

ViaCon ČR s.r.o.

Statické posouzení flexibilní ocelové přesýpané konstrukce
MultiPlate MP200, typ VM-29

1. Stručná charakteristika

Předmětem statického posouzení je flexibilní ocelová konstrukce MultiPlate MP200, typ VM-29 tlamového profilu o účinném rozpětí 7,29 m a účinné výšce 5,23 m. Výška nadnásypu nad tubusem je proměnná.

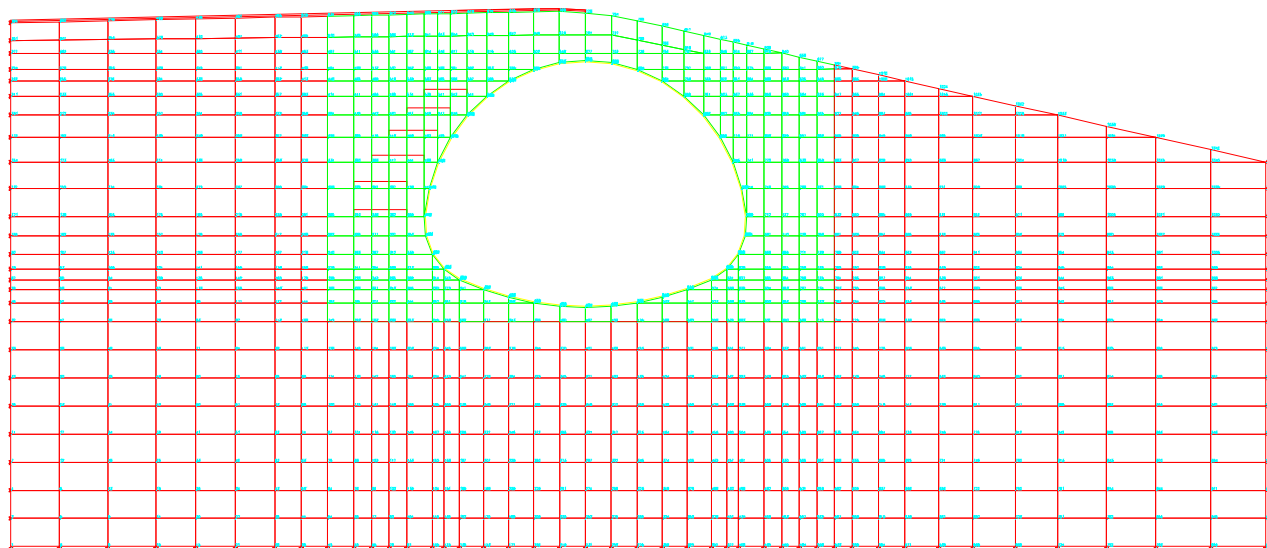
Statické posouzení flexibilní ocelové konstrukce je provedeno programem CandeCad (autor Mark C. Webb), vyvíjeným od roku 1976. Tento program umožňuje vyšetřovat rovinné, nelineární problémy a při analýze se uvažuje s deformacemi konstrukce v jednotlivých fázích výstavby a s interakcí konstrukce s okolním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

Program je primárně určen pro navrhování přesýpaných konstrukcí.

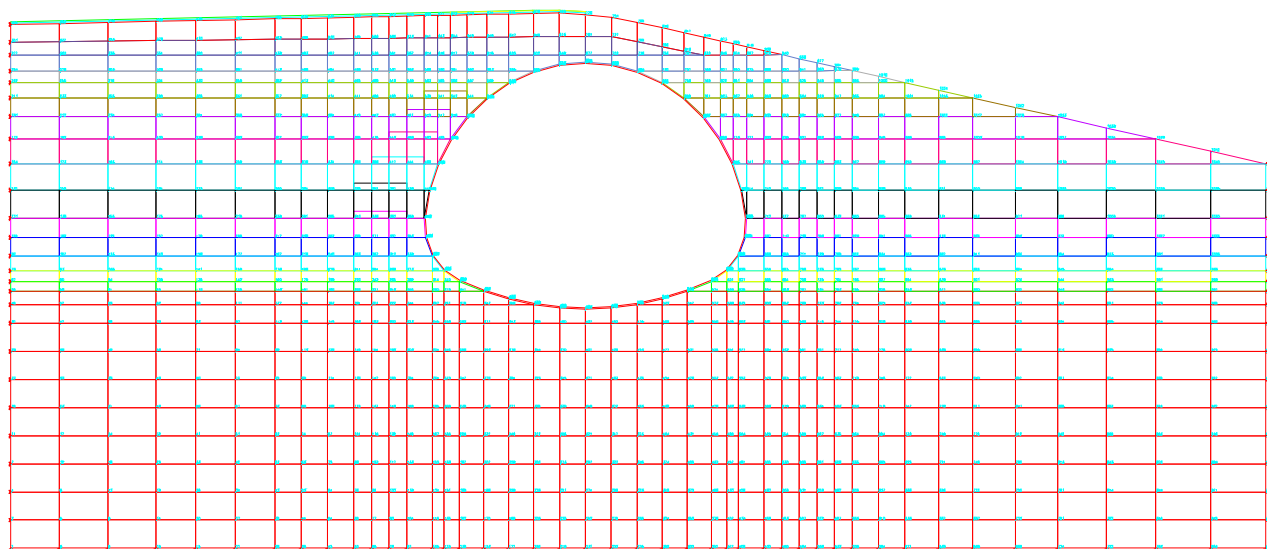
2. Výpočtový model

Výpočtový model se sítí konečných prvků je vidět na obr. 1 a 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 a Seliga. Zásypová zemina se uvažuje nesoudržná, dobře zrněná (štěrkopísek třídy A nebo B) zhutněná na 98 % optimální objemové hmotnosti zjištěné standardní Proctorovou zkouškou.

