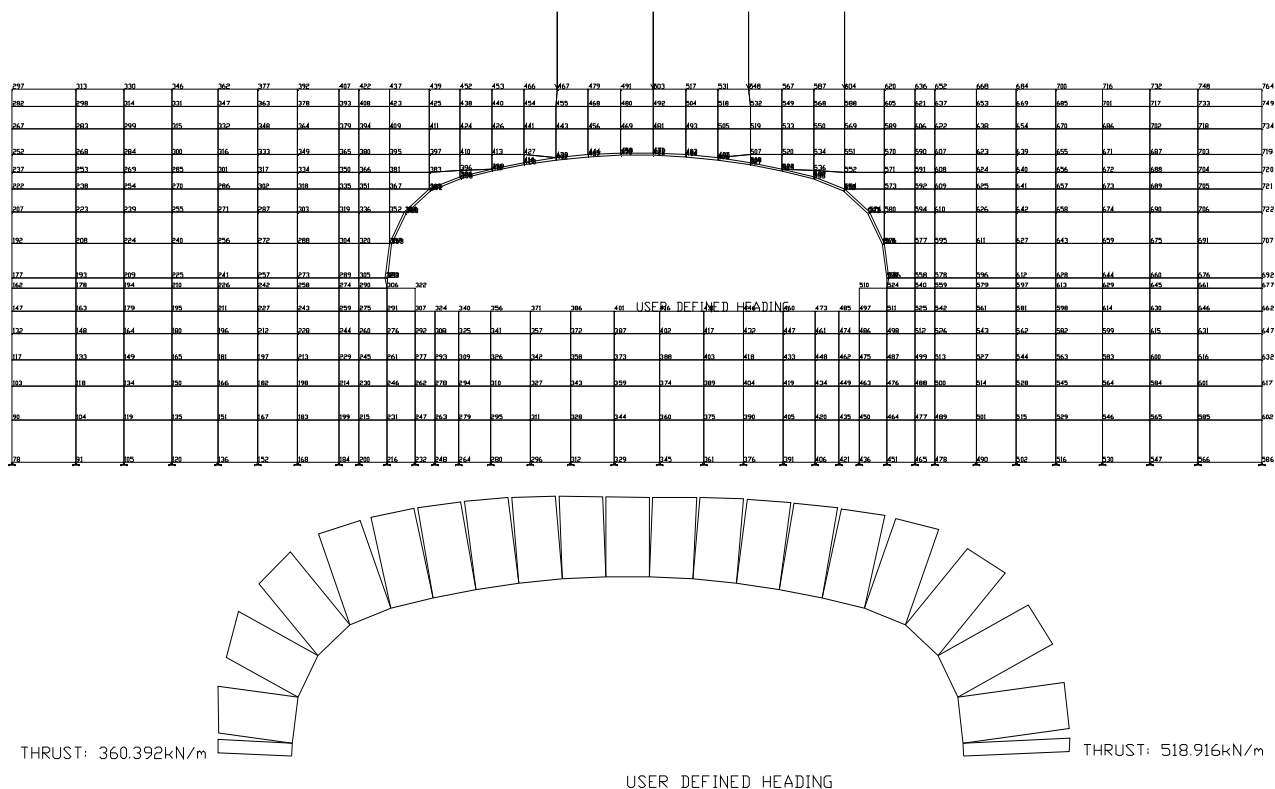
Obr. 4d) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 10 – zatížení stálé + čtyřnáprava



Obr. 5b) Návrhové hodnoty ohybových momentů - fáze 10: hotový zásyp, položená vozovka a čtyřnáprava



Na následujícím obrázku (Obr. 7) je zobrazena poloha nejúčinnějšího postavení zatěžovacího vozidla – čtyřnápravy a stanovení reakcí v místě kotvení profilu do základového pasu. Reakce je rovna normálové síle v ocelovém profilu v místě kotvení. Je stanovena hodnotou 518,9 kN/m. Profil je ukotven pod úhlem odklonu od svislice 2,5°. Svislá složka reakce je tudíž  $518,9 \times \cos 2,5^\circ = 518,4 \text{ kN/m}$ , vodorovná složka pak  $518,9 \times \sin 2,5^\circ = 22,6 \text{ kN/m}$



Obr. 7) Stanovení reakcí

## 4. Závěr

Největšího napětí bylo při výpočtu dosaženo uprostřed na bocích klenby v místě nejmenšího poloměru křivosti, ve fázi 10, a to hodnotou  $\pm 313,1 \text{ MPa}$ . Konstrukce je vyrobena z oceli o mezi kluzu min. 315 MPa, díky tvarování zastudena však dochází ke zvýšení efektivní meze kluzu a je tudíž možno připustit napětí max. 350 MPa. Při pružném výpočtu je navíc uvažováno s elastickou hodnotou průřezového modulu a poměr  $W_{el}/W_{pl} \sim 1,35$ . Rezerva v únosnosti je tudíž dostatečná. Napětí uprostřed ve vrcholu klenby je nepatrně menší.

Největší deformace profilu vlivem dopravy byla výpočtem stanovena 22,4 mm. Nastává ve vrcholu klenby uprostřed rozpětí. Tato hodnota je rovněž akceptovatelná – odpovídá přibližně 1/300 rozpětí OK.

Vypracoval: Ing. Jaromír Zouhar, ViaCon ČR s.r.o.

V Olomouci, 31.3.2017

*Jaromír Zouhar*