Uložení OK je uvažováno jako kloubové.



Obr. 1 Výpočtový model – zobrazení podle materiálů



Obr. 2 Výpočtový model – zobrazení podle fází výstavby

2.1. Geometrie, průřezy

Profil OK je tlamový, tvořený vrcholovým obloukem o poloměru 3,66 m, rohovými oblouky o poloměru 1,31 m a dnem o poloměru 7,21 m (účinné rozměry měřené na neutrálnou osu).

Průřez je uvažován z vlnitého plechu tl. 8 mm o vlně 200 x 55 mm, bez výztužných žebírek.

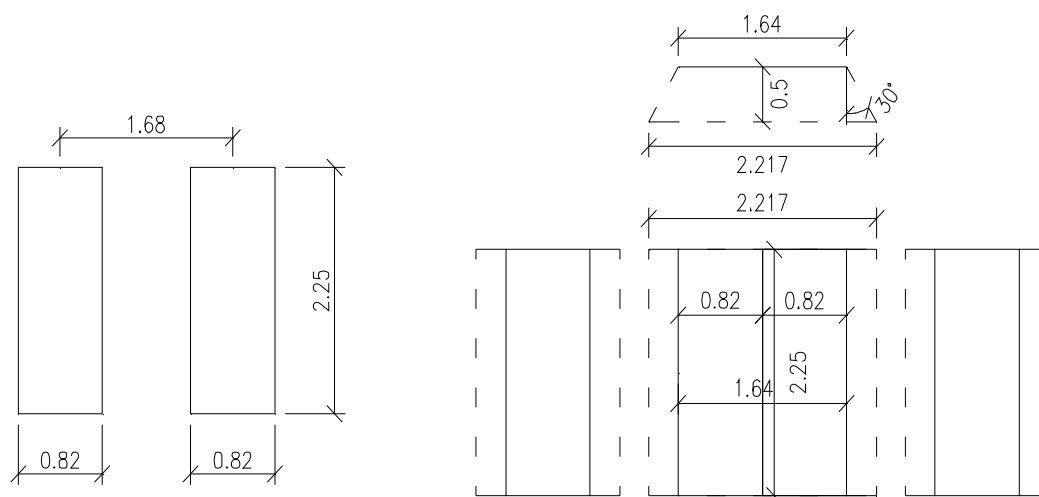
Průřezové charakteristiky jsou následující: $A = 9,472 \text{ mm}^2/\text{mm}$, $I = 3687 \text{ mm}^4/\text{mm}$, $W_{el} = 117,1 \text{ mm}^3/\text{mm}$.

3. Zatížení

Kromě zatížení stálého od zásypu jsou uvažována následující zatížení:

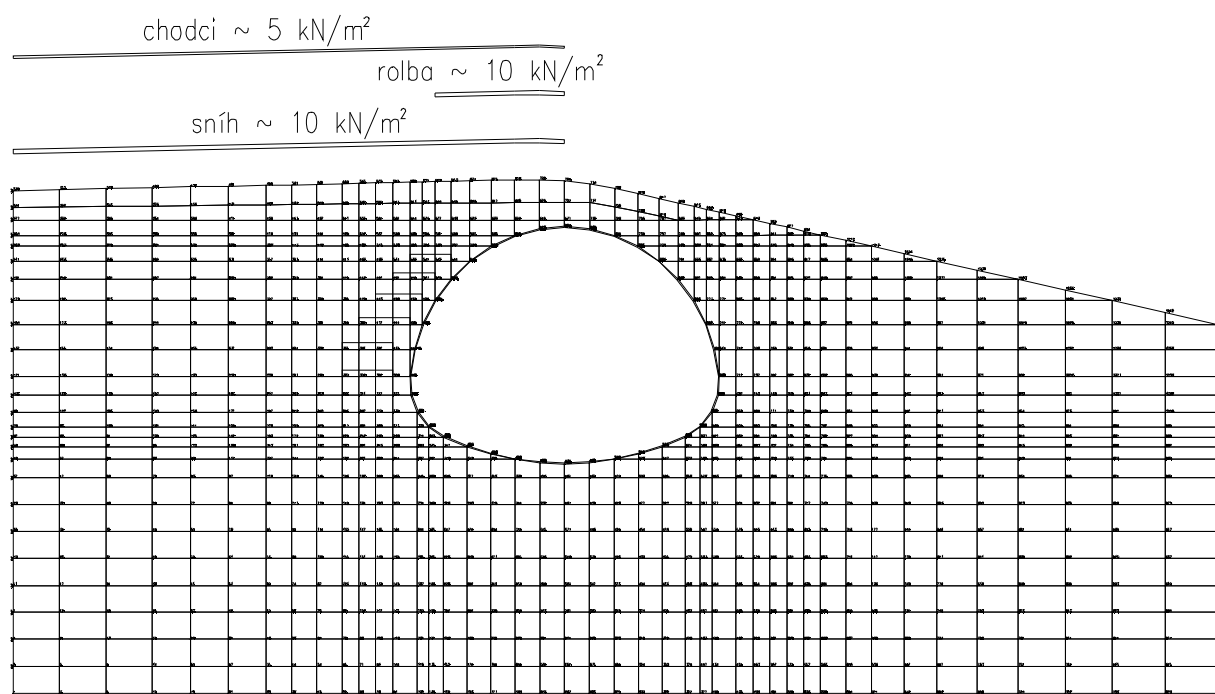
- zatížení sněhem $\sim 10 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota); součinitel spolehlivosti 1,5
- zatížení dvěma vedle sebe postavenými rolbami hmotnosti 5 t (charakteristická hodnota); součinitel spolehlivosti 1,5
- zatížení chodce $\sim 5 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota); součinitel spolehlivosti 1,5

U zatížení rolbami se uvažuje ve směru osy OK s roznosem pod úhlem 30° od svislice (viz obr. 3)



Obr. 3 Roznos zatížení

Nejúčinnější polohy a rozsah působení zatížení je na obr. 5:



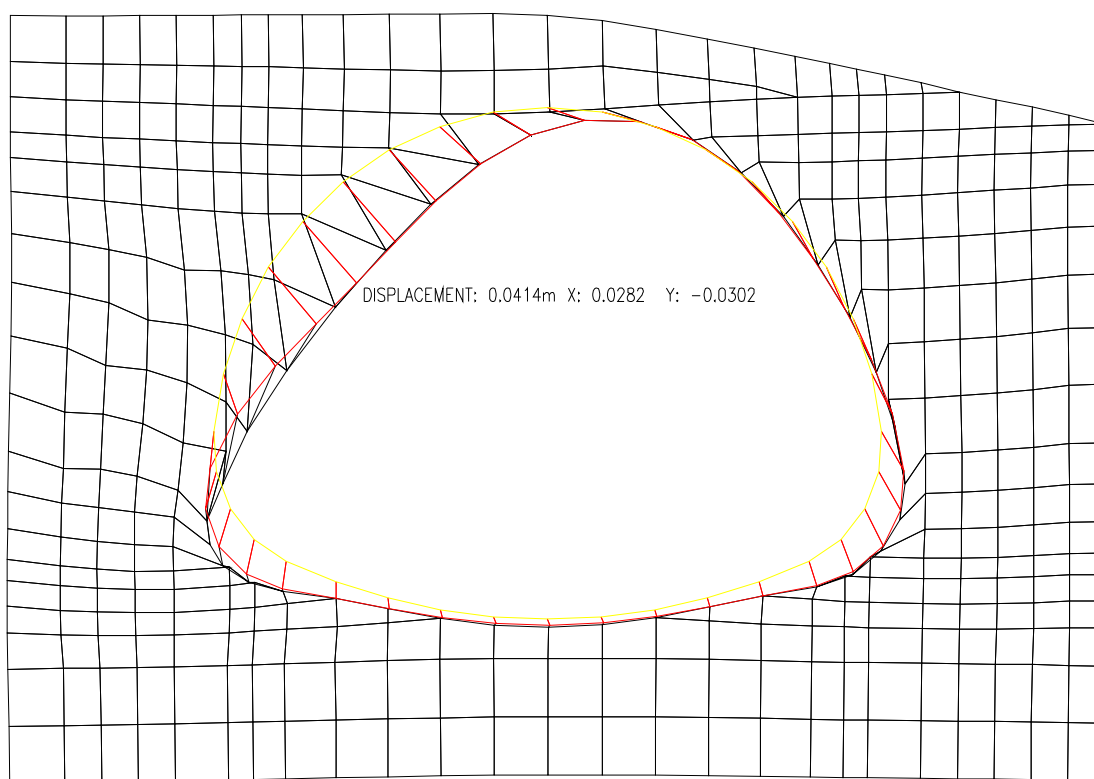
Obr. 4 Uvažované zatížení – sníh, rolby, chodci

4. Výpočet

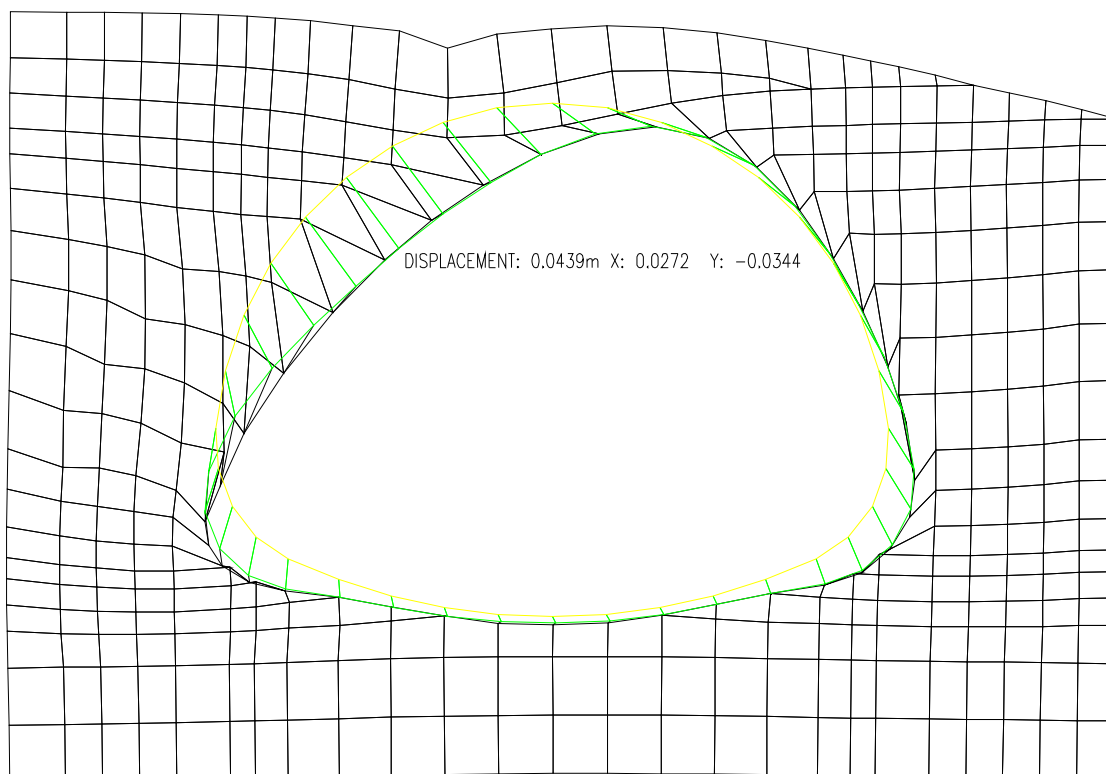
Ve výpočtu bylo uvažováno se devatenácti fázemi odpovídajícími pokládce a hutnění vrstev zásypu a zatížení sněhem, rolbou a chodci.

První fáze odpovídá stavu, kdy se do připraveného lože osadí smontovaná ocelová konstrukce. V dalších fázích (2-16) se uvažuje s postupným přidáváním vrstev zhutněného zásypu symetricky po obou stranách. Fáze 14 odpovídá stavu, kdy je zásyp v úrovni vrcholu tubusu. Fáze 16 odpovídá stavu, kdy je dokončen zásyp. Fáze 17 pak odpovídá zatížení sněhem, ve fázi 18 je připočteno zatížení rolbami a ve fázi 19 zatížení chodci.

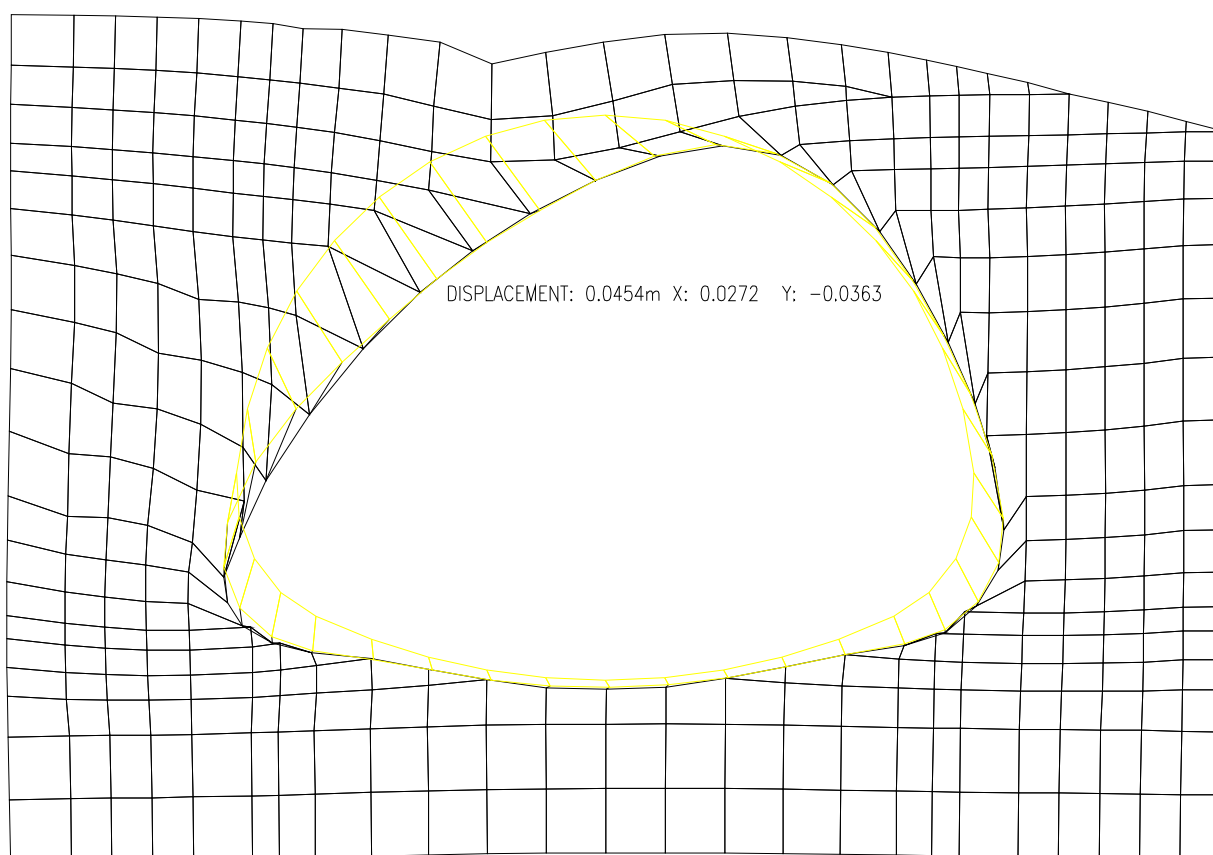
Průběhy charakteristických hodnot deformací ve fázích 16, 17, 18 a 19 jsou na následujících obrázcích (obr. 5a–d). Průběhy charakteristických hodnot ohybových momentů a normálových sil ve fázích 14, 16, 17, 18 a 19 jsou na následujících obrázcích (obr. 6a-e, obr. 7 a-e).



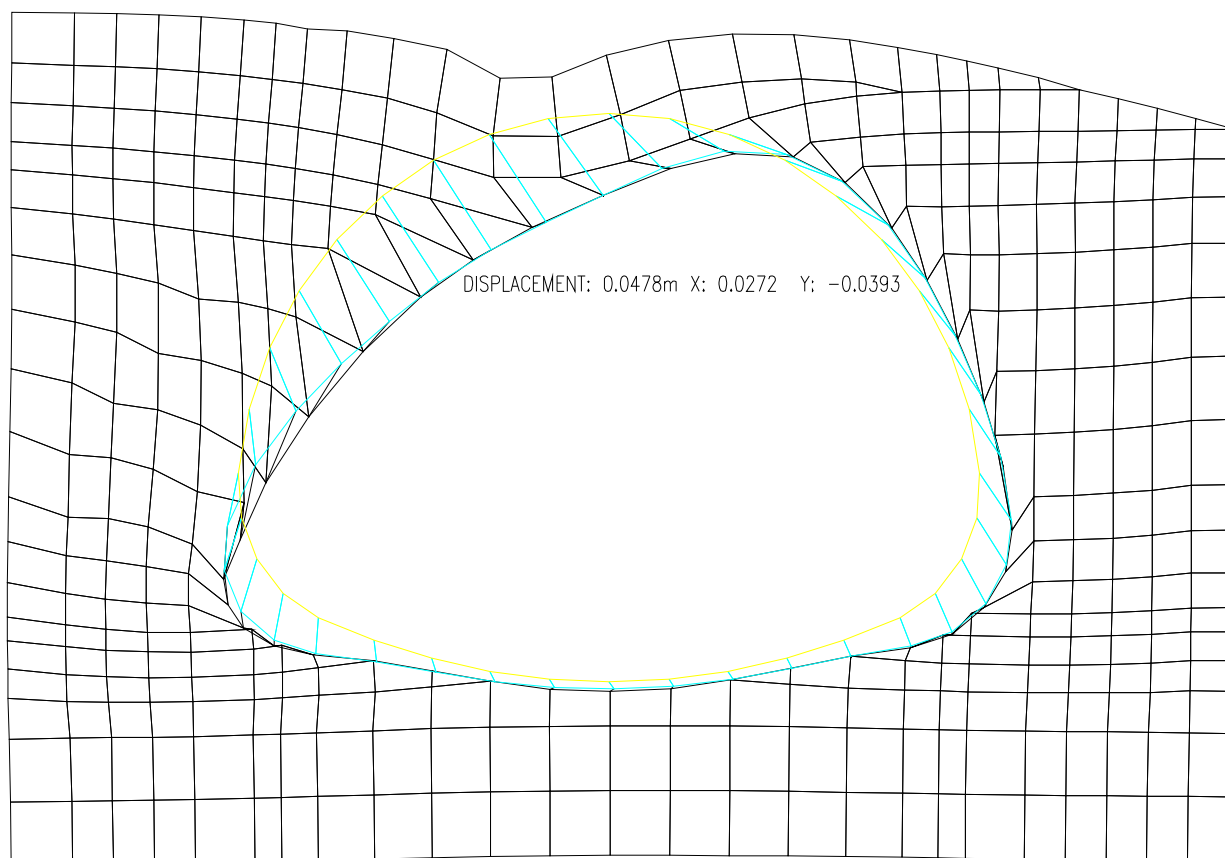
Obr. 5a) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 16 – hotový zásyp



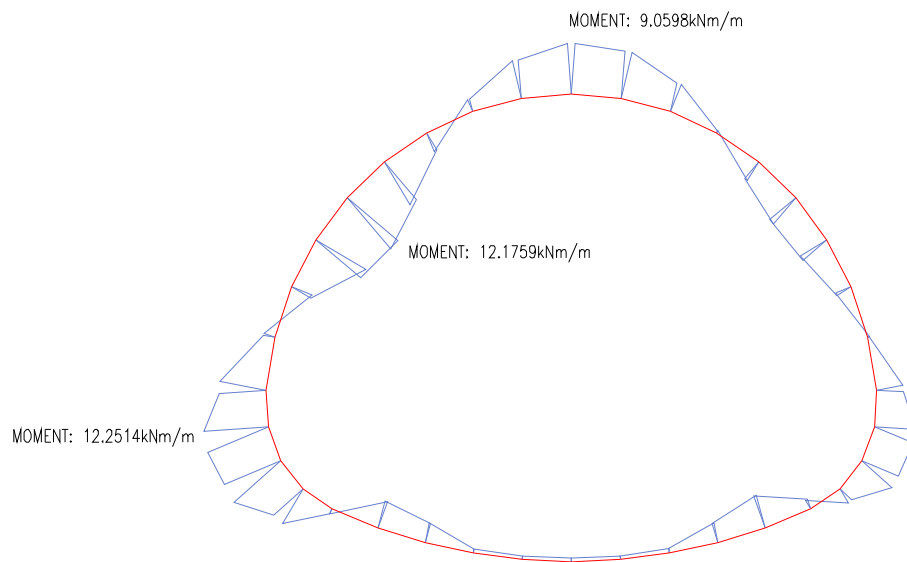
Obr. 5b) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 17 – hotový zásyp + sněh



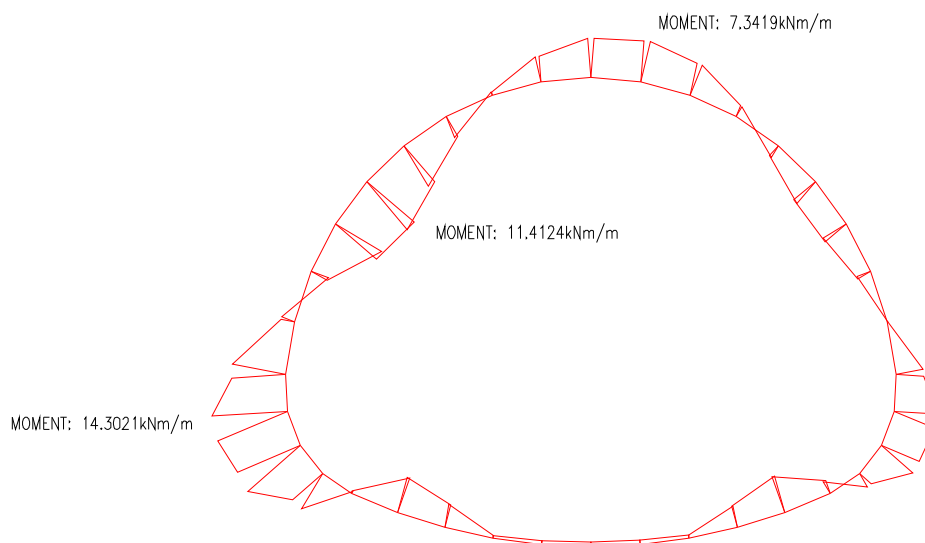
Obr. 5c) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 18 – hotový zásyp + sněh + rolby



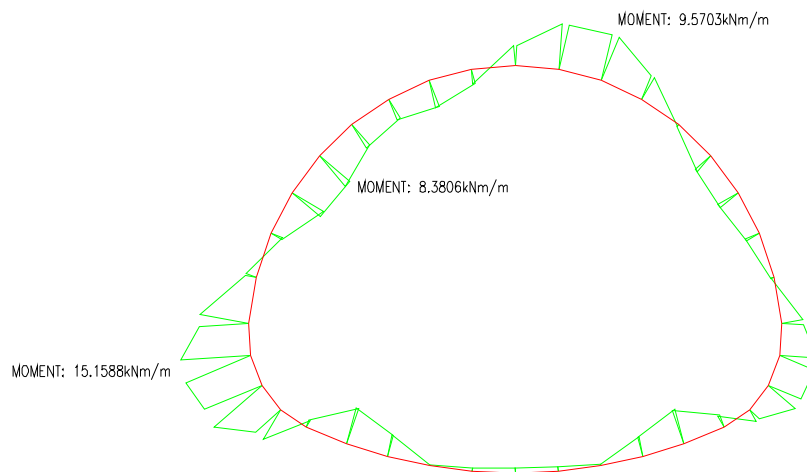
Obr. 5d) Charakteristické hodnoty posunutí – fáze 19 – hotový zásyp + sníh + rolby + chodci



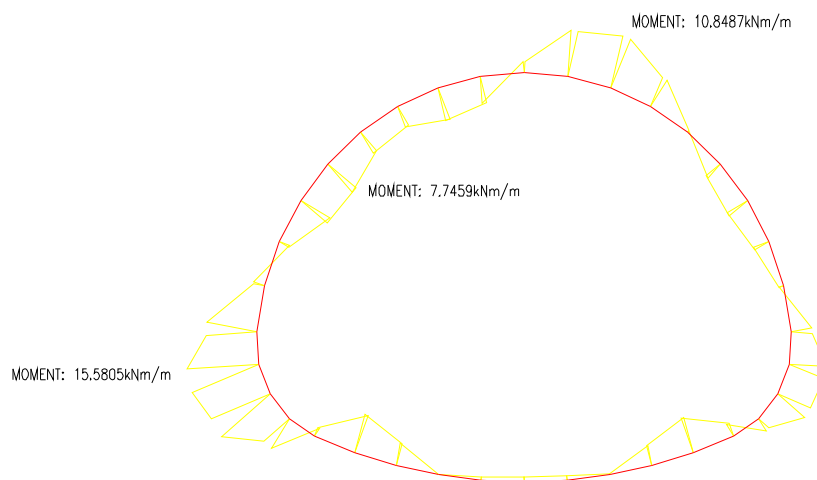
Obr. 6a) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 14 – zásyp v úrovni vrcholu tubusu



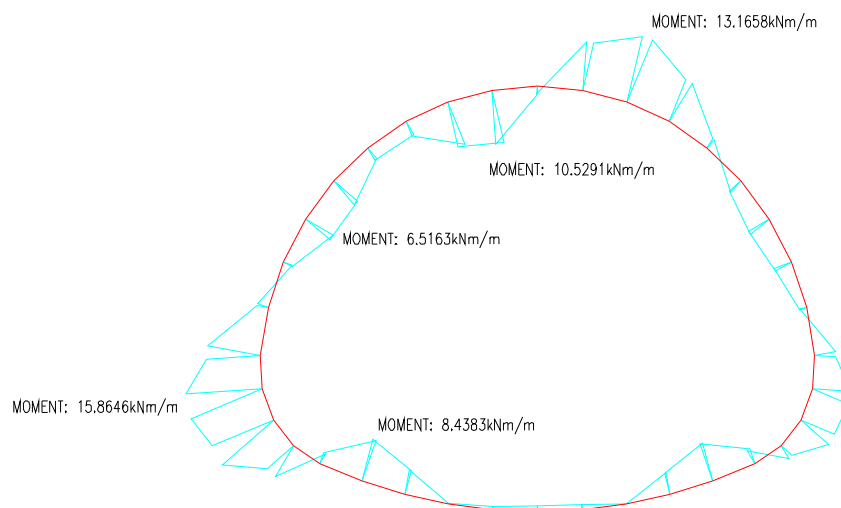
Obr. 6b) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 16 – hotový zásyp



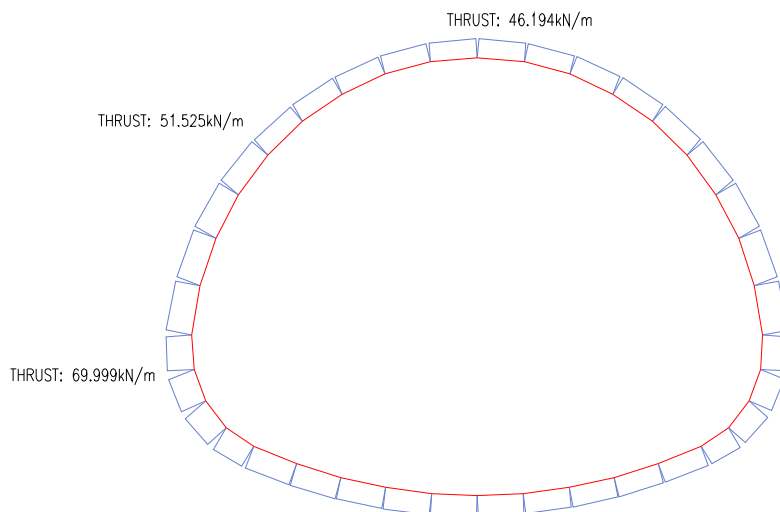
Obr. 6c) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 17 – hotový zásyp + sníh



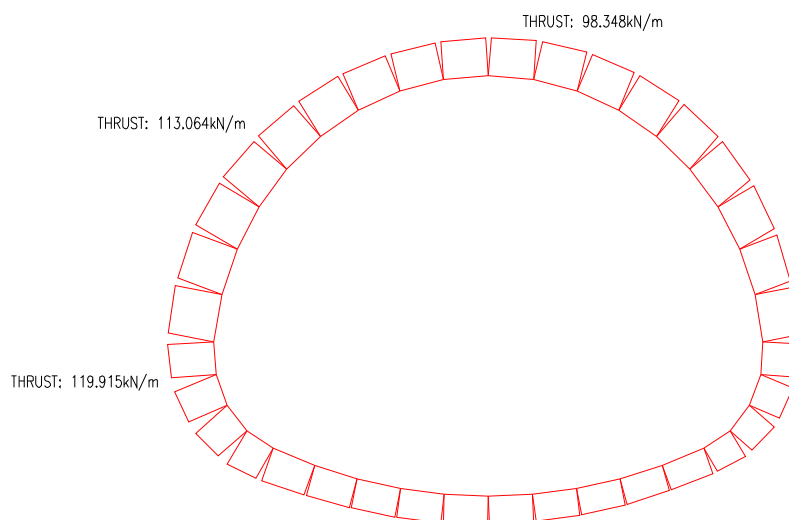
Obr. 6d) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 18 – hotový zásyp + sníh + rolby



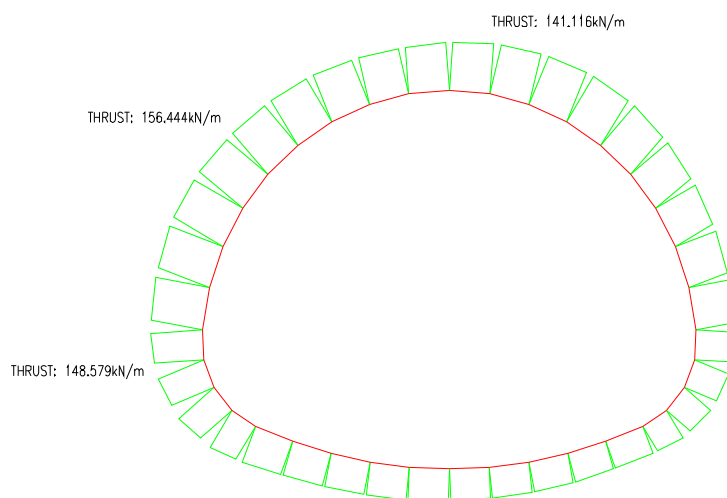
Obr. 6e) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 19 – hotový zásyp + sníh + rolby + chodci



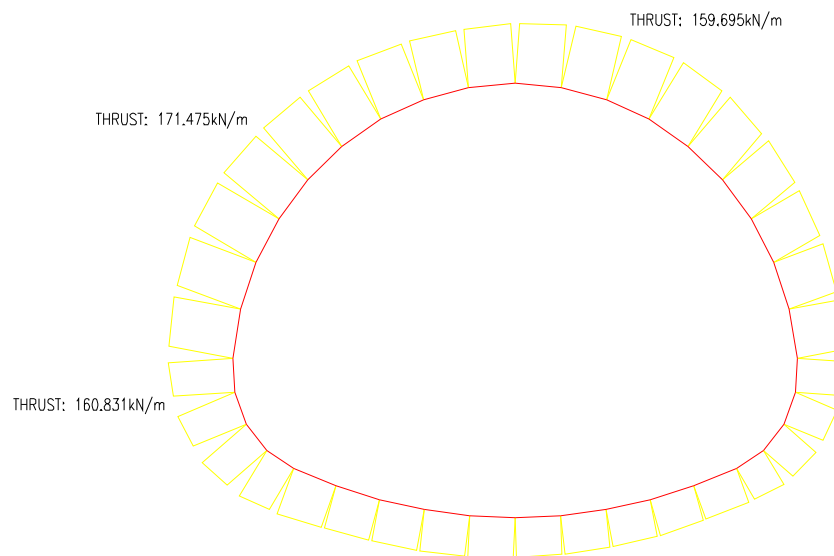
Obr. 6a) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 14 – zásyp v úrovni vrcholu tubusu



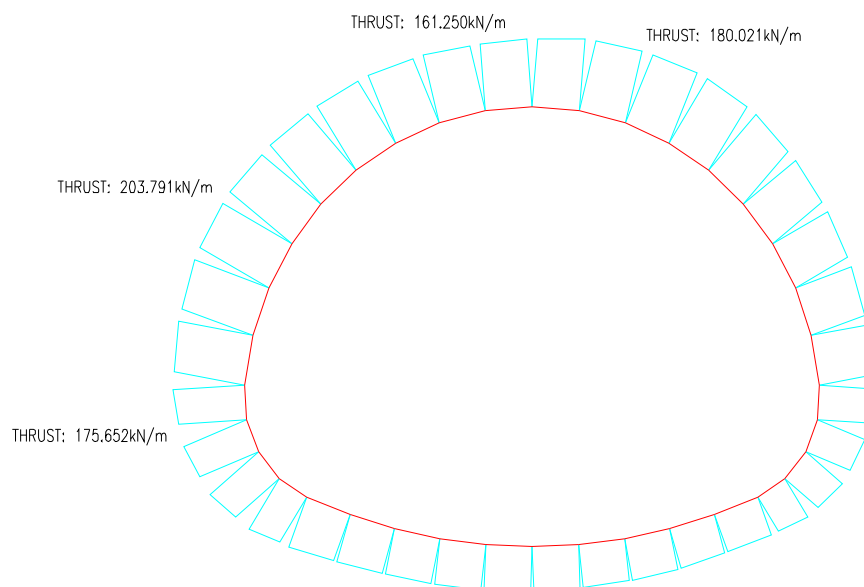
Obr. 6b) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 16 – hotový zásyp



Obr. 6c) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 17 – hotový zásyp + sníh



Obr. 6d) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 18 – hotový zásyp + snůh + rolby



Obr. 6e) Charakteristické hodnoty ohybového momentu – fáze 19 – hotový zásyp + snůh + rolby + chodci

5. Závěr

Největšího napětí bylo při výpočtu dosaženo v levém (náhorním) rohu profilu v místě nejmenšího poloměru křivosti, ve fázi 19, a to hodnotou -210,8 MPa. Konstrukce je vyrobena z oceli o mezi kluzu min. 235 MPa, díky tvarování zastudena však dochází ke zvýšení efektivní meze kluzu a je tudíž možno připustit napětí max. 260 MPa.

Celková vypočtená deformace profilu je vyhovující.

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

V Olomouci, 3.12.2021